

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

**Inclusão de sais de ácidos orgânicos ou monensina sódica no
concentrado inicial e seus efeitos no desenvolvimento ruminal e
desempenho de bezerros leiteiros**

Lucas Silveira Ferreira

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

Piracicaba
2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Lucas Silveira Ferreira
Engenheiro Agrônomo

**Inclusão de sais de ácidos orgânicos ou monensina sódica no concentrado inicial
e seus efeitos no desenvolvimento ruminal e desempenho de bezerros leiteiros**

Orientadora:
Prof^a Dra Carla Maris Machado Bittar

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

**Piracicaba
2007**

AGRADECIMENTOS

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

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de estudos e financiamento do projeto.

À Dra. Carla Maris Machado Bittar pela orientação, paciência, oportunidades de aprendizagem e principalmente pela amizade.

Ao Professor Dr. Wilson Roberto Soares Mattos e aos demais professores do Departamento de Zootecnia da ESALQ pelos ensinamentos.

Ao Professor Dr. Alexandre Vaz Pires pela contribuição na realização das cirurgias.

À Embrapa Pecuária Sudeste (CPPSE) pela oportunidade de realização de parte do projeto e aos funcionários do Sistema de Produção de Leite, Benedito Aparecido da Silva (Cidinho), Leni e Danilo de Paula Moreira pela agradável convivência durante todo o experimento.

Aos colaboradores Paulo Portilho, da INVE - Nutrição Animal Ltda., pela doação do butirato de sódio (*Adimix[®] Butyrate C*) e Ricardo Manzano da Guabi Nutrição Animal pela doação de parte do concentrado inicial.

Aos amigos de curso de Pós-Graduação, Jhones Onorino Sarturi, Maity Zopollatto, Vanessa Pillon dos Santos e aos demais colegas pela amizade.

Aos novos amigos de Fazenda Canchim, Liana Calegare, Ana Mary da Silva, Sônia Borges de Alencar, Rodrigo, Leandro e Marcos, pelo convívio.

Aos funcionários do Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da ESALQ, Carlos César Alves e Tânia Aparecida Ferri.

À Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), pela minha formação acadêmica, na pessoa do Professor Jozivaldo Prudêncio Gomes de Moraes, pelas oportunidades e ensinamentos.

Aos amigos Leonardo Lopes Menezes, Fernando Takashi Hosokawa, Emílio Roberto Menegon, Ieda Lopes Gonçalves, Fabio Renato de Paula Pires, Daves Setin pelos anos de convivência.

Aos meus pais Heloisa e Nilo Sérgio, minha irmã Bruna, meus avós e demais familiares pelo incentivo.

OBRIGADO!

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	11
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Desaleitamento precoce.....	15
2.2 Desenvolvimento ruminal	20
2.3 Aditivos promotores de desenvolvimento ruminal	30
Referências	37
3 EFEITO DA ADIÇÃO DE BUTIRATO DE SÓDIO, PROPIONATO DE CÁLCIO OU MONENSINA SÓDICA NO CONCENTRADO INICIAL SOBRE O DESEMPENHO DE BEZERRAS LEITEIRAS.....	46
Resumo	46
Abstract	47
3.1 Introdução	48
3.2 Material e métodos.....	50
3.2.1 Animais, instalações e manejo alimentar	50
3.2.2 Análises químico-bromatológicas.....	51
3.2.3 Avaliação do desempenho e desenvolvimento corporal	52
3.2.4 Colheita de sangue e metodologia analítica.....	52
3.2.4.1 Colheita de sangue.....	52
3.2.4.2 Determinação de glicose plasmática.....	53
3.2.4.3 Determinação de ácidos graxos livres (AGL) no plasma.....	53
3.2.4.4 Determinação de β -hidroxibutirato (BHBA) no plasma.....	53
3.2.5 Análise estatística	54
3.3 Resultados e discussão.....	54
3.3.1 Consumo.....	54
3.3.2 Desempenho	59
3.3.3 Crescimento e desenvolvimento corporal.....	62

3.3.4 Parâmetros sanguíneos	65
3.4 Conclusões.....	70
Referências	71
4 EFEITO DA ADIÇÃO DE BUTIRATO DE SÓDIO, PROPIONATO DE CÁLCIO OU MONENSINA SÓDICA NO CONCENTRADO INICIAL SOBRE PARÂMETROS RUMINAIS E DE DESENVOLVIMENTO DO RÚMEN DE BEZERROS LEITEIROS	78
Resumo	78
Abstract	79
4.1 Introdução	80
4.2 Material e métodos	82
4.2.1 Animais, instalações e manejo alimentar	82
4.2.2 Análises bromatológicas.....	83
4.2.3 Colheita de sangue e metodologia analítica.....	84
4.2.3.1 Colheita de sangue.....	84
4.2.3.2 Determinação de glicose plasmática	84
4.2.4 Colheita de fluido ruminal e metodologia analítica	84
4.2.4.1 Colheita de fluido ruminal	84
4.2.4.2 Determinação de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC).....	85
4.2.4.3 Determinação de amônia ruminal (N-NH ₃)	85
4.2.5 Avaliação morfométrica do trato digestório superior e desenvolvimento ruminal ..	86
4.2.5.1 Avaliação morfométrica do trato digestório superior	86
4.2.5.2 Avaliação do desenvolvimento ruminal	86
4.2.6 Análise estatística	87
4.3 Resultados e discussão.....	87
4.3.1 Consumo de concentrado e desempenho.....	87
4.3.2 Parâmetros ruminais	91
4.3.3 Glicose plasmática	103
4.3.4 Desenvolvimento ruminal	105
4.4 Conclusões.....	108
Referências	109
5 CONSIDERAÇÕES GERAIS	116

RESUMO

Inclusão de sais de ácidos orgânicos ou monensina sódica no concentrado inicial e seus efeitos no desenvolvimento ruminal e desempenho de bezerros leiteiros

Dois experimentos foram conduzidos com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio no concentrado inicial, sobre o desempenho, parâmetros sanguíneos e desenvolvimento ruminal de bezerros leiteiros. No primeiro experimento, 24 bezerras recém-nascidas da raça Holandesa foram alojadas em abrigos individuais até a 10^a semana de vida, com livre acesso à água, sendo alimentadas com 4 litros de leite/dia e concentrado *ad libitum*, enquanto feno de capim-coast-cross foi fornecido após o desaleitamento. Os animais foram distribuídos em blocos de acordo com peso ao nascer e data de nascimento e alocados em um dos tratamentos, de acordo com o aditivo no concentrado: 1) Butirato de sódio (0,15%); 2) Monensina sódica (30 ppm); e 3) Propionato de cálcio (0,15%). Os animais foram pesados e avaliados quanto à altura na cernelha, largura do traseiro e perímetro torácico semanalmente. A partir da 4^a semana foram realizadas colheitas semanais de amostras de sangue para determinação de glicose, ácidos graxos livres (AGL) e β -hidroxibutirato (BHBA). Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para o consumo de concentrado ou de feno e para o peso e ganho de peso dos animais ($P > 0,05$). As avaliações quanto à altura na cernelha e perímetro torácico também não apresentaram diferenças entre os tratamentos ($P > 0,05$), entretanto as medidas de largura de traseiro foram menores para os animais do tratamento com adição de propionato de cálcio ($P < 0,05$). As concentrações plasmáticas de glicose, AGL e BHBA não foram afetadas pelos tratamentos ($P > 0,05$). Houve efeito significativo da idade ($P < 0,0001$) para a concentração plasmática de glicose, sendo esta reduzida com a idade dos animais. No segundo experimento, 15 bezerros recém-nascidos da raça Holandesa, recebendo o mesmo manejo nutricional, foram fistulados no rúmen e alojados em baias individuais até a 10^a semana de vida. A partir da 4^a semana, foram realizadas colheitas semanais de fluido ruminal para determinação de pH, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e N-amoniaco; e de sangue para determinação de glicose. Ao completar dez semanas os animais foram abatidos para avaliação do desenvolvimento do trato digestório superior e de papilas ruminais. Não foram observadas diferenças significativas entre tratamentos para o consumo de concentrado e para o desempenho dos animais ($P > 0,05$). Houve efeito significativo ($P < 0,05$) de tratamento e horário de colheita para o pH ruminal. As concentrações de AGCC totais, bem como de cada ácido, não foram afetadas pelos tratamentos. As concentrações plasmáticas de glicose foram afetadas pelos tratamentos ($P < 0,05$). O peso total do trato digestório superior, os pesos médios de cada compartimento e a capacidade máxima do retículo-rúmen não foram afetados pelos tratamentos, assim como os parâmetros de desenvolvimento do epitélio ruminal. Os aditivos incluídos no concentrado inicial se mostraram igualmente eficazes no que diz respeito aos seus efeitos no desempenho e desenvolvimento ruminal de bezerros em aleitamento.

Palavras-chave: Butirato de sódio, Desaleitamento precoce, Ionóforos, Monensina sódica, Papilas ruminais, Propionato de cálcio.

ABSTRACT

Inclusion of organic acids salts or sodium monensin in the starter feed and its effects on rumen development and performance of dairy calves

Two trials were conducted in order to evaluate the effects of the addition of sodium butyrate, sodium monensin or calcium propionate in the starter feed on the performance, blood parameters and ruminal development of dairy calves. In the first experiment, 24 newborn Holstein calves were

LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1 - Evolução dos parâmetros sanguíneos de acordo com as semanas de desenvolvimento de bezerros.....27
- Figura 3.1 – Consumo de concentrado (g MS/ dia), de acordo com a idade, por bezerras recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)56
- Figura 3.2 –Ganho de peso diário (kg/dia), de acordo com a idade, de bezerras recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)60
- Figura 3.3 – Peso vivo (kg), de acordo com a idade, de bezerras recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)61
- Figura 3.4 – Medidas, em centímetros, da altura na cernelha (1), perímetro torácico (2) e largura do traseiro (3), de acordo com a idade, de bezerras recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)64
- Figura 3.5 - Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL), de acordo com a idade, de bezerras recebendo concentrado com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)67
- Figura 4.1 – Consumo de concentrado (g MS/ dia), de acordo com a idade, por bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)89

- Figura 4.2 – Valores de pH ruminal, de acordo com a idade, de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)93
- Figura 4.3 – Concentração molar de ácidos graxos de cadeia curta totais, de acordo com a idade, de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P) 94
- Figura 4.4 – Concentração molar de ácido acético, de acordo com a idade, de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)96
- Figura 4.5 – Concentração molar de ácido propiônico, de acordo com a idade, de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P).....97
- Figura 4.6 – Concentração molar de ácido butírico, de acordo com a idade, de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)98
- Figura 4.7 – Concentrações ruminais de N-amoniaco, de acordo com a idade, de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P).....100
- Figura 4.8 - Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) de acordo com a semana de vida de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P) 104

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Porcentagem na proporção e peso dos compartimentos do trato digestório superior de bezerros durante semanas de desenvolvimento	21
---	----

- Tabela 4.2 - Média dos quadrados mínimos do consumo de concentrado, ganho de peso diário e do peso vivo de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio..88
- Tabela 4.3 - Média dos quadrados mínimos dos parâmetros de fermentação ruminal em bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio.....92
- Tabela 4.4 - Média dos quadrados mínimos dos parâmetros de fermentação ruminal, de acordo com o horário de colheita, de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio 101
- Tabela 4.5 - Médias dos quadrados mínimos das concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) médias e de acordo com o horário de colheita de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio..... 103
- Tabela 4.6 - Medidas morfométricas do trato digestório superior de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio 105
- Tabela 4.7 - Medidas de desenvolvimento do epitélio ruminal de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio 107

1 INTRODUÇÃO

O interesse em programas que possibilitem a aceleração do processo de criação de animais de reposição tem aumentado, principalmente devido ao pouco retorno financeiro relacionado a estes animais durante os primeiros anos de vida e a crescente demanda nos sistemas de produção de leite. Entre os sistemas adotados, o desaleitamento precoce apresenta vantagens, principalmente econômicas, para sua utilização, entretanto a técnica deve ser executada sem que ocorra o comprometimento do desempenho dos animais.

Desde a década de 50, um grande número de trabalhos tem investigado os fatores que afetam o desempenho e principalmente o desenvolvimento do rúmen de bezerros em aleitamento. Os resultados destas pesquisas permitiram um melhor entendimento dos fatores que influenciam diretamente no desenvolvimento e maturação do epitélio ruminal, permitindo assim o desaleitamento dos animais em idade mais precoce.

Estes pesquisadores mostraram que o desenvolvimento do rúmen está relacionado ao aumento das concentrações de ácidos graxos de cadeia curta, principalmente butírico e propiônico, obtidos principalmente com o aumento no consumo de alimentos sólidos pelos animais. Além disso, o consumo de alimentos sólidos resulta em aumento dos compartimentos retículo-rúmen-omaso em volume, peso, musculatura e capacidade absorptiva.

O fornecimento de dietas que promovem alta concentração de ácido butírico e ácido propiônico no rúmen, leva ao aumento da taxa de maturação deste órgão, já que estes ácidos influenciam a atividade metabólica do epitélio ruminal. Com base nestas afirmações, a utilização de estratégias que possibilitem o aumento nas concentrações destes ácidos graxos de cadeia curta é o principal foco das pesquisas atuais.

O uso de ionóforos como a monensina tem sido largamente difundido na nutrição de ruminantes com o objetivo de alterar o padrão de fermentação ruminal dos animais, otimizando a fermentação, principalmente pela maior produção de propionato no rúmen. Da mesma forma, o uso destes produtos, que também são coccidiostáticos, pode resultar em melhorias significativas nos sistemas de criação de bezerros, embora

os resultados com seu fornecimento para animais em aleitamento ainda não sejam conclusivos, apresentando grande variação. Apesar de resultados não serem sempre consistentes, dados de literatura mostram melhores ganhos de peso e conversão alimentar de bezerros recebendo ionóforos na dieta. Entretanto, o modo de ação de ionóforos em bezerros em aleitamento e com o rúmen em desenvolvimento ainda é pouco estudado.

Seguindo este mesmo conceito, o fornecimento dos ácidos graxos de cadeia curta mais importantes para o desenvolvimento ruminal na forma de seus respectivos sais, como o butirato de sódio ou propionato de cálcio, parece ser promissor quando o objetivo é acelerar o desenvolvimento ruminal, possibilitando o desaleitamento precoce sem prejuízos no desempenho animal. Por outro lado, poucos trabalhos avaliaram o fornecimento de propionato de cálcio ou butirato de sódio em concentrados iniciais para bezerros e seus potenciais como promotores do desenvolvimento ruminal.

Embora já existam alguns conceitos estabelecidos em relação ao assunto, o desenvolvimento de novos produtos e aditivos alimentares exige que pesquisas adicionais sejam realizadas com o intuito de obter melhores desempenhos e animais de reposição mais saudáveis.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da inclusão de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio no concentrado inicial, sobre o desempenho, parâmetros sanguíneos, parâmetros ruminiais e desenvolvimento do rúmen de bezerros leiteiros, antes e após o desaleitamento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Desaleitamento precoce

Para a escolha de um sistema de criação de animais de reposição, fatores relacionados ao manejo nutricional, ambiente e sanidade, além de fatores econômicos, devem ser considerados. Nesse contexto, entre os diversos sistemas adotados, o desaleitamento precoce apresenta-se como uma alternativa importante devido à facilidade de manejo e principalmente por reduzir os custos de produção destes animais.

Segundo Nussio (2004), durante o aleitamento, 70% do custo total com alimentação e manejo estão relacionados ao fornecimento de leite. Com a retirada do leite e a introdução de alimentos concentrados e volumosos, após o desaleitamento o custo diário com a alimentação do animal sofre redução de até 32%.

Durante as primeiras semanas de vida, o fornecimento de dieta líquida de qualidade é essencial para garantir desempenho satisfatório dos animais. Resultados de pesquisas publicadas nos últimos anos mostraram que alternativas ao leite, como o uso de substituto de leite, colostro excedente ou leite descarte podem ser utilizados sem prejuízo aos animais (OTTERBY; LINN, 1981). Entretanto, devido à grande variação na composição nutricional destes alimentos, os resultados com o seu uso são inconsistentes.

Owen e Larson (1981) avaliaram o desempenho de bezerros leiteiros submetidos a um sistema considerado padrão, com desaleitamento abrupto aos 42 dias de idade e consumo de 1,59 kg de leite duas vezes ao dia e outro simplificado, com fornecimento de 3,18 kg de colostro congelado uma vez ao dia pelo mesmo período. Foram observados maiores ganhos de peso diário para os animais do sistema convencional, que apresentaram consumo de concentrado 36% maior que os animais do sistema simplificado.

Resultados semelhantes foram obtidos por Medina et al. (2002) que observaram menor desempenho de animais desaleitados aos 49 dias de idade consumindo

substituto de leite quando comparados com animais consumindo leite integral. Por outro lado, outros autores não verificaram menor desempenho de bezerros consumindo diferentes substitutos de leite comerciais em relação a animais consumindo leite integral (VASCONCELOS et al., 1996; SILVA et al., 2004; BITTAR et al., 2006).

O volume de dieta líquida que deve ser fornecida aos animais também vêm sendo investigado por diversos pesquisadores. Em alguns programas de manejo, o fornecimento de grandes quantidades de leite tem sido recomendado com o objetivo de alcançar altos ganhos de peso pelos animais (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

Com base nestas afirmações, Jasper e Weary (2002) avaliaram o fornecimento *ad libitum* de leite e observaram maiores ganhos de peso destes animais em relação aos que consumiam leite em quantidade restrita (10% do PV). Entretanto, os resultados mostram menor consumo de concentrado e feno pelos animais alimentados com dieta líquida à vontade, o que pode afetar diretamente o desenvolvimento e a maturação do rúmen dos animais. No entanto, no momento do desaleitamento e após o período, não foram observadas diferenças entre os animais.

Com o objetivo de comparar dois sistemas de desaleitamento, Khan et al. (2007) avaliaram as diferenças no desempenho de bezerros consumindo maior quantidade de leite (20% do PV), porém por um período restrito (30 dias) em relação a animais sob manejo usual, consumindo leite na quantidade de 10% do PV e por maior período (50 dias). Os resultados mostraram que os animais alocados no primeiro tratamento apresentaram maior consumo de concentrado, ganho de peso e eficiência alimentar em relação aos animais sob manejo usual. Os dados de menores concentrações plasmáticas de glicose e maiores concentrações de nitrogênio uréico mostram maior desenvolvimento ruminal dos animais deste tratamento. Os autores sugerem o uso deste método como alternativo aos prejuízos causados no consumo de concentrado quando se usa o consumo de leite à vontade ou aos baixos desempenhos geralmente verificados no manejo usual.

Em trabalho recente, Kristensen et al. (2007) avaliaram o efeito da quantidade de substituto de leite fornecida no consumo de concentrado, no ambiente e no desenvolvimento ruminal de bezerros leiteiros. Os resultados mostraram efeito linear para o consumo de concentrado e desenvolvimento do retículo-rúmen, em porcentagem

do peso vivo (PV), com maiores valores para os animais do tratamento com menor consumo de substituto de leite. Conforme esperado, foi observado efeito crescente nas concentrações molares de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), entre a 2ª e 5ª semana, reflexo direto do aumento do consumo de concentrado pelos animais. Estes resultados mostram que embora alguns sistemas de manejo defendam o fornecimento de maiores quantidades de leite aos animais, a variação entre os resultados coloca os aspectos financeiros e de mão-de-obra como os pontos chave do processo.

Com base em resultados da literatura, diversos autores recomendam o desaleitamento dos animais de forma abrupta em relação ao sistema de desaleitamento gradual realizado por alguns produtores (OTTERBY; LINN, 1981; DAVIS; DRACKLEY, 1998). O desaleitamento gradual é dificultado, devido à falta de operacionalidade do processo, principalmente em grandes rebanhos. Por outro lado, a principal vantagem da retirada abrupta do fornecimento de leite, além da redução da mão-de-obra, está relacionada ao maior estímulo ao consumo de concentrado pelos animais.

Um dos fatores mais importantes, a escolha do critério para o desaleitamento, pode ser baseada em três diferentes parâmetros: a idade, o peso vivo ou o consumo de concentrado inicial. Para que o desaleitamento ocorra sem redução no desempenho animal, não importando qual seja o critério adotado, no momento da retirada do leite, o animal deve apresentar o trato digestório superior, principalmente o retículo-rúmen, desenvolvidos, ou seja, capazes de aproveitar os produtos finais da fermentação microbiana.

Em recente revisão, Kertz e Chester-Jones (2004) reunindo cerca de 24 experimentos publicados no *Journal of Dairy Science* entre os anos de 1998 a 2002 verificaram que em condições experimentais, o desaleitamento ocorria entre 28 e 60 dias após o nascimento, com média de 44 dias, sendo adotados diferentes critérios de desaleitamento. Entretanto, os dados mais recentes publicados pelo National Animal Health Monitoring System (NAHMS, 2003) mostram que o desaleitamento nos Estados Unidos é realizado principalmente de acordo com a idade dos animais. Segundo o levantamento, a idade ao desaleitamento tem evoluído pouco ao longo dos anos, permanecendo sempre ao redor de oito semanas após o nascimento. No Brasil, a idade

fixa como critério também é adotada em muitas propriedades, entretanto o país não possui levantamento de dados oficiais em relação a este parâmetro.

Quigley, Smith e Heitmann (1991) avaliaram as alterações no plasma de bezerros submetidos ao desaleitamento precoce (28 dias) ou mais tardio (56 dias) e verificaram uma rápida adaptação do animal logo após o desaleitamento, independente do período utilizado. Vazquez-Anon et al. (1993) observaram tendência semelhante de adaptação em bezerros desaleitados com cinco semanas de idade.

De acordo com Quigley (1996a), ao desaleitamento, o animal é forçado a uma série de alterações destacando-se principalmente a mudança da fonte principal de nutrientes da forma líquida para a forma sólida, a quantidade de matéria seca consumida, além de mudanças de manejo que geralmente ocorrem neste período. Segundo o autor, na prática, o animal apresenta-se pronto para o desaleitamento quando alcança consumo de concentrado entre 600 e 800 g/ dia para raças de grande porte e entre 400 e 500 g/ dia para raças de pequeno porte, durante três dias consecutivos, independente da idade ou peso.

Neste sentido, Quigley (1996b) avaliou então a influência de diferentes métodos de desaleitamento no crescimento, consumo de concentrado e parâmetros sanguíneos de bezerros Jersey em três diferentes sistemas: 1) desaleitamento aos 35 dias; 2) desaleitamento aos 35 dias, porém com redução gradativa no fornecimento de substituto de leite após os 28 dias; e 3) desaleitamento quando observado consumo de concentrado acima de 454 g por dois dias consecutivos. Os resultados mostraram que os animais do sistema com redução gradativa do fornecimento de substituto de leite apresentaram redução no desempenho em relação aos outros tratamentos. Segundo o autor, isto pode ser explicado por uma menor ingestão de nutrientes resultante da retirada do substituto de leite, e a não compensação com aumento no consumo de concentrado. Embora não tenham sido afetadas pelos tratamentos, como já eram esperadas, as concentrações de β -hidroxi-butirato (BHBA) apresentaram níveis crescentes, refletindo os aumentos no consumo de concentrado pelos animais com o avanço da idade. As concentrações de ácidos graxos livres (AGL) e N-uréico foram maiores para os animais do segundo tratamento, ou seja, com desaleitamento gradativo, provavelmente resultante da queda no consumo de matéria seca pelos

animais durante o período entre o 29^o e 35^o dia de vida. Os animais desaleitados de acordo com o consumo de concentrado apresentaram em média 40 dias para o desaleitamento, resultando em maior consumo de substituto de leite e conseqüentemente aumento nos custos de produção. A partir destes resultados, o autor sugere que, como os animais do primeiro tratamento apresentaram consumo entre 366 e 500 g/ dia, e principalmente por se tratar de animais de raça de menor porte, este intervalo poderia ser utilizado quando for desejado o uso do consumo como critério de desaleitamento.

O uso do consumo de matéria seca (MS) como porcentagem do peso ao nascimento (PN) foi avaliado por Greenwood, Morrill e Titgemeyer (1997) como critério para desaleitamento de bezerros. Foram testados três diferentes percentuais (1, 1,5 e 2%) e os resultados mostraram que o uso do consumo como porcentagem do PN como critério para desaleitamento reduziu a variação na idade à desmama causada por diferentes pesos iniciais entre bezerros. Com base nos resultados e parâmetros avaliados, o uso de 1% do PN como critério, reduziu a idade para o desaleitamento dos animais em relação às outras porcentagens.

Franklin et al. (2003) avaliaram o efeito do fornecimento de concentrado em três formas físicas diferentes na idade para o desaleitamento de bezerros. O trabalho utilizou como critério para desaleitamento o consumo de concentrado acima de 680 g durante dois dias consecutivos. Os dados mostram que não houve influência da forma física do concentrado no aumento ou redução da idade para desmama.

Com base nos resultados apresentados fica evidente que o desaleitamento precoce é uma alternativa viável e passível de ser utilizada nos mais diferentes sistemas de produção. O uso de dieta líquida de qualidade fornecida de maneira correta, além do fornecimento de concentrado de boa qualidade, para promover desenvolvimento ruminal mais precoce, parecem ser os principais aspectos a ser considerados para a obtenção de vantagens no uso deste tipo de sistema. Além disso, os benefícios econômicos e de mão-de-obra indicam a vantagem do uso desta técnica na criação de animais de reposição.

2.2 Desenvolvimento ruminal

O sistema digestório de bezerros inicia seu desenvolvimento no estágio embrionário, onde os compartimentos do estômago (retículo, rúmen, omaso e abomaso), característicos de animais ruminantes, são claramente visíveis cerca de 56 dias após a concepção (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

Em recente revisão, Eastridge (2006) relata que um grande número de trabalhos tem investigado os fatores que afetam o desenvolvimento ruminal em bezerros. O retículo-rúmen apresenta-se pouco desenvolvido ao nascimento; enquanto o abomaso, (ou estômago verdadeiro, por apresentar digestão de proteínas similar a não-ruminantes), é o compartimento predominante, constituindo cerca de 50% do peso total do estômago (CHURCH, 1983; DAVIS; DRACKLEY, 1998).

Ao nascimento, os animais ruminantes apresentam características na digestão de alimentos típicas de animais monogástricos, sendo, nesta fase, o abomaso e o intestino, os principais órgãos de digestão. Entretanto, apesar do desenvolvimento rudimentar, a presença do retículo-rúmen e do omaso os distinguem destes animais.

De acordo com Beharka et al. (1998) o desenvolvimento de animais recém nascidos à condição de ruminante funcional envolve uma série de mudanças anatômicas e fisiológicas do aparelho digestório. Segundo os autores, embora esse desenvolvimento seja inato, a idade tem pouca influência no processo de maturação do epitélio ruminal e no desenvolvimento de papilas ruminais, estruturas importantes para a absorção dos produtos finais resultantes da fermentação microbiana.

Trabalhos pioneiros desenvolvidos nas décadas de 50 e 60 observaram que ao nascer, o retículo, o rúmen e o omaso dos ruminantes apresentam-se não funcionais, com tamanho inferior quando comparados ao abomaso, diferentes do sistema digestório do ruminante adulto (WARNER; FLATT; LOOSLI, 1956; TAMATE et al., 1962). Ao nascimento, as proporções dos compartimentos são entre 35%, 14% e 51%, para retículo-rúmen, omaso e abomaso, respectivamente. Resultados destes trabalhos mostraram que o crescimento de papilas, vascularização e estrutura muscular do rúmen são mínimos ou inexistentes durante as primeiras semanas de vida (WARNER; FLATT;

LOOSLI, 1956; CHURCH, 1988). Dessa forma, ensaios experimentais mostraram que animais ruminantes requerem um desenvolvimento físico e funcional do rúmen, demandado por um desejo inato de consumo de alimentos secos. Entretanto, o rúmen do recém-nascido permanece pouco desenvolvido se os requerimentos dietéticos para este desenvolvimento não forem alcançados.

De acordo com Davis e Drackley (1998), entre 12-16 semanas de idade, os compartimentos do trato digestório superior de bezerros apresentam proporções semelhantes ao de um animal adulto. Segundo os autores, estas proporções são 67%, 18% e 15% para retículo-rúmen, omaso e abomaso, respectivamente, em termos de peso do tecido. A Tabela 2.1 apresenta a evolução na proporção e no peso dos compartimentos do trato digestório superior de bezerros.

Tabela 2.1 - Porcentagem na proporção e peso dos compartimentos do trato digestório superior de bezerros durante semanas de desenvolvimento

	Semanas						
	0	2	4	8	12	17	Adulto
Retículo-rúmen, %	35	40	55	65	66	68	62
Retículo-rúmen, g	95	180	335	770	1.150	2.040	4.540
Omaso, %	14	15	11	14	15	18	24
Omaso, g	40	65	70	160	265	550	1.800
Abomaso, %	51	45	34	21	19	14	14
Abomaso, g	140	200	210	250	330	425	1.030

Adaptado de Lyford (1988)

Tamate et al. (1962) avaliaram o desenvolvimento de bezerros leiteiros sob manejo usual, alimentados com leite, concentrado e feno, e observaram que o desenvolvimento do retículo-rúmen ocorre por volta da quarta semana de idade. Segundo os autores, na oitava semana os compartimentos já ocupam grande parte da cavidade abdominal. Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho et al. (2003), que observaram a inversão nas proporções dos compartimentos retículo-rúmen e abomaso antes dos 50 dias de idade em bezerros desaleitados precocemente.

De acordo com Quigley (1996a), para que o desenvolvimento do sistema digestório do recém-nascido ocorra, o estabelecimento de microrganismos no rúmen, a

presença de líquido, o fluxo de material para fora do rúmen, o desenvolvimento da capacidade de absorção do tecido e a disponibilidade de substrato são essenciais.

No momento do nascimento, o rúmen é estéril, ou seja, bactérias ou outros microrganismos são ausentes. Entretanto, com um dia de idade, grande concentração de bactérias aeróbicas pode ser encontrada (QUIGLEY, 1996a). Com o avanço da idade, o número e o tipo de bactérias se alteram com o consumo de matéria seca e mudanças na fermentação do substrato. Antes do início do consumo de alimentos secos, porém, existe no rúmen a fermentação de outros produtos ingeridos, como pêlo, cama ou leite vindo do abomaso. Portanto, a mudança no número e tipos de bactérias está sempre associada ao tipo de substrato consumido (LENGEMANN; ALLEN, 1959).

Segundo Anderson et al. (1987) o estabelecimento de microrganismos típicos de animais adultos, principalmente *Lactobacillus* é extremamente afetado quando existe o consumo de grandes quantidades de leite pelos animais. Com base nisso, pode-se afirmar que o substrato ingerido afeta os tipos de bactérias ruminais encontradas no rúmen jovem. Assim, animais alimentados somente com feno desenvolvem flora bacteriana diferente de animais alimentados somente com alimentos concentrados. Neste trabalho, bezerros consumindo concentrado inicial desde o terceiro dia de vida apresentaram aumentos nas populações de *Streptococcus bovis*, além do aparecimento de microrganismos celulolíticos e metanogênicos com o avanço da idade.

Minato et al. (1992) observaram uma rápida colonização de bactérias *Escherichia coli* e *Streptococcus* logo após o nascimento de bezerros. Embora concentrado e feno tenham sido fornecidos aos animais desde o terceiro dia de vida, somente após a terceira semana é que foram observados aumentos nas populações destes microrganismos.

De acordo com Beharka et al. (1998) a maior parte das bactérias presentes no rúmen de animais com até três semanas é diferente daquela encontrada em animais adultos. Neste trabalho, bezerros alimentados com concentrado moído apresentaram maior população total de bactérias amilolíticas e celulolíticas quando comparados com animais consumindo dieta mais grosseira. Bryant et al. (1958) já haviam observado diferenças na população microbiana de bezerros com até três semanas de vida em relação a animais adultos. Segundo os autores, foi observada a presença de

microrganismos típicos de animais adultos somente após a nona semana de vida dos animais.

A necessidade da presença de líquido está relacionada com a importância do ambiente aquoso para a colonização das bactérias ruminais, ou seja, sem água suficiente, não ocorre crescimento bacteriano e o desenvolvimento ruminal é diminuído.

De acordo com Quigley (1996a), devido à formação da goteira esofágica, o fornecimento de leite ou substituto de leite tem pouca influência no fornecimento de líquido ao ambiente ruminal. Dessa forma, a maior parte da água que entra no rúmen provém do livre consumo de água pelo animal. Em um dos poucos trabalhos sobre o assunto, Kertz, Reutzel e Mahoney (1984) observaram aumentos no consumo de concentrado, ganho de peso e redução de problemas com diarreia em bezerros consumindo água *ad libitum*.

O desenvolvimento da capacidade de regurgitação do material presente no rúmen, para ser remastigado, é necessário para proporcionar um desenvolvimento ruminal adequado. Ao nascer, o rúmen apresenta pouca atividade muscular, e a regurgitação do material inexistente na primeira semana de vida. Trabalhos mostram que quando os animais iniciam o consumo de alimentos secos, como feno ou concentrado inicial, as contrações ruminais podem ser medidas a partir da terceira semana de vida (VAN SOEST, 1994). Por outro lado, animais consumindo exclusivamente leite apresentam atraso no início das contrações (QUIGLEY, 1996a).

O epitélio ruminal é responsável por importantes funções fisiológicas como absorção, transporte, proteção e metabolismo de ácidos graxos de cadeia curta (GÁLFI; NEOGRÁDY; SAKATA, 1991). Durante a fase de transição de pré-ruminante até ruminante funcional, inicia-se a absorção e utilização de produtos finais da fermentação microbiana, especificamente os ácidos graxos de cadeia curta ruminais (WARNER; FLATT; LOOSLI, 1956). Dessa forma, a presença e absorção destes ácidos são utilizadas como indicativo do metabolismo pelo epitélio ruminal (BALDWIN; MCLEOD, 2000).

A proliferação e crescimento das células epiteliais ruminais resultam no incremento em tamanho e largura de papilas, além da espessura do interior da parede do rúmen (CHURCH, 1988).

Bush (1988) avaliou *in vitro* a produção de produtos finais do metabolismo epitelial em amostras de epitélio de bezerros desaleitados e animais alimentados com leite até os 60 dias. O autor observou que a produção de corpos cetônicos (β -hidroxibutirato e acetoacetato) pelo epitélio de bezerros desaleitados era semelhante à produzida por tecido maduro. Por outro lado, o epitélio dos animais ainda em aleitamento apresentava níveis de produção de cetonas entre 10-15% do valor encontrado nos tecidos maduros.

Um grande número de pesquisas tem indicado que o consumo de alimentos secos e os produtos finais resultantes da fermentação microbiana estimulam o epitélio ruminal (NOCEK; HEALD; POLAN, 1984; GREENWOOD; MORRIL; TITGEMEYER, 1997). Os fatores específicos que envolvem o desenvolvimento do epitélio ruminal têm sido identificados principalmente como a presença dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) resultantes da fermentação microbiana de carboidratos e frações protéicas da dieta.

Baldwin e McLeod (2000) destacam que os principais AGCC são metabolizados em diferentes taxas pelo epitélio ruminal. Os efeitos estimulatórios dos diferentes ácidos graxos de cadeia curta não são iguais, sendo verificada maior atividade estimulatória para o ácido butírico, seguida pelo ácido propiônico, com pouca influência do ácido acético no processo (Tabela 2.2). Resultados deste trabalho mostram que o metabolismo pelo epitélio aumenta com o decréscimo do pH ruminal e aumento nas concentrações de ácido butírico.

Weigand, Young e McGilliard (1972) demonstraram que a taxa de absorção dos principais ácidos graxos ocorre na ordem ácido butírico, ácido propiônico, ácido acético, em condições de pH entre 4,8 e 6,0, se igualando com pH 7,2. Entretanto, segundo os autores, as quantidades transportadas no sangue estão na ordem reversa, ou seja, ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico, demonstrando que a ordem de importância dos AGCC para o desenvolvimento do rúmen é a mesma com que estes ácidos são metabolizados pelo epitélio ruminal.

Tabela 2.2 - Utilização de substrato pela mucosa ruminal de animais alimentados com diferentes dietas¹

Dieta	Substrato ¹			
	Acetato	Propionato	Butirato	Glicose
Leite, concentrado e feno	5,9	29,6	44,1	3,8
Leite	2,9	5,8	4,7	4,2

¹ Incubada em soluções de sais de ácidos acético, propiônico e butírico, contendo 200 μ moles de cada ácido, separados por 3 horas.

(Adaptado de Sutton, McGilliard e Jacobson, 1963)

De acordo com Davis e Drackley (1998), os ácidos butírico e propiônico são os estimuladores primários do crescimento do tecido, em parte por serem extensivamente metabolizados pelo epitélio ruminal durante a absorção. Este metabolismo fornece energia para o crescimento do tecido epitelial e contrações musculares. Adicionalmente, butirato e propionato apresentam diferentes efeitos na proliferação e diferenciação das células do epitélio ruminal. Desse modo, para garantir o crescimento normal dos tecidos dos pré-estômagos, os bezerros devem ser estimulados a consumir alimento seco (concentrado) desde a mais recente idade, uma vez que sua fermentação resulta na produção de ácidos de importância para o processo.

Neste sentido, muitos pesquisadores têm avaliado o efeito dos vários compostos no desenvolvimento do tecido epitelial em relação ao tamanho e número de papilas, e sua habilidade em absorver e metabolizar AGCC (HARRISON et al. 1960; TAMATE et al., 1962; QUIGLEY, 1996a). A presença contínua dos AGCC mantém o crescimento, tamanho e atividade das papilas ruminais. Entretanto, a composição e o tipo da dieta afeta a taxa e extensão do crescimento epitelial de diferentes formas (GREENWOOD et al., 1997).

Sutton, McGilliard e Jacobson (1963) avaliaram a adição de soluções fracas dos ácidos acético, propiônico e butírico no retículo-rúmen de bezerros alimentados com leite (sem oferta de alimento seco), e observaram maiores mudanças na taxa de crescimento do tecido papilar destes compartimentos e maior desenvolvimento da capacidade absorptiva.

De acordo com Baldwin e McLeod (2000), quando introduzidos no rúmen como sais purificados de sódio, o butirato de sódio foi o que mais influenciou no

desenvolvimento epitelial do rúmen de ovinos, seguido pelo propionato de sódio; enquanto o acetato resultou no mínimo desenvolvimento ruminal. A pesquisa identificou o butirato e o propionato como os ácidos graxos de cadeia curta absorvidos o mais prontamente pelo epitélio ruminal, especialmente quando em concentrações fisiológicas.

Lane e Jesse (1997) observaram aumento na altura de papilas ruminais de ovinos submetidos à infusão de AGCC diretamente no rúmen. Bunting et al. (2000) forneceram propionato de cálcio (6,4%) ou de cromo (0,5 mg/kg) via substituto de leite e observaram tendência de maior peso do retículo-rúmen nos animais destes tratamentos.

De acordo com Hayashi et al. (2006), com o desenvolvimento do rúmen e o estabelecimento de populações microbianas se tem o início da produção de ácidos graxos de cadeia curta provenientes da fermentação de carboidratos da dieta. Os AGCC produzidos são absorvidos pelo epitélio ruminal do animal que altera sua fonte de energia. Esta alteração resulta no decréscimo da absorção de glicose pelo intestino delgado e aumento da produção de glicose a partir da gluconeogênese (OTTERBY; LINN, 1981).

Este período é caracterizado por mudanças na absorção intestinal de glicose, ácidos graxos de cadeia longa e aminoácidos provenientes do leite para início da utilização de ácidos graxos de cadeia curta, corpos cetônicos, aminoácidos e proteína microbiana provenientes da fermentação no rúmen (BALDWIN et al., 2004). Segundo Weigand, Young e McGilliard (1972), a extensão da conversão do butirato a corpos cetônicos pelo epitélio ruminal é dependente de taxas de absorção pelo tecido, concentração de ácido butírico e pH.

Nussio (2002) relata que com a passagem gradativa do animal de não ruminante para ruminante, a concentração de glicose no sangue diminui enquanto as concentrações de AGCC, acetato e β -hidroxibutirato aumentam. Durante as primeiras semanas de vida, a concentração plasmática de glicose de bezerros passa de concentrações encontradas em animais monogástricos (em torno de 100 mg/dL) a concentrações típicas de animais ruminantes adultos, próximos de 60 mg/dL (DAVIS; BROWN, 1962). A Figura 1 mostra de forma clara a evolução nas concentrações

plasmáticas dos principais parâmetros sanguíneos de acordo com o avanço da idade de bezerros.

De acordo com Baldwin et al. (2004), a partir destas mudanças o fígado sofre grandes alterações em sua função, com início de processos de síntese de glicose através de gluconeogênese, de uréia, síntese de proteínas, além de outras importantes funções para o ruminante adulto.

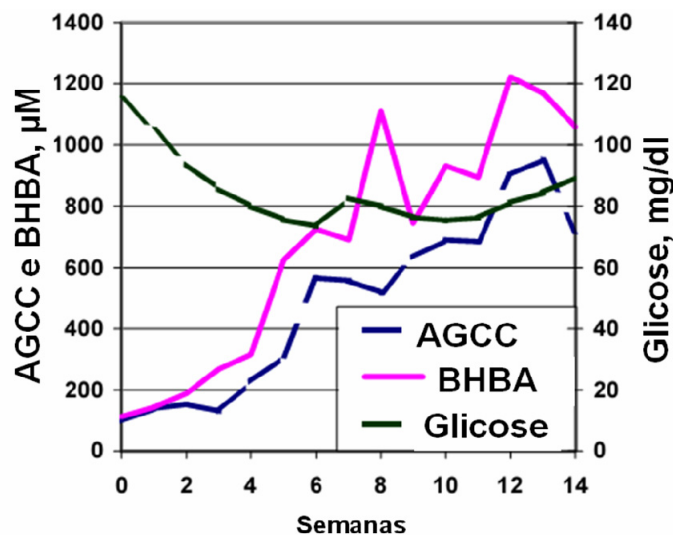


Figura 2.1 - Evolução dos parâmetros sanguíneos de acordo com as semanas de desenvolvimento de bezerros (Adaptado de Engstrom, 2005)

Suárez et al. (2006) observaram variações crescentes nas concentrações plasmáticas de acetato e β -hidroxibutirato com o desenvolvimento ruminal de bezerros. Quigley, Smith e Heitmann (1991) avaliaram as mudanças que ocorrem nas concentrações plasmáticas de glicose e β -hidroxibutirato em bezerros desaleitados aos 28 ou 56 dias de idade. As concentrações de glicose plasmática nos bezerros desaleitados mais cedo (aos 28 dias) tenderam a ser menores que as encontradas nos animais desaleitados aos 56 dias. Por outro lado, as concentrações de β -hidroxibutirato apresentaram-se crescentes durante as semanas de experimento, servindo de indicativo do desenvolvimento da função do epitélio ruminal.

A colonização microbiana, disponibilidade de água, além do desenvolvimento da capacidade absorptiva são fatores importantes e sinais de ocorrência de desenvolvimento ruminal. Entretanto, o fator determinante para que isto ocorra é o consumo de alimento sólido o mais cedo possível. Devido à alta taxa de fermentação de grãos, com grande quantidade de carboidratos fermentáveis até ácidos propiônico e butírico, estes são os melhores promotores do desenvolvimento ruminal precoce. Por outro lado, diversos trabalhos mostram que carboidratos estruturais originados de forragens são fermentados até ácido acético, contribuindo pouco para o desenvolvimento ruminal.

A composição química dos concentrados causa desenvolvimento na população microbiana, e conseqüente aumento na produção de ácido butírico e propiônico, que também influenciam na redução do pH ruminal. De acordo com Zitnan et al. (1998), forragens têm habilidade de manter pH ruminal mais elevado, devido ao maior tamanho de partícula e perfil de fermentação. A manutenção de um pH ruminal mais elevado suporta populações microbianas associadas tipicamente com forragens, que por sua vez alteram a produção de butirato e propionato para acetato.

O crescimento normal e desenvolvimento do trato digestório do ruminante podem ser alterados pelo consumo de alimentos concentrados ou volumosos, níveis de inclusão, sua forma física, entre outros fatores. Porém, a composição química e os produtos finais resultantes da fermentação é que tem mostrado maior influência no desenvolvimento do epitélio ruminal (NOCEK; HEALD; POLAN, 1984).

O consumo de forragens aumenta o estímulo físico à parede do rúmen, provocando desenvolvimento muscular e em volume (WARNER; FLATT; LOOSLI, 1956; VAZQUEZ-ANON et al., 1993; ZITNAN et al., 1998). A principal evidência para esse desenvolvimento muscular independente do crescimento epitelial é encontrada nos estudos que determinaram os efeitos de material inerte (esponjas) no desenvolvimento muscular, do epitélio e capacidade ruminal (HARRISON et al., 1960, HUBER, 1969).

Suárez et al. (2007) não observaram maior desempenho de animais consumindo diferentes inclusões de forragem na dieta, entretanto, foi observado maior desenvolvimento da parede ruminal. Ochoa et al. (1994) avaliaram o efeito de diferentes

dietas no desenvolvimento ruminal e de papilas de bezerros mestiços e observaram maiores proporções de retículo-rúmen para animais consumindo concentrado e leite ou concentrado, feno e leite, quando comparados com animais consumindo somente leite. Entretanto, foi observado maior comprimento de papilas ruminais nos animais consumindo dieta com leite e concentrado, sem adição de feno. Por outro lado, Coelho et al. (2000) não observaram, no momento do abate, diferenças no desenvolvimento de papilas ruminais de bezerros consumindo feno desde o sexto dia ou a partir dos sessenta dias de vida.

Coverdale et al. (2004) investigaram o efeito de várias taxas de inclusão de forragem e a forma física da dieta no desenvolvimento ruminal e crescimento de bezerros. O ganho de peso diário e a eficiência alimentar foram afetados pelos tratamentos, sendo os animais que recebiam dieta farelada ou com qualquer adição de feno os que apresentaram os maiores ganhos. A concentração de AGCC foi afetada pelos tratamentos e pelo avanço da idade dos animais, quando as concentrações aumentaram. Os animais recebendo dieta grosseira apresentaram maiores concentrações de AGCC, apresentando maiores concentrações molares de propionato e butirato.

Beharka et al. (1998) avaliaram o efeito da forma física da dieta no desenvolvimento anatômico, microbiano e fermentativo do rúmen de bezerros recém nascidos canulados no rúmen. Houve efeito da idade no pH ruminal, com declínio após a 2ª semana. Na décima semana, o pH ruminal voltou a aumentar, provavelmente devido ao aumento no consumo de forragens. Foram observados menores valores de pH nos animais consumindo dieta moída. Os animais recebendo dieta não moída apresentaram maior desenvolvimento do epitélio ruminal, entretanto a forma física da dieta não afetou o desenvolvimento ruminal em relação ao peso cheio ou vazio do retículo-rúmen.

Um grande número de pesquisas têm relatado o mínimo desenvolvimento ruminal em bezerros recebendo leite ou sucedâneo como único alimento (TAMATE et al., 1962; McGAVIN; MORRIL, 1976; KLEIN et al. 1987), havendo relato de regressão do desenvolvimento ruminal quando troca-se o alimento seco por leite ou sucedâneo (HARRISON et al., 1960). Além disso, a composição química e a formação da goteira

esofágica limitam a habilidade de estimular o desenvolvimento ruminal (WARNER; FLATT; LOOSLI, 1956), com mínima atividade metabólica e absorção de ácidos graxos de cadeia curta pelo epitélio ruminal. Com base nestas informações, pode-se afirmar que o consumo de alimentos sólidos desde a mais precoce idade, tem se mostrado como o fator mais importante para o desenvolvimento ruminal, já que diferentemente de alimentos líquidos, são preferencialmente direcionados para o retículo-rúmen para fermentação (CHURCH, 1988).

2.3 Aditivos promotores de desenvolvimento ruminal

O uso de aditivos que possibilitem alterações no metabolismo ruminal em todos os seus aspectos tem sido amplamente estudado ao longo dos anos pelos principais centros de pesquisa do mundo. Com base em estudos de metabolismo ruminal, que mostram principalmente os ácidos butírico e propiônico como os principais estimuladores do desenvolvimento e maturação do órgão, o uso de aditivos que forneçam maiores concentrações destes AGCC parece ser uma estratégia bastante promissora para o uso em animais em aleitamento.

A busca de aditivos focando a união entre efeitos econômicos e biológicos favoráveis têm levado à procura de novos produtos para utilização na nutrição animal. Nesse sentido, o potencial de uso do ácido butírico tem recebido atenção especial, aliado ao conhecimento científico que mostra benefícios de seu uso no campo tanto da nutrição e medicina humana, quanto de seus potenciais benefícios aos animais domésticos (JANSSENS; NOLLET, 2002).

O ácido butírico é um dos três principais ácidos graxos de cadeia curta produzido no intestino de animais monogástricos ou resultante da fermentação microbiana que ocorre no rúmen (POUILLART, 1998).

Estudos com humanos mostram que o ácido butírico tem ação moduladora na sobrevivência e na proteção das células da mucosa intestinal. Trabalhos com suínos consumindo o ácido na forma do sal butirato de sódio, mostram aumento nas

vilosidades intestinais e no consumo voluntário pelos animais (JANSSENS; NOLLET, 2002).

Entre as principais características relacionadas ao ácido butírico, destacam-se resultados *in vivo* onde este se apresenta como um grande estimulador do crescimento celular (JANSSENS; NOLLET, 2002). De acordo com os autores, entre outras funções exercidas, destacam-se o fornecimento de energia para a mucosa intestinal, estímulo para diferenciação celular dos enterócitos, estímulo na multiplicação de células basais, aumento na superfície de contato das vilosidades, entre outras. Resultados em outras espécies de animais, como aves e coelhos, mostram efeito na microflora intestinal, com redução na contagem de microrganismos patogênicos como a *Escherichia coli* ou aumento na contagem de microrganismos desejáveis como *Lactobacillus* com o fornecimento de ácido butírico.

Da mesma forma, o uso do ácido propiônico, na forma de sais tem sido realizada para prevenção de distúrbios metabólicos como cetose ou hipocalcemia em vacas leiteiras (SANTOS, 2006), com o objetivo de fornecer energia prontamente disponível aos animais durante o período pós-parto. Entretanto, seu uso como estimulador do desenvolvimento do epitélio ruminal de bezerros tem sido pouco pesquisado.

Com base no conhecimento em relação aos efeitos positivos dos ácidos butírico e propiônico no desenvolvimento e maturação do epitélio ruminal de bezerros durante a fase de transição de não-ruminante para ruminante funcional, a adição de butirato ou propionato, na forma de seus respectivos sais, pode apresentar-se como uma alternativa interessante para esta categoria animal.

Diversos estudos indicam o desenvolvimento epitelial do rúmen aumentado quando são adicionadas soluções contendo os sais dos ácidos graxos butírico e propiônico no órgão (BALDWIN; MCLEOD, 2000). Trabalhos com infusão de AGCC no rúmen de carneiros também observaram maior índice mitótico de células de epitélio ruminal destes animais (SAKATA; TAMATE, 1979; LANE; JESSE, 1997).

Bunting et al. (2000) avaliaram o fornecimento de propionato de cálcio (6,4%) ou de cromo (0,5 mg/kg) via substituto de leite e não observaram aumento no ganho de peso de bezerros. Entretanto, os animais recebendo propionato de cálcio apresentaram tendência de maior crescimento do retículo-rúmen como porcentagem do peso vivo.

Neste experimento, o fornecimento via substituto de leite pode ter prejudicado o resultado esperado, principalmente devido à formação da goteira esofágica e o direcionamento do produto para o abomaso, e não para o rúmen, como desejado.

Com o objetivo de avaliar as respostas em relação aos parâmetros sanguíneos e de desempenho de bezerros, Martin et al. (1959) administraram sais dos ácidos graxos acético, propiônico e butírico em substituição à dieta sólida dos animais. Foram utilizados outros dois tratamentos controle, com alimentação exclusiva de leite ou com alimentação com leite, concentrado e feno para melhor avaliar os resultados encontrados. Os dados mostraram uma maior concentração de AGCC e corpos cetônicos no sangue dos animais dos tratamentos consumindo os sais dos ácidos graxos ou com consumo de concentrado. Foram observadas também menores concentrações de glicose nos animais destes tratamentos. Neste trabalho foi possível observar que, com três semanas de idade, os bezerros apresentaram o início na absorção dos AGCC resultantes da fermentação microbiana no rúmen ou da adição dos sais, indicando o início no desenvolvimento do epitélio ruminal.

Sander et al. (1959) estudaram o efeito da infusão direta de butirato de sódio e propionato de sódio no rúmen de bezerros canulados no desenvolvimento da mucosa ruminal. Foi também testada a administração de soluções de acetato de sódio, cloreto de sódio, glicose, além de um tratamento controle durante 11 semanas. Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, sendo observado um maior crescimento das papilas ruminais para os animais dos tratamentos com butirato de sódio e propionato de sódio. Houve também tendência dos animais destes tratamentos apresentarem maior desenvolvimento do retículo, e maior capacidade do retículo-rúmen para os animais do tratamento com butirato de sódio, embora não tenha apresentado diferença significativa para este parâmetro.

Em trabalho subsequente, Tamate et al. (1962) investigaram o efeito da administração intra-ruminal através de cápsulas de sais dos ácidos acético, propiônico e butírico. Os animais foram divididos em 3 grupos de acordo com o sistema de alimentação: 1) somente leite; 2) leite, concentrado e feno; 3) leite com administração das cápsulas contendo os ácidos acético, propiônico e butírico, além de acetato de potássio, propionato de sódio e butirato de sódio. Os animais submetidos à

administração de propiônico e butírico apresentaram maior desenvolvimento do rúmen quando comparados com os animais consumindo somente leite. Entretanto, os animais do tratamento com manejo típico, com administração de leite, concentrado e feno, apresentaram maior desenvolvimento do rúmen tanto em capacidade, quanto no desenvolvimento de papilas. Segundo os autores, a falta de um estabelecimento da dosagem destes ácidos e sais, necessária para um estímulo esperado, dificultou a obtenção de melhores resultados.

Recentemente, Costa (2003) avaliou o efeito da infusão, através de cateteres, de ácidos graxos de cadeia curta butírico, propiônico e ácido láctico no rúmen de bezerros dos 52 aos 89 dias de idade. Os animais foram mantidos até este período com o rúmen “não-funcional”, sendo administrado somente leite até o início do período experimental. Foram observados maiores pesos de rúmen para os animais com infusão de ácido butírico, embora estes não tenham apresentado maiores desenvolvimentos das papilas em altura.

Embora trabalhos *in vitro* ou com a infusão direta no rúmen apresentem efeitos positivos em relação ao uso de sais dos ácidos butírico e propiônico no desenvolvimento ruminal de bezerros, não foram encontrados trabalhos que avaliassem o seu uso no concentrado inicial com o objetivo de alcançar uma maturação do órgão mais precoce.

Além do uso de sais de ácidos graxos, alterações no padrão de fermentação podem ser obtidas com o uso de ionóforos como a monensina. Os ionóforos, principalmente a monensina, são os aditivos mais utilizados e pesquisados na nutrição de ruminantes em todas as categorias animais (MORAIS; BERCHIELLI; REIS, 2006).

A monensina é um dos mais de 120 tipos de ionóforos conhecidos resultante da fermentação de vários tipos de actinomicetos, produzidos por bactérias do gênero *Streptomyces* (MORAIS; BERCHIELLI; REIS, 2006). Seu modo de ação ocorre pela seleção de bactérias Gram-negativas, que são produtoras de ácido succínico e inibição das Gram-positivas, produtoras dos ácidos acético, butírico e láctico (BERGEN; BATES, 1984).

De acordo com Russel e Strobel (1989), a diferença no modo de ação entre os microrganismos se deve à diferença entre os envoltórios celulares das Gram-negativas

que possuem uma parede celular e uma membrana externa de proteção com canais com aproximadamente 600 Dalton. Dessa forma, como a maioria dos ionóforos utilizados é maior que 600 Dalton, estas células tornam-se impermeáveis, o que não ocorre com as Gram-positivas, que são permeáveis aos ionóforos.

Com a exposição à monensina, o potássio (K^+), o cátion de maior concentração intracelular, começa a ser expulso da célula na tentativa de equilibrar a entrada de H^+ e aumento de sódio (Na^+) provocado pelo ionóforo, causando um desequilíbrio osmoelétrico, que resulta na ativação de vários processos de homeostase que consomem energia intracelular, provocando a morte da célula (McGUFFEY; RICHARDSON; WILKINSON, 2001; PERES; SIMAS, 2006). De acordo com Pressman (1976), citado na revisão apresentada por McGuffey, Richardson e Wilkinson (2001), estas reações ocorrem rapidamente, a uma taxa de mais de 1000 eventos por segundo.

O uso de ionóforos em animais adultos tem demonstrado alterações nas concentrações de ácidos graxos de cadeia curta, principalmente aumento na produção de propionato e redução de acetato e butirato (RUSSEL; STROBEL, 1989). O aumento na produção de propionato e alteração nos padrões de fermentação são parcialmente explicados pela seleção a favor de microrganismos Gram-negativos que ocorre no rúmen. Entretanto grande parte do propionato produzido é resultante de alterações no metabolismo provocadas pelos ionóforos na população de bactérias Gram-negativas (BERGEN; BATES, 1984; McGUFFEY; RICHARDSON; WILKINSON, 2001).

Melhorias no desempenho e na fermentação ruminal também foram observadas, com redução de problemas com acidose em animais adultos ou de coccidiose em animais jovens, principalmente devido à seleção de microrganismos causadores destes problemas.

Como a diarreia é a principal doença que acomete bezerros nas primeiras semanas de vida, o uso de ionóforos como a monensina e a lasalocida, que também são coccidiostáticos, tem aumentado nos sistemas de produção de leite. Segundo Sinks, Quigley e Reinemeyer (1992) a coccidiose é causada por parasitas do gênero *Eimeria*, transmitida pela ingestão de oocistos por contato com o alimento, água, pastagens ou qualquer outro produto contaminado.

Diversos pesquisadores têm demonstrado benefícios com o uso de ionóforos na prevenção ou controle da coccidiose em bezerros. Além disso, são observados efeitos positivos nas taxas de crescimento, principalmente nos sistemas de desaleitamento precoce, com o uso destes produtos.

Stromberg et al. (1986) observaram a redução de oocistos de *Eimeria* em animais consumindo monensina no concentrado. Sinks, Quigley e Reinemeyer (1992) observaram efeito semelhante em bezerros consumindo lasalocida, além de melhorias no ganho de peso nestes animais.

Trabalhos com o uso dos coccidiostáticos decoquinato, lasalocida ou a combinação dos dois no controle da coccidiose em animais contaminados naturalmente, apresentaram eficácia na redução de oocistos e pequena vantagem no ganho de peso (WAGGONER; CECAVA; KAZACOS, 1994). Anderson et al. (1988) observaram maior ganho de peso e consumo em bezerros consumindo lasalocida no leite na dosagem de 1 mg/ kg de peso vivo. Por outro lado, Nussio, Huber e Nussio (2002) não observaram diferenças no desempenho de bezerros consumindo concentrado com adição de decoquinato, monensina ou lasalocida. Entretanto, embora não tenham sido observadas diferenças significativas, os animais consumindo monensina apresentaram menor ganho de peso e menor consumo de matéria seca de concentrado.

Resultados semelhantes foram obtidos por Klotz e Heitmann (2006) avaliando o efeito da suplementação de lasalocida no concentrado nos parâmetros metabólicos e de desempenho de bezerros leiteiros. Não foram observadas diferenças significativas entre os animais suplementados ou não com o ionóforo em nenhum dos parâmetros avaliados. Segundo os autores, outra função importante atribuída ao uso de ionóforos, o controle da coccidiose, não apresentou resultados satisfatórios no experimento, provavelmente devido à dose insuficiente do produto no concentrado. Outros resultados mostram que quando o sistema de criação está instalado em condições sanitárias adequadas, a inclusão de ionóforos para controle de coccidiose parece não apresentar vantagens de seu uso.

Com o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão de monensina e grãos processados no desempenho e desenvolvimento do rúmen de bezerros leiteiros, Nussio

et al. (2003) não observaram efeito no ganho de peso, consumo de concentrado ou nos parâmetros sanguíneos de bezerras consumindo o ionóforo através de concentrado inicial. Também não foram observadas diferenças no pH e na concentração de ácidos graxos de cadeia curta ruminal, ou nas medidas morfométricas dos compartimentos do trato digestório superior.

Estes trabalhos mostram que existe uma grande variação entre os resultados e pouca pesquisa quanto ao assunto, tornando necessária uma maior investigação em relação ao uso de aditivos como a monensina ou sais de ácidos graxos para bezerras em aleitamento. Além disso, é necessária a realização de mais trabalhos avaliando os reais efeitos da inclusão desses produtos no concentrado inicial com objetivo de estimular o desenvolvimento ruminal através de alterações no perfil de fermentação ou da adição de ácidos importantes para este processo.

Referências

ANDERSON, K.L.; NAGARAJA, T.G.; MORRIL, J.L.; AVERY, T.B.; GALITZER, S.J.; BOYER, J.E. Ruminal microbial development in conventionally or early weaned calves. **Journal of Animal Science**, Albany, v.64, p. 1215-1226, 1987

ANDERSON, K.L.; NAGARAJA, T.G.; MORRILL, J.L.; REDDY, P.G.; AVERY, T.B.; ANDERSON, N.V. Performance and ruminal changes of early-weaned calves fed lasalocid. **Journal of Animal Science**, Albany, v.66, p.806-813, 1988.

BALDWIN, R. L.; VI, MCLEOD, K. R. Effects of diet forage:concentrate ratio and metabolizable energy intake on isolated rumen epithelial cell metabolism in vitro. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 78, p. 771-783, 2000.

BALDWIN, R.L.; McLEOD K.R.; KLOTZ J.L.; HEITMANN R.N. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and postweaning ruminant. **J Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 87 (E. Suppl.), p. 55-65, 2004.

BEHARKA, A. A.; NAGARAJA, T. G.; MORRILL, J. L.; KENNEDY, G. A.; KLEMM R. D. Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 81, p. 1946-1955, 1998.

BERGEN, W.G.; BATES, D.B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 58, n. 6, p.1465-1483, 1984.

BITTAR, C.M.M.; FERREIRA, L.S.; SANTOS, V.P.; ZOPOLLATTO, M.; MORA, R. Desempenho animal e crescimento do trato digestório superior de bezerros leiteiros aleitados com leite integral ou sucedâneo até oito semanas de vida. In: 43a. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, **Anais...**, João Pessoa, 2006, CD-ROM.

BRYANT, M.P.; SMALL, C.; BOUMA, C.; ROBINSON, I. Studies on the Composition of the Ruminal Flora and Fauna of Young Calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 41, p.1747-1767, 1958.

BUNTING, L.D.; TARIFA, T.A.; CROCHET, B.T.; FERNANDEZ, J.M.; DEPEW, C.L.; LOVEJOY, J.C. Effects os dietary of chromium propionate and calcium propionate on glucose disposal and gastrointestinal development. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 83, p.2491-2498, 2000.

BUSH, R.S. Effect of age and diet on in vitro metabolism in rumen epithelium from Holstein calves. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 68, 1245-1251, 1988.

CARVALHO, P.A.; SANCHEZ, L.M.B.; VIEGAS, J.; VELHO, J.P.; JAURIS, G.C.; RODRIGUES, M.B. Desenvolvimento de estômago de bezerros Holandeses desaleitados precocemente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1461-1468, 2003.

CHURCH, D. C. **Digestive physiology and nutrition of ruminants**. Corvallis: Prentice-Hall, 1983. v.1, 316 p.

_____. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice-Hall, 1988. 564 p.

COELHO, S.G.; SATURNINO, H.M.; CALIARI, M.V.; OLIVEIRA, H.N.; CARVALHO, A.U.; GONÇALVES, G.C.R. pH ruminal, tamanho e área das papilas do saco ventral até os 90 dias de idade de bezerros desmamados aos 30 dias e alimentados com ou sem volumoso até os 60 dias. In: 37a. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000, **Anais...**, Viçosa, 2000, CD-ROM.

COSTA, S.F. **Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e epiderme de bezerros**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003. 123p.

COVERDALE, J.A.; TYLER H. D; QUIGLEY, J. D. III; BRUMM, J. A. Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 87, p. 2554–2562, 2004.

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

DAVIS, C.L.; BROWN, R.E. Availability and metabolism of various substrates in ruminants. IV. Glucose metabolism in the young calf and growing steer **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 45, p.513-516, 1962.

EASTRIDGE, M.L. Major advances in applied dairy cattle nutrition. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.89, p. 1311-1323, 2006.

ENGSTROM, M. Heifers from birth to 300 lb: how important is rumen development? In: MID-SOUTH RUMINANT NUTRITION CONFERENCE, 2005, Dresden. **Proceedings...**, Dresden: University of Tennessee, 2005. p.59-65.

FRANKLIN, S.T.; AMARAL-PHILIPS, D.M.; JACKSON, J.A.; CAMPBELL, A.A. Health and performance of Holstein calves that suckled or were hand-fed colostrum and were fed one of three physical forms of starter. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 86, p. 2145-2153, 2003.

GÁLFI, P.; NEOGRÁDY, S.; SAKATA, T. Effects of volatile fatty acids on epithelial cell proliferation of the digestive tract and its hormonal mediator. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RUMEN PHYSIOLOGY, 7., Delaware, 1991. **Proceedings...**, Delaware: Academic Press, 1991. p. 49.

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**, Lancaster, v. 80, p. 2542-2546, 1997.

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

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

HAYASHI, H., KAWAI, M., NONAKA, I., TERADA, F., KATOH, K., OBARA, Y. Developmental Changes in the Kinetics of Glucose and Urea in Holstein Calves **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 89, p.1654-1661, 2006.

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

JANSSENS, G.; NOLLET, L. Sodium butyrate in animal nutrition. In: II Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, 2002, **Anais...**, Uberlândia: CBNA, 2002. p. 239-250.

JASPER, J.; WEARY, D.M. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 85, n. 11, p. 3054-3058, 2002.

KERTZ, A.F.; CHESTER-JONES, H. Invited Review: Guidelines for measuring and reporting calf and heifer experimental data. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 87, p.3577-3580, 2004.

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

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

KLEIN, R.R.; KINCAID, R.L.; HODGSON, A.S.; HARRISON, J.H.; HILLERS, J.K.; CRONATH, J.D. Dietary fiber and early weaning on growth and rumen development of calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.70, p.2095-2104, 1987.

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

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

LANE, M.A.; JESSE, B.W. Effect of volatile fatty acid infusion on development of rumen epithelium in neonatal sheep. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 80, p.740-746, 1997.

LENGEMANN, F.W.; ALLEN, N.N. Development of rumen function in the dairy calf. II. Effect of diet upon characteristics of the rumen flora and fauna of young calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 42, p.1171, 1959.

LYDORF JR., S.J. Growth and development of the ruminant digestive system. In: CHURCH, D.C. **The ruminant animal**: digestive physiology and nutrition. New Jersey: Prentice-Hall, 1988. p.44-63.

McGAVIN, M.D.; MORRIL, J.C. Dissection technique for examination of the bovine ruminoreticulum. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 42, p. 535-538, 1976.

McGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L.F.; WILKINSON, J.I.D. Ionophores for dairy cattle:

NUSSIO, C. M. B. Custo de criação de novilhas para reposição em sistemas de confinamento total. **Revista Leite DPA**, São Paulo, v.4, n. 36, p.8-11, 2004.

_____. **Processamento de milho e suplementação com monensina para bezerros leiteiros pré e pós desmama precoce**. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002, 104p.

NUSSIO, C.M.B.; HUBER, J.T.; NUSSIO, L.G. Decoquinate, lasalocid and monensin for starter feeds and the performance of Holstein calves to 20 weeks of age. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.3, p.421-426, 2002.

NUSSIO, C. M. B.; SANTOS, F. A. P.; ZOPOLLATTO, M.; PIRES, A.V.; MORAIS, J.B.; FERNANDES, J.J.R. Parâmetros de fermentação e medidas morfométricas dos compartimentos ruminais de bezerros leiteiros suplementados com milho processado (Floculado vs. Laminado a vapor) e monensina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.4, p.1021-1031, 2003.

OCHOA, S.M.; NEIVA, R.S.; GIRÃO, L.C.F.; OLIVEIRA, A.I.G. Desenvolvimento ruminal e papilar em bezerros mestiços (Holandês-Zebu). **Ciência e Prática**, Lavras, v.18, n.3, p. 320-325, 1994.

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

OWEN, F.G.; LARSON, L.L. A simplified liquid feeding program for calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 65, p. 1350—1356, 1982.

PERES, J.R.; SIMAS, J. Perspectivas da utilização de ionóforos na produção de bovinos. In: BITTAR, C.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P.; MATTOS, W.R.S. Minerais e aditivos para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 8, 2006, Piracicaba, **Anais...**, Piracicaba: FEALQ, 2006. p.225-248.

POUILLART, P.R. Role of butyric acid and its derivatives in the treatment of colorectal cancer and hemoglobinopathies. **Life Sciences**, Amsterdam, v. 63, p.1739-1760, 1998.

QUIGLEY III, J.D. Feeding prior to weaning. In: CALVES, HEIFERS AND DAIRY PROFITABILITY NATIONAL CONFERENCE, 1996a, Harrisburg. **Proceedings...**, Harrisburg: Northeast regional agricultural engineering service cooperative extension, 1996a. p.245-255.

_____. Influence of weaning method on growth, intake, and selected blood metabolites in Jersey calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.79, p.2255-2260, 1996b.

QUIGLEY III, J.D.; SMITH, Z.P.; HEITMANN, R.N. Changes in plasma volatile fatty acids in response to weaning and feed intake in young calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.74, p.258-263, 1991.

QUIGLEY III, J.D.; BOEHMS, I.; STEEN, T. M.; HEITMANN, R.N. Effects of lasalocid on selected ruminal and blood metabolites in young calves **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 75, p.2235-2241, 1992.

RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 55, p.1-6, 1989.

SAKATA, T.; TAMATE, H. Rumen epithelium cell proliferation accelerated by propionate and acetate. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.62, p.49-52, 1979.

SANDER, E.G.; WARNER, R.G.; HARRISON H.N.; LOOSLI, J.K. The stimulatory effect of sodium butyrate and sodium propionate on the development of rumen mucosa in the young calf. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 42, p.1600-1605, 1959.

SANTOS, J.E.P. Distúrbios metabólicos. In: BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, G.S. **Nutrição de ruminantes**, Jaboticabal: FUNEP, 2006. 583 p.

SILVA, T.M.; OLIVEIRA, M.D.S.; ARTONI, S.B.A.; CRUZ, C. Desenvolvimento alométrico do trato gastrointestinal de bezerros da raça holandesa alimentados com diferentes dietas líquidas durante o aleitamento. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n.4, p. 493-499, 2004.

SINKS, G.D.; QUIGLEY III, J.D.; REINEMEYER, C.R. Effects of lasalocid on coccidial infection and growth in young dairy calves. **Journal of American Veterinary Medicine Association**, Washington, v.200, p.1947, 1992.

STROMBERG, B.E.; SCHLOTTAUER, J.C.; HAMANN, K.J.; SAATARA, H.; BEMRICK, W.J. Experimental bovine coccidiosis: control with monensin. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 22, p.135-140, 1986.

SUTTON, J.D.; MCGILLIARD, A.D.; RICHARD, M.; JACOBSON, N.L. Funcional development of rumen mucosa. II. Metabolic activity. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.46, 530 – 537, 1963.

SUAREZ, B. J.; VAN REENEN, C. G.; BELDMAN, G.; VAN DELEN, J.; DIJKSTRA, J.; GERRITS, W. J. J. Effects of supplementing concentrates differing in carbohydrate composition in veal calf diets: I. animal performance and rumen fermentation characteristics **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 89, p. 4365–4375, 2006.

SUAREZ, B. J.; VAN REENEN, C. G.; STOCKHOFE, N.; DIJKSTRA, J.; GERRITS, W. J. J. Effect of roughage source and roughage to concentrate ratio on animal performance and rumen development in veal calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 90, p. 2390–2403, 2007.

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

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VASCONCELOS, M.A.; FAÇANHA, D.A.; OLIVO, C.J.; CARVALHO, N.M.; LAURENTINO, L.D.; NEUMAYER, R. Desempenho de bezerros da raça holandesa submetidos a diferentes dietas líquidas e instalações. In: 33a. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996, **Anais...**, Fortaleza, v.3, p.147-149, 1996.

VAZQUEZ-ANON, M.; HEINRICH, A. J.; ALDRICH, J. M.; VARGA, G. A. Postweaning age effects on rumen fermentation end-products and digesta kinetics in calves weaned at 5 weeks of age. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 76, p. 2742-2748, 1993.

WAGGONER, J.K.; CECAVA, M.J.; KASACOS, K.R. Efficacy of lasalocid and decoquinate against coccidiosis in naturally infected dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 77, p. 349-353, 1994.

WARNER, R. G.; FLATT, W. P.; LOOSLI, J. K. Dietary factors influencing the development of the ruminant stomach. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 4, p. 788-792, 1956.

WEIGAND, E.; YOUNG, J.W.; MCGILLIARD, A.D. Extent of butyrate metabolism by the rumino-reticulum epithelium and the relationship to absorptive rate. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 55. p. 589-597, 1972.

ZITNAN, R.; VOIGT, J.; SCHONHUSEN, U.; WEGNER, J.; KOKARDOVA, M.; HAGEMEISTER, H.; LEVKUT, M.; KUHLA, S.; SOMMER, A. Influence of dietary concentrate to forage ratio on the development of rumen mucosa in calves. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 51, p. 279-291, 1998.

3 EFEITO DA ADIÇÃO DE BUTIRATO DE SÓDIO, PROPIONATO DE CÁLCIO OU MONENSINA SÓDICA NO CONCENTRADO INICIAL SOBRE O DESEMPENHO DE BEZERRAS LEITEIRAS

Resumo

O uso de aditivos que forneçam maiores concentrações de ácidos graxos de cadeia curta importantes para o desenvolvimento ruminal ou que promovam alterações no padrão de fermentação se destaca como estratégia para redução no período de aleitamento e melhoria do desempenho de bezerras leiteiras. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio no concentrado inicial sobre o desempenho de bezerras leiteiras antes e após o desaleitamento. Vinte e quatro bezerras recém-nascidas da raça Holandesa foram alojadas em abrigos individuais até a décima semana de vida, com livre acesso à água e alimentadas com quatro litros de leite/ dia, em duas refeições. Os animais foram distribuídos em blocos de acordo com o peso ao nascer e data de nascimento, e alocados em um dos seguintes tratamentos, conforme o aditivo no concentrado: 1) Butirato de sódio (0,15%); 2) Monensina sódica (30 ppm); 3) Propionato de cálcio (0,15%). Durante dez semanas os animais receberam concentrado inicial *ad libitum* enquanto feno de capim-coast-cross foi fornecido à vontade somente após o desaleitamento, que ocorreu na oitava semana. Semanalmente, os animais foram pesados e avaliados quanto à altura na cernelha, largura do traseiro e perímetro torácico. A partir da quarta semana foram realizadas colheitas semanais de amostras de sangue, duas horas após a alimentação da manhã, para determinação de glicose, ácidos graxos livres (AGL) e β -hidroxibutirato (BHBA) no plasma. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para o consumo de concentrado e de feno, peso vivo e ganho de peso diário dos animais ($P>0,05$). No entanto, foram observados efeitos de idade ($P<0,0001$) para todos os parâmetros avaliados, exceto para o consumo de feno. As avaliações quanto à altura na cernelha e perímetro torácico também não apresentaram diferenças entre os tratamentos ($P>0,05$), entretanto as medidas de largura de traseiro foram menores para os animais do tratamento com adição de propionato de cálcio ($P<0,05$). As concentrações plasmáticas de glicose, AGL e BHBA não foram afetadas pelos tratamentos ($P>0,05$). Houve efeito significativo da idade dos animais ($P<0,0001$) para a concentração plasmática de glicose, com redução nas concentrações com o avanço da idade dos animais. A inclusão dos aditivos resultou em desempenho satisfatório de bezerras leiteiras antes e após o desaleitamento. A monensina sódica pode ser substituída por sais de ácidos orgânicos sem prejuízo ao desempenho de bezerros leiteiros.

Palavras-chave: Aditivos, Desaleitamento precoce, Desenvolvimento ruminal, Ionóforos.

EFFECT OF SODIUM BUTYRATE, CALCIUM PROPIONATE OR SODIUM MONENSIN INCLUSION IN STARTER FEED ON THE PERFORMANCE OF DAIRY CALVES

Abstract

The use of additives that provide higher concentrations of short-chain fatty acids important for the ruminal development or promote changes in the pattern of fermentation stand out as strategies for reduction in milk feed period and improving dairy calves performance. The objective of this study was the evaluation of starter feed inclusion of sodium butyrate, monensin or calcium propionate on dairy calves performance, before and after weaning. Twenty-four newborn Holstein calves were housed on individual hutches until ten weeks of life, receiving water free choice, and fed with four liters of milk daily in two meals. The animals were divided into blocks according to weight and date of birth, and allocated in one of the following treatments, according to the additive at the starter: 1) Sodium butyrate (0.15%); 2) Monensin (30 ppm); 3) Calcium propionate (0.15%). During ten weeks the animals received starter feed *ad libitum* while the coast-cross hay was offered only after weaning, which occurred at the eighth week. Weekly, the animals were weighted and evaluated as to the whiter height, hearth girth and hip width. Blood samples were taken after the fourth week of age, two hours after the morning feeding, for determination of plasma glucose, free fatty acids, and β -hydroxybutyrate. No significant differences were observed among treatments for starter or hay intake, body weight and daily gain of the animals ($P > 0.05$). However, a significant age effect ($P < 0.0001$) was observed for all parameters, except for the hay intake. Whiter height and hearth girth measures were also not affected by treatments ($P > 0.05$), however the measures of hip width of the animals were smaller for treatment with addition of calcium propionate ($P < 0.05$). Average plasma concentrations of glucose, free fatty acids, and β -hydroxybutyrate were not affected by treatment ($P > 0.05$). There was significant effect of age ($P < 0.0001$) for the plasma concentration of glucose, with reduction in the concentrations with the advance of age. The inclusion of additives resulted in satisfactory performance of dairy calves before and after weaning. Sodium monensin may be replaced by organic acids salts without reducing dairy calves performance.

Keywords: Additives, Early weaning, Ionophores, Ruminal development.

3.1 Introdução

As vantagens, principalmente econômicas, do sistema de desaleitamento precoce, têm resultado na busca de técnicas que possibilitem sua utilização sem comprometimento do desempenho dos animais. Para que o desaleitamento precoce ocorra com sucesso, a bezerra deve apresentar o rúmen parcialmente desenvolvido, e assim manter ganho de peso satisfatório, fator fortemente associado ao consumo de matéria seca e a conseqüente produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC).

Um grande número de trabalhos tem relatado um mínimo desenvolvimento ruminal em bezerros recebendo leite ou sucedâneo como único alimento (TAMATE et al., 1962; McGAVIN; MORRIL, 1976; KLEIN et al. 1987) ou consumindo forragens (WARNER; FLATT; LOOSLI, 1956; VAZQUEZ-ANON et al., 1993; ZITNAN et al., 1998). A alta taxa de fermentação de grãos, com grande quantidade de carboidratos fermentáveis, resulta em maior desenvolvimento na população microbiana, e conseqüente aumento na produção de ácido butírico e propiônico, tendo grande influência no desenvolvimento do epitélio ruminal (NOCEK; HEALD; POLAN, 1984).

Dessa forma, com base em estudos de metabolismo ruminal, que apontam os ácidos butírico e propiônico como os principais estimuladores do desenvolvimento e maturação do rúmen, o uso de aditivos que forneçam maiores concentrações destes AGCC ou que promovam alterações no padrão de fermentação se destaca como estratégia para redução no período de aleitamento.

A busca de aditivos com efeitos econômicos e biológicos favoráveis também tem considerado produtos com o intuito de obter melhor desempenho em animais de reposição. Além disso, com a proibição na Europa do uso de antibióticos como a monensina como promotores de crescimento, a avaliação de produtos alternativos ganha especial importância em todo o mundo.

Neste sentido, os sais de ácidos orgânicos mostram-se como uma alternativa viável em substituição a monensina para inclusão em rações de animais com o rúmen em desenvolvimento. Pesquisas *in vivo* com monogástricos mostraram que o butirato de sódio apresenta-se como um grande estimulador do crescimento celular (JANSSENS; NOLLET, 2002). Além disso, resultados obtidos com outras espécies de

animais, como aves e coelhos, mostram efeito na microflora intestinal, com redução na contagem de microrganismos patogênicos ou aumento na contagem de microrganismos desejáveis. Da mesma forma, o uso do propionato de cálcio tem sido largamente utilizado para prevenção de distúrbios metabólicos, com o objetivo de fornecer energia prontamente disponível para vacas leiteiras.

Diversos estudos indicam melhor desenvolvimento do epitélio ruminal quando são adicionadas soluções contendo os sais dos ácidos butírico e propiônico no órgão (BALDWIN; McLEOD, 2000). Trabalhos com infusão de AGCC no rúmen de carneiros e bezerros também observaram maior índice mitótico de células de epitélio ruminal destes animais (SANDER et al.,1959; SAKATA; TAMATE, 1979; LANE; JESSE, 1997), entretanto, nestes trabalhos, não são avaliados parâmetros referentes ao desempenho animal.

Embora trabalhos *in vitro* ou com a infusão direta no rúmen sugiram efeitos positivos em relação ao uso de sais de propionato ou butirato no desenvolvimento ruminal de bezerros, não foram encontrados trabalhos que avaliassem o seu uso no concentrado inicial com o objetivo de promover maturação do órgão mais precoce e conseqüentemente aumentar as taxas de crescimento animal. Bunting et al. (2000) avaliaram o fornecimento de propionato de cálcio (6,4%) ou de cromo (0,5 mg/kg) via substituto de leite e não observaram aumento no ganho de peso de bezerros, porém os animais recebendo propionato de cálcio apresentaram tendência de maior crescimento do retículo-rúmen como porcentagem do peso vivo.

Como a diarreia é a principal doença que acomete bezerros nas primeiras semanas de vida, a inclusão de monensina no concentrado inicial tem aumentado nos sistemas de produção de leite, devido a sua eficácia no controle de coccidiose (STROMBERG et al.,1986; SINKS; QUIGLEY; REINEMEYER,1992; WAGGONER; CECAVA; KAZACOS, 1994).

O uso de ionóforos em animais adultos tem demonstrado alterações nas concentrações de ácidos graxos de cadeia curta, principalmente com aumento na produção de propionato e redução de acetato e butirato (RUSSEL; STROBEL, 1989). Além disso, são observados efeitos positivos nas taxas de crescimento, principalmente nos sistemas de desaleitamento precoce, com o uso destes produtos (FITZGERALD;

MANSFIELD, 1984; WATKINS et al., 1987; ANDERSON et al., 1988). Por outro lado, outros autores não observaram diferenças no desempenho quando diferentes ionóforos foram fornecidos via substituto de leite (QUIGLEY et al., 1992) ou no concentrado inicial (NUSSIO; HUBER; NUSSIO, 2002; NUSSIO et al., 2003a; KLOTZ; HEITMANN, 2006), provavelmente devido a variações no desenvolvimento do rúmen dos animais avaliados.

A grande variação entre os resultados sobre o desempenho dos animais torna necessária uma maior investigação em relação ao uso de monensina ou sais de ácidos graxos para bezerras em aleitamento. Além disso, é necessária a realização de mais trabalhos avaliando os reais efeitos da inclusão destes produtos no concentrado inicial com objetivo de estimular o desenvolvimento ruminal e assim garantir desempenho animal satisfatório.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio no concentrado inicial sobre o desempenho de bezerras leiteiras, antes e após o desaleitamento.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Animais, instalações e manejo alimentar

Foram utilizadas 24 bezerras da raça Holandesa em um delineamento experimental do tipo blocos ao acaso. O experimento foi conduzido no Sistema de Produção de Leite da Embrapa Pecuária Sudeste (CPPSE), São Carlos, SP, durante o período de março a novembro de 2006.

Após o nascimento, os animais foram separados da mãe, alojados em casinhas individuais e receberam 2 litros de colostro logo após o nascimento, e a cada 12 horas, até o segundo dia de vida. Decorrido este período, os animais passaram a receber 4 litros de leite por dia, divididos em duas refeições (07 e 18h), além de terem livre acesso à água e ao concentrado inicial.

Os animais foram distribuídos em blocos, de acordo com o peso ao nascer e data de nascimento, e alocados em um dos seguintes tratamentos, de acordo com o aditivo no concentrado inicial: 1) Butirato de sódio (0,15%); 2) Monensina sódica (30 ppm); 3) Propionato de cálcio (0,15%).

O concentrado comercial farelado foi fornecido toda manhã, *ad libitum*, pesando-se a sobra do dia anterior, de forma a se obter o consumo diário de concentrado. Um único concentrado inicial foi formulado de acordo com as recomendações do NRC (2001) para atender as exigências destes animais, com mínimo de 18% de proteína bruta (PB) e 70% de nutrientes digestíveis totais (NDT). Os aditivos foram misturados ao concentrado com o auxílio de um misturador de rações tipo “Y” com capacidade máxima para 20 kg, de forma que a única diferença entre os tratamentos era o aditivo incluído.

O desaleitamento dos animais foi realizado de acordo com a idade, de forma abrupta, na oitava semana de vida, sendo o consumo de leite interrompido a partir desta data. A partir do desaleitamento, feno de capim-coast-cross foi fornecido à vontade, sendo o consumo semanal monitorado.

3.2.2 Análises químico-bromatológicas

Amostras de concentrado e feno fornecidos foram colhidas a cada nova batida ou partida, secas a 55°C e moídas a 1 mm para determinação de matéria seca (MS) a 105°C e extrato etéreo de acordo com Campos, Nussio e Nussio (2002); proteína bruta (PB) através de combustão, conforme método de Dumas, utilizando-se o analisador de nitrogênio LECO[®], modelo FP-528; fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) pelo método descrito por Van Soest, Robertson e Lewis (1991); e amido conforme descrito por Poore et al. (1989). Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados de acordo com as equações propostas por Kearl (1982) para cada tipo de alimento. A Tabela 3.1 apresenta a composição bromatológica dos concentrados experimentais, assim como a composição do feno fornecido após o desaleitamento.

Tabela 3.1 - Composição bromatológica dos concentrados experimentais e do feno de capim-coast-cross

Parâmetro	Tratamentos ¹			Feno
	B	P	M	
Matéria seca, %	89,99	90,47	89,81	91,61
Proteína Bruta, % MS	21,25	22,28	22,43	8,11
Extrato Etéreo, % MS	1,31	1,25	1,18	0,79
Amido, % MS	37,65	35,90	35,41	-
Fibra Detergente Neutro, % MS	23,87	21,34	25,62	78,45
Nutrientes Digestíveis Totais, % MS	72,11	71,84	71,43	51,90

¹ Concentrado inicial com adição de: B= butirato de sódio; P= propionato de cálcio; M=monensina sódica.

3.2.3 Avaliação do desempenho e desenvolvimento corporal

Os animais foram pesados ao nascer e semanalmente, sempre antes do fornecimento do leite da manhã, em balança mecânica, até 10 semanas de vida, quando se encerrou o período experimental. Foram também mensuradas semanalmente, a altura na cernelha e largura de traseiro, utilizando-se régua com escala em centímetros; e perímetro torácico com fita flexível, também com escala em centímetros.

3.2.4 Colheita de sangue e metodologia analítica

3.2.4.1 Colheita de sangue

Amostras de sangue foram colhidas a partir da quarta semana de vida, através de punção da jugular, utilizando-se tubos vacuolizados contendo fluoreto de sódio como antiglicolítico e EDTA de potássio como anticoagulante. As colheitas de sangue foram realizadas semanalmente, sempre duas horas após o aleitamento da manhã. As amostras foram centrifugadas a 2000 x g, durante 20 minutos, a temperatura de 4°C. O plasma foi armazenado em tubetes plásticos e mantido em freezer para posterior determinação de glicose, ácidos graxos livres (AGL) e β -hidroxibutirato (BHBA).

3.2.4.2 Determinação de glicose plasmática

As determinações das concentrações plasmáticas de glicose foram realizadas através de leitura direta em autoanalisador bioquímico YSI 2700 (Biochemistry Analyser, Yellow Spring, OH, EUA), no Laboratório de Bromatologia, do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ. O equipamento realiza a leitura direta em membrana com enzima glicose oxidase imobilizada, utilizando solução de dextrose com concentração de 2 g/L como calibrador interno.

3.2.4.3 Determinação de ácidos graxos livres (AGL) no plasma

As concentrações de ácidos graxos livres no plasma foram determinadas através do kit enzimático NEFA-c (Wako Chemicals GmbH, Richmond, VA), modificado para leitura em leitor de microplaca (BIO-RAD, Hercules, CA, EUA), utilizando-se filtro de absorvância de 540 nm. O padrão interno (1 mEq/L de ácido oléico) foi diluído em solução salina (0,9 % de NaCl) para obtenção da curva padrão, com as concentrações de 0; 0,125; 0,5; 0,75 e 1,0 mEq/L. As amostras foram diluídas em solução salina, na concentração de 1:4 (10 μ L:40 μ L), com uso de pipetador automático diretamente na microplaca. Em seguida, 50 μ L de Reagente A foi pipetado em cada poço da microplaca, seguido de agitação e incubação em estufa a 37°C por 10 minutos. Após este período, 100 μ L de Reagente B foi adicionado da mesma maneira e incubado por mais 10 minutos a 37°C, sendo a leitura das microplacas realizada 3 minutos após a retirada da estufa.

3.2.4.4 Determinação de β -hidroxibutirato (BHBA) no plasma

A determinação de β -hidroxibutirato foi realizada utilizando-se kit CATAGEM C444-10, com adaptação para leitura em microplaca em aparelho Microplate Reader BIO-RAD, utilizando filtro com absorvância de 340 nm. Foram utilizados para obtenção da curva de calibração valores de 1,190; 0,595; 0,2975 e 0 mmol/L, obtidos a partir da

solução padrão fornecida com o kit. Uma alíquota de 3 μ L de amostra foi pipetada na placa, acrescida de 150 μ L de reagente A, seguida por leitura no aparelho para obtenção da absorbância inicial. Em seguida, foram adicionados 30 μ L de Reagente B e após dois minutos foi realizada uma nova leitura da placa. A diferença entre as leituras inicial e final foi utilizada para construção da curva de regressão e obtenção dos resultados.

3.2.5 Análise estatística

Os dados apresentados de consumo de matéria seca, peso vivo, ganho de peso diário e de desenvolvimento corporal foram analisados como medidas repetidas no tempo através do PROC MIXED do pacote SAS (1991), utilizando-se o peso ao nascer como covariável. Os dados de glicose, ácidos graxos livres e β -hidroxibutirato no plasma foram analisados a partir do PROC MIXED do pacote SAS (1991), levando em conta o efeito de semana de colheita da amostra. Foram considerados como significativos valores de $P \leq 0,05$, para todos os parâmetros avaliados.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Consumo

Os dados referentes ao consumo de concentrado inicial e feno (g MS/dia), durante o período experimental estão apresentados na Tabela 3.2. O consumo de concentrado não foi afetado pelos tratamentos ($P > 0,05$), entretanto, conforme esperado, houve efeito da idade (semana), com consumo crescente durante o período experimental ($P < 0,0001$). Outros autores observaram tendência semelhante de aumento no consumo de concentrado por bezerros, principalmente devido ao desenvolvimento e aumento da capacidade do rúmen destes animais durante as primeiras semanas de vida (KLEIN et al., 1987; LUCHINI; LANE; COMBS, 1991; VAZQUEZ-ANON et al., 1993; GREENWOOD; MORRIL; TITGEMEYER, 1997; KLOTZ; HEITMANN, 2006).

Tabelas 3.2 - Médias dos quadrados mínimos do consumo de concentrado e de feno (g MS/dia) por bezerras recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio

	Tratamentos ¹			EPM ²	P< ³		
	B	M	P		T	I	T x I
Consumo de concentrado							
Até o desaleitamento ⁴	343,8	429,0	483,8	65,0	0,31	<,0001	0,12
Ao desaleitamento ⁴	962,1	1091,1	1231,4	124,6	0,32	-	-
Após desaleitamento ⁴	1664,3	1578,7	1643,1	97,2	0,82	0,005	0,77
Média do período total	704,1	752,9	822,6	73,06	0,51	<,0001	0,03
Consumo de feno							
Média do período total ⁵	316,5	349,7	267,7	66,42	0,70	0,50	0,03

¹ Concentrado inicial com adição de: B= butirato de sódio; M=monensina sódica; P= propionato de cálcio.

² EPM=Erro padrão da média

³ T: Efeito do tratamento; I: efeito da idade do animal (semana); T x I: efeito da interação tratamento e idade do animal.

⁴ Até o desaleitamento = consumo médio no período entre a primeira e oitava semana; Ao desaleitamento = consumo médio à oitava semana; Após desaleitamento = consumo médio no período entre a nona e décima semana.

⁵ Dados do consumo de feno se referem somente ao período após o desaleitamento.

Os resultados observados estão acima da média esperada para bezerros leiteiros com a mesma idade, conforme revisão apresentada por Davis e Drackley (1998), embora os dados do consumo de concentrado durante o período de aleitamento tenham sido semelhantes aos apresentados por outros autores (QUIGLEY, 1996b). Por outro lado, Nussio et al. (2003a) observaram baixo consumo por bezerras consumindo concentrado com ou sem a adição de monensina até o momento do desaleitamento, o que pode ter prejudicado o desempenho dos animais no período subsequente.

No caso de sistema que utiliza o consumo mínimo de concentrado como critério para o desaleitamento, o menor consumo observado em bezerros do tratamento com adição de butirato de sódio, sugere um maior período de aleitamento destes animais em comparação aos outros tratamentos. Quigley (1996a) recomenda o desaleitamento de bezerras da raça Holandesa, sem prejuízos no desempenho animal, quando o consumo atinge entre 700-800 g de matéria original de concentrado por dia. Com base nestas recomendações, conforme pode ser visualizado na Figura 3.1, os bezerros consumindo

concentrado contendo monensina ou propionato de cálcio poderiam ser desaleitados na sexta semana. Entretanto, os animais do tratamento com butirato de sódio apresentaram consumo dentro destas recomendações somente na sétima semana.

Foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) para interação tratamento x idade, com menor consumo de concentrado inicial para o tratamento com adição de butirato de sódio em relação aos tratamentos monensina e propionato de cálcio durante a sexta e sétima semana e somente em relação ao tratamento com adição de propionato de cálcio na oitava semana, conforme mostra a Figura 3.1. Embora o tratamento com adição de butirato de sódio tenha apresentado menor consumo durante estes períodos, não foram observadas diferenças entre os tratamentos no momento do desaleitamento, quando os animais apresentaram consumo de concentrado de aproximadamente 1 kg de MS por dia.

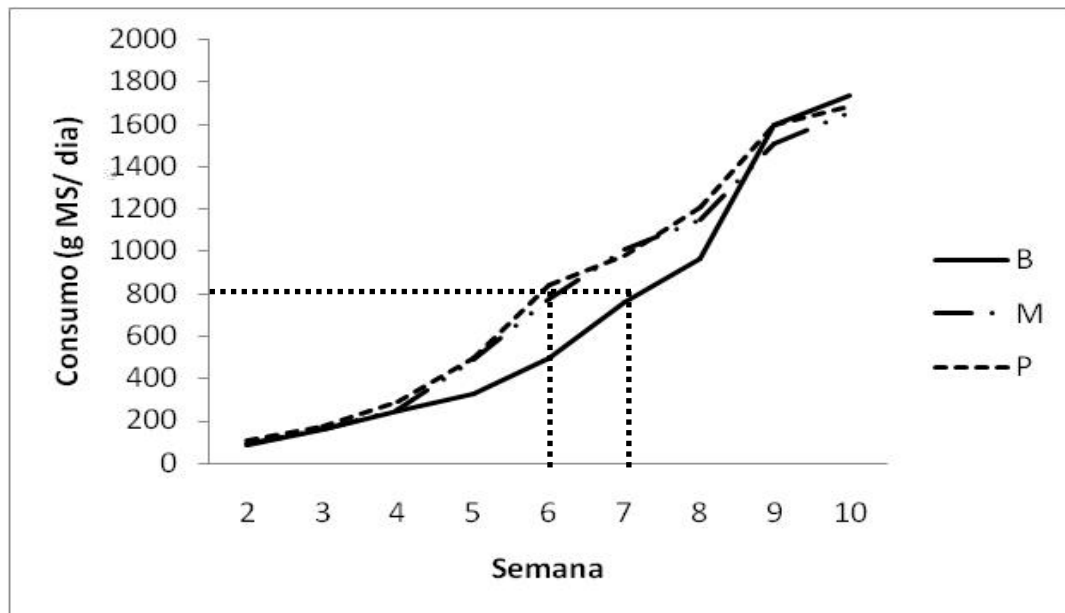


Figura 3.1 – Consumo de concentrado (g MS/ dia), de acordo com a idade, por bezerras recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)

Diversos autores têm relatado menor consumo por bezerros alimentados com concentrados contendo monensina. De acordo com Nussio, Huber e Nussio (2002), a adição de monensina no concentrado inicial de bezerros leiteiros pode ter influência

negativa no consumo. Estes autores observaram menores consumos de concentrado contendo monensina somente após a fase de aleitamento, sugerindo que o efeito inibidor ocorra somente quando o animal apresenta o rúmen parcialmente desenvolvido. Além disso, alguns autores relatam com freqüência o efeito inibidor da monensina no consumo de matéria seca em animais adultos (McGUFFEY; RICHARDSON; WILKINSON, 2001).

Entretanto, os resultados do presente trabalho mostraram que a monensina não afetou o consumo de concentrado, podendo ser incluída sem prejuízos em programas de desaleitamento precoce baseados no consumo de concentrado, como sugerido por Quigley (1996a). Em revisão apresentada por Goodrich et al. (1984) a monensina também não afetou o consumo pelos animais. Da mesma forma, Nussio et al. (2003a) também não observaram efeito negativo no consumo de concentrado com a adição do ionóforo, antes ou após o desaleitamento. De maneira geral, os dados deste trabalho e da literatura mostram que os resultados com a adição de monensina em concentrados iniciais para bezerros em aleitamento ainda são inconsistentes.

No único trabalho utilizando o fornecimento de propionato de cálcio, o aditivo foi fornecido via substituto de leite e o consumo de concentrado não foi monitorado (BUNTING et al., 2000). Esperava-se que a inclusão de propionato de cálcio pudesse reduzir o consumo de concentrado uma vez que está relacionado ao controle do consumo de alimento, possivelmente por reduzir o tempo para estimular a saciedade durante uma refeição (BRADFORD; ALLEN, 2007). O propionato de cálcio tem sido utilizado como aditivo em rações para vacas no período de transição com o objetivo de fornecer energia prontamente disponível para um animal com balanço energético negativo devido ao seu característico baixo consumo de matéria seca associado à alta demanda por energia (GOFF et al., 1996). O fornecimento de energia prontamente disponível para animais em crescimento poderia reduzir o consumo de concentrado ou aumentar o ganho de peso sem alterar o consumo, uma vez que estes animais não estão em balanço energético negativo, entretanto este comportamento não foi observado neste trabalho.

Os dados de consumo de feno se referem apenas ao período após o desaleitamento (nona e décima semanas) e estão apresentados na Tabela 3.2. O

consumo de feno (g MS/ d) não apresentou diferenças entre os tratamentos ($P>0,05$), embora tenham sido observadas diferenças significativas para a interação tratamento x idade, com menor consumo para o tratamento butirato de sódio durante a nona semana.

Os adequados valores de consumo de concentrado e conseqüente desenvolvimento ruminal podem ter contribuído para um satisfatório consumo de feno pelos animais na fase após o desaleitamento. O sucesso do desaleitamento está fortemente ligado ao consumo de concentrado e conseqüente desenvolvimento ruminal, permitindo que o animal assuma a dieta de um ruminante funcional, com consumo adequado de concentrado e volumoso, mantendo ou aumentando taxas de ganho de peso.

Segundo Quigley (1996a), o consumo de forragem é importante para promover o crescimento da parede muscular do rúmen e manutenção da saúde do epitélio ruminal. Entretanto, uma vez que não participa do desenvolvimento e maturação do epitélio ruminal (papilas), devido ao seu perfil de fermentação, seu fornecimento tem sido recomendado somente após o desaleitamento, quando o animal precisa aumentar sua capacidade de consumo. Lizieiri et al. (2002) observaram menor consumo de concentrado quando pasto de capim estrela ou feno de alfafa foram oferecidos a bezerros durante a fase de aleitamento. Segundo os autores, como o fornecimento de feno pode reduzir o consumo de concentrado, devido à baixa capacidade de consumo dos animais, o fornecimento de volumoso deve ser realizado somente após o desaleitamento dos animais.

Nussio et al. (2003a) observaram baixo consumo de feno em bezerros desaleitados na sexta semana de vida, provavelmente pelo menor desenvolvimento ruminal relacionado ao baixo consumo de concentrado nesta fase. Resultados semelhantes foram obtidos por Bernardes et al. (2007) e Suárez et al. (2007), que também observaram baixo consumo de feno por bezerros durante as primeiras semanas de vida dos animais, sendo observados aumentos no consumo somente após o desaleitamento.

3.3.2 Desempenho

A Tabela 3.3 apresenta os dados médios de peso vivo (PV) e ganho de peso diário (GPD) observados durante os períodos pré e pós desaleitamento dos animais. O ganho de peso diário médio e o peso vivo médio não foram afetados pelos tratamentos ($P>0,05$) em nenhum dos períodos apresentados. Entretanto, houve efeito da idade do animal ($P<0,0001$) tanto para o peso vivo quanto para o ganho de peso diário, sendo estes valores crescentes com o avanço da idade dos animais. As taxas de crescimento animal apresentam-se de acordo com o observado na literatura para animais em aleitamento (HOFFMAN, 1997; HEINRICHS; LOSINGER, 1998; KERTZ; CHESTER-JONES, 2004), fator relacionado principalmente ao consumo de concentrado dentro das recomendações, o que garantiu ganhos diários satisfatórios também após o desaleitamento.

Tabela 3.3 - Média dos quadrados mínimos do ganho de peso diário e do peso vivo de bezerras recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio

	Tratamentos ¹			EPM ²	P< ³		
	B	M	P		T	I	T x I
Ganho de peso diário, kg/d							
Até o desaleitamento ⁴	0,455	0,513	0,474	0,03	0,42	<,0001	0,91
Ao desaleitamento ⁴	0,791	0,795	0,792	0,07	0,97	-	-
Média do período total	0,490	0,529	0,481	0,03	0,54	<,0001	0,85
Peso vivo, kg							
Inicial ⁵	35,5	38,3	34,9	1,55	0,26	-	-
Ao desaleitamento ⁵	60,7	67,7	61,3	2,74	0,17	-	-
Final ⁵	69,3	76,5	68,0	3,28	0,18	-	-
Média do período total	51,1	53,3	51,3	1,14	0,36	<,0001	0,23

¹ Concentrado inicial com adição de: B= butirato de sódio; M=monensina sódica; P= propionato de cálcio.

² EPM=Erro padrão da média

³ T: Efeito do tratamento; I: efeito da idade do animal (semana); T x I: efeito da interação tratamento e idade do animal.

⁴ Até o desaleitamento = GPD médio entre a primeira e a oitava semana; Ao desaleitamento = GPD médio à oitava semana;

⁵ Inicial = peso médio ao nascer; Ao desaleitamento = peso médio à oitava semana; Final = peso médio à décima semana.

Na Figura 3.2 é possível verificar uma evolução crescente no ganho de peso dos animais com o avanço da idade, conseqüência direta do aumento no consumo de matéria seca. A redução no ganho de peso após a oitava semana, é conseqüência direta do desaleitamento, período em que ocorrem as maiores mudanças nas condições de alimentação dos animais, com a retirada abrupta da dieta líquida e fornecimento exclusivo de dieta sólida. Entretanto, na semana seguinte, é possível observar uma recuperação no ganho diário pelos animais, ocasionado por aumentos no consumo de concentrado neste mesmo período. É importante salientar que o consumo de concentrado continuou a aumentar na semana do desaleitamento e nas semanas subseqüentes. Entretanto, é provável que o aumento não tenha ocorrido na velocidade adequada para a manutenção das taxas de ganho de peso.

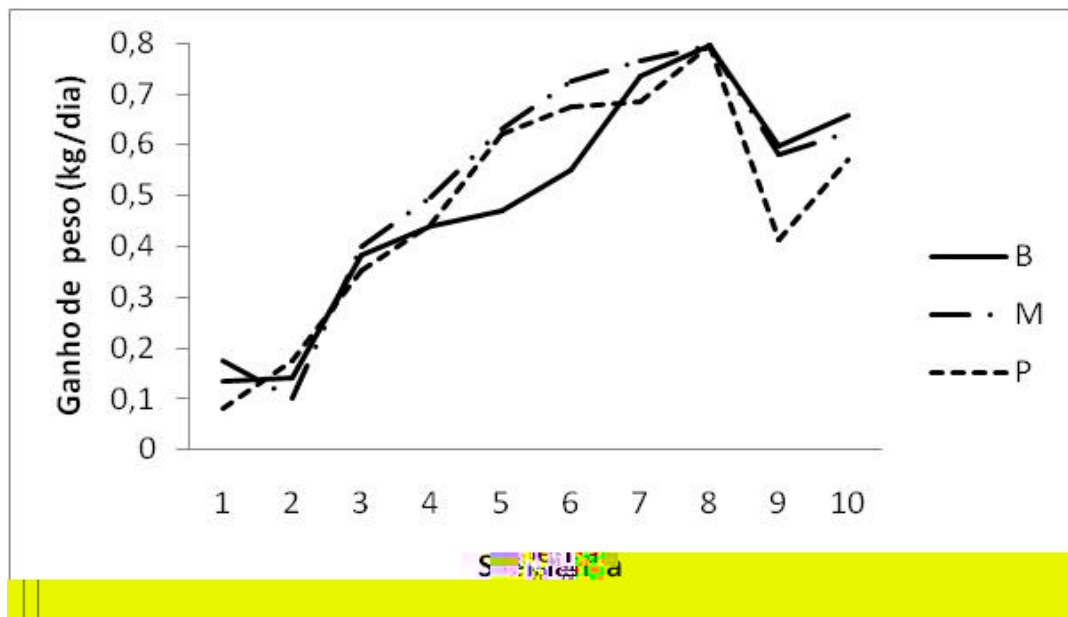


Figura 3.2 – Ganho de peso diário (kg/dia), de acordo com a idade, de bezerras recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)

Embora os animais no tratamento com adição de butirato de sódio tenham consumido menores quantidades de concentrado durante as semanas 6, 7 e 8 (Figura 3.1), isso não refletiu de forma significativa em menores ganhos de peso ($P > 0,05$) ou

peso vivo ($P>0,05$). Entretanto, a Figura 3.2 mostra de forma clara os menores ganhos de peso nos animais deste tratamento exatamente nas semanas onde ocorreram os menores consumos de concentrado, embora não tenham sido verificadas diferenças significativas entre os tratamentos.

Da mesma forma, apesar dos animais do tratamento com monensina terem apresentado maiores pesos iniciais, a utilização do peso ao nascer como co-variável nas análises estatísticas garantiu que os resultados não fossem influenciados por este fator. Portanto, não foram observadas diferenças entre os tratamentos tanto para o ganho de peso, quanto para o peso vivo ao desaleitamento ou ao final do experimento (Figura 3.3).

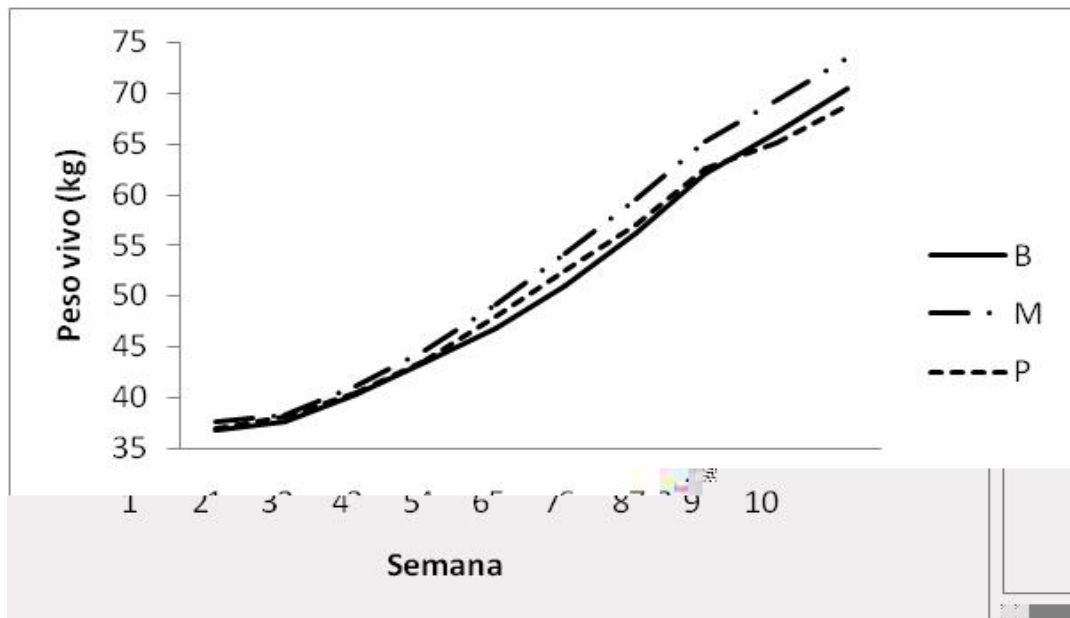


Figura 3.3 – Peso vivo (kg), de acordo com a idade, de bezerras recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)

Nussio, Huber e Nussio (2002) estudaram o desempenho de animais consumindo monensina e também observaram desenvolvimento de acordo com as recomendações da literatura. Entretanto, a suplementação de monensina ou outros ionóforos para bezerros em aleitamento tem resultado em resposta inconsistente em relação ao desempenho dos animais. Enquanto em alguns trabalhos ocorre melhoria no

desempenho dos animais (FITZGERALD; MANSFIELD, 1984; WATKINS et al., 1987; SINKS et al., 1992; QUIGLEY et al., 1996c), outros autores não observaram este efeito (STOCKDALE; SHEARD; TIFFIN, 1982; FOREYT; RICE; WESCOTT, 1986).

Klotz e Heitmann (2006) não observaram melhores ganhos de peso em bezerros consumindo concentrado com adição de lasalocida. Segundo Nussio et al. (2003a), é provável que o efeito não significativo da monensina e outros ionóforos com relação ao desempenho esteja relacionada à ação diferenciada de ionóforos em animais com o rúmen em desenvolvimento mais precoce ou mais tardio, de acordo com o sistema de produção e desaleitamento dos animais nos diferentes trabalhos.

No trabalho de Bunting et al. (2000), o fornecimento de propionato de cálcio via substituto de leite não resultou em aumento no ganho de peso dos animais, assim como observado no presente trabalho. Sumner, Valdez e Mcnamara (2007) também não observaram melhores ganhos de peso e peso vivo em novilhas com cerca de 11 meses de idade consumindo propionato de cromo em diversas doses. Dados sobre o desempenho de bezerros consumindo butirato de sódio são escassos, entretanto trabalhos demonstram melhores ganhos de peso em suínos (GALFI; BOKORI, 1990) e aves (HUA; GUO, 2007).

3.3.3 Crescimento e desenvolvimento corporal

As mensurações iniciais, finais e médias da altura na cernelha e perímetro torácico não apresentaram diferenças entre os tratamentos ($P > 0,05$) e estão apresentadas na Tabela 3.4. Embora as medidas iniciais de largura de traseiro não tenham apresentado diferenças entre os tratamentos, foi observada tendência ($P = 0,09$) dos animais do tratamento com adição de propionato de cálcio apresentarem menores valores ao final do experimento. Da mesma forma, foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos, com os animais consumindo concentrado inicial com adição de propionato de cálcio apresentando menores valores de largura de traseiro em relação aos consumindo butirato de sódio ou monensina.

De acordo com Heinrichs et al. (2007) as principais medidas de desenvolvimento corporal apresentam grande correlação com o peso vivo e desempenho dos animais.

Os dados de altura na cernelha encontrados no presente trabalho corroboram os encontrados por Heinrichs e Hargrove (1987) e Hoffman (1997) em rebanhos comerciais dos Estados Unidos. Por outro lado, Heinrichs e Losinger (1998) observaram maiores valores de medidas de altura na cernelha de bezerras com 10 semanas de idade, o que corresponde aos valores finais do presente estudo. Entretanto, estes animais apresentavam, ao nascimento, maiores alturas na cernelha, o que pode ter influenciado diretamente os resultados finais.

Tabela 3.4 - Médias dos quadrados mínimos das medidas de altura na cernelha, perímetro torácico e largura de traseiro de bezerras recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio

	Tratamentos ¹			EPM ²	P< ³		
	B	M	P		T	I	T x I
Altura na cernelha, cm							
Inicial ⁴	75,5	74,5	72,9	1,07	0,24	-	-
Final							

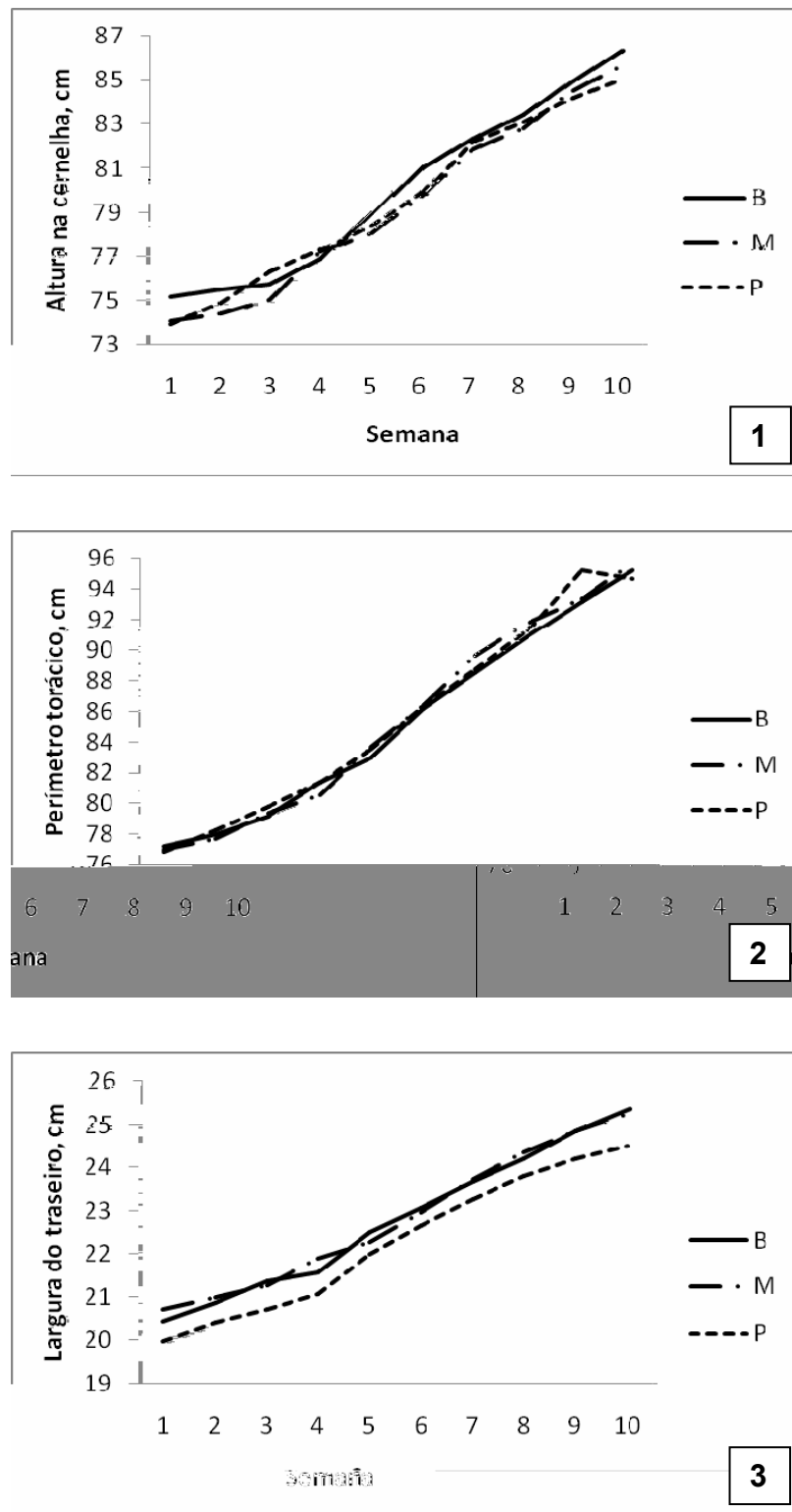


Figura 3.4 – Medidas, em centímetros, da altura na cernelha (1), perímetro torácico (2) e largura do traseiro (3), de acordo com a idade, de bezerras recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)

Conforme esperado, houve efeito significativo da idade ($P < 0,0001$) para todas as medidas corporais realizadas, com aumentos crescentes com o avanço das semanas de vida dos animais, conforme mostra a Figura 3.4.

Os valores dos ganhos semanais de todos os parâmetros não foram afetados pelos tratamentos ($P > 0,05$) e corroboram os observados por outros autores para animais com idade semelhante (LESMEISTER; HEINRICHS; GABLER, 2004; COWLES et al., 2006; KEHOE; DECHOW; HEINRICHS, 2007).

Os dados de altura na cernelha apresentam-se dentro dos recomendados pela literatura para bezerras em aleitamento, que sugere como ideais ganhos semanais entre 1,3-1,4 cm para animais com até 2 meses de idade (HOFFMAN, 1997). Salles et al. (2001) observaram maiores valores de altura na cernelha e perímetro torácico em novilhas com idade média de 70 dias suplementadas com monensina. Entretanto, não existe literatura disponível a respeito dessas medidas de crescimento em bezerros suplementados com os aditivos estudados no presente trabalho.

3.3.4 Parâmetros sanguíneos

A Tabela 3.5 apresenta os valores médios das concentrações plasmáticas de glicose dos animais, duas horas após o fornecimento de leite da manhã. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos ($P > 0,05$) em nenhum dos períodos avaliados. Os valores encontrados estão de acordo com os encontrados na literatura para animais neste período de vida (QUIGLEY; BERNARD, 1992; NUSSIO et al., 2003a).

Devido às alterações no perfil de fermentação ruminal resultante da suplementação de monensina, com maiores produções de propionato (McGUFFEY; RICHARDSON; WILKINSON, 2001), esperavam-se maiores concentrações plasmáticas de glicose dos animais consumindo concentrado contendo este aditivo. Da mesma forma, a suplementação direta de propionato deveria resultar nesta resposta, uma vez que o propionato é o principal precursor de glicose no fígado (BERGMAN, 1990). Entretanto, estes efeitos somente seriam observados em animais com o rúmen já desenvolvido.

Tabela 3.5 - Médias dos quadrados mínimos dos parâmetros sanguíneos, duas horas após a alimentação da manhã, de bezerras recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio

	Tratamentos ¹			EPM ²	P< ³		
	B	M	P		T	I	T x I
Glicose, mg/dL							
Inicial ⁴	104,3	103,3	96,3	3,92	0,34	-	-
Ao desaleitamento ⁴	86,3	80,1	79,3	5,28	0,58	-	-
Final ⁴	74,7	68,4	73,8	4,18	0,52	-	-
Média do período total	88,5	88,6	84,4	1,89	0,24	<,0001	0,22
AGL, µmol/L							
Semana 8	218,8	207,1	193,3	0,02	0,71	-	-
Semana 9	270,6	159,4	167,5	0,04	0,38	-	-
Semana 10	192,1	186,8	186,4	0,05	0,98	-	-
Média do período total ⁵	211,2	185,3	169,9	0,03	0,67	0,72	0,52
BHBA, mmol/L							
Semana 6	0,683	0,656	0,666	0,11	0,90	-	-
Semana 7	0,657	0,476	0,592	0,11	0,49	-	-
Semana 8	0,723	0,637	0,654	0,11	0,73	-	-
Semana 9	0,667	0,496	0,586	0,11	0,51	-	-
Média do período total ⁶	0,683	0,466	0,624	0,10	0,72	0,08	0,84

¹ Concentrado inicial com adição de: B= butirato de sódio; M= monensina sódica; P= propionato de cálcio.

² EPM = Erro padrão da média

³ T: Efeito do tratamento; I: efeito da idade do animal (semana); T x I: efeito da interação tratamento e idade do animal.

⁴ Inicial = Valores médios à semana 4; Ao desaleitamento = Valores médios à semana 8; Final = Valores médios à semana 10.

⁵ Os dados de AGL foram obtidos de amostras referentes à semana do desaleitamento (semana 8) e das semanas subsequentes (semanas 9 e 10)

⁶ Os dados da concentração de BHBA no plasma foram obtidos de amostras referentes às semanas 6 a 9.

Peters e Elliot (1984) observaram aumentos nas concentrações plasmáticas de glicose de vacas submetidas a infusão de propionato de cálcio no período pós parto, com picos cerca de 30 a 45 minutos após a infusão. Entretanto, no presente estudo não foram observados maiores valores nas concentrações plasmáticas de glicose em

animais consumindo concentrado inicial contendo monensina ou propionato de cálcio. Nussio et al. (2003a) também não observaram diferenças na glicose plasmática de bezerras alimentadas com concentrados com ou sem adição de monensina.

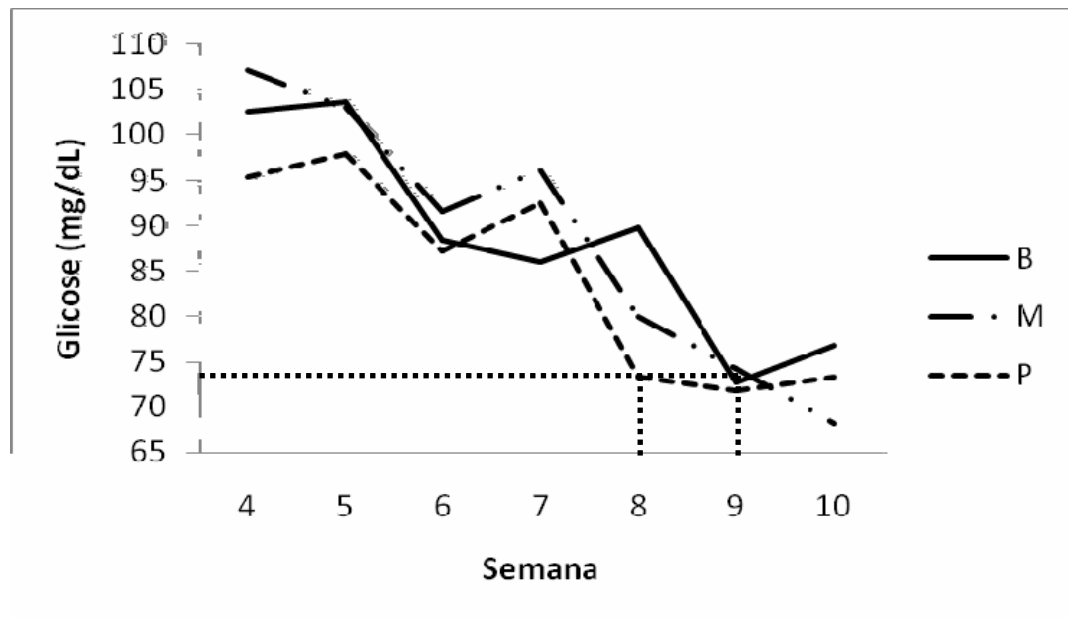


Figura 3.5 - Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL), de acordo com a idade, de bezerras recebendo concentrado com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)

Embora não tenham ocorrido diferenças entre os tratamentos, foram observados efeitos da idade dos animais ($P < 0,0001$) na concentração plasmática de glicose, sugerindo desenvolvimento ruminal. A Figura 3.5 mostra a redução nas concentrações de glicose plasmática com o avanço da idade dos animais, fator diretamente relacionado com o desenvolvimento ruminal e a passagem do bezerro de não-ruminante para ruminante funcional, quando a glicose plasmática passa a ser proveniente principalmente da gluconeogênese hepática. Martin et al. (1959) substituíram a dieta de bezerros por sais de ácidos graxos adicionados diretamente no rúmen e observaram redução nas concentrações de glicose com o avanço da idade. Outros autores também observaram comportamento semelhante na concentração plasmática de glicose com o avanço da idade dos animais (QUIGLEY; SMITH;

HEITMANN, 1991; NUSSIO et al. 2003a). Entretanto, Quigley e Bernard (1992) não observaram redução nas concentrações de glicose com o avanço da idade dos animais durante a fase de aleitamento, resposta intimamente relacionada com o baixo consumo de matéria seca e conseqüente efeito no desenvolvimento ruminal.

Segundo Fraser (1991), as concentrações de glicose plasmática de bovinos adultos variam entre 42,1 a 74,5 mg/dL, sugerindo que os bezerros já apresentavam o rúmen funcional a partir da oitava e nona semana (Figura 3.5).

Não foram observados efeitos significativos ($P > 0,05$) dos tratamentos para as concentrações plasmáticas de ácidos graxos livres (AGL), conforme mostra a Tabela 3.5. A avaliação da concentração de AGL no plasma foi realizada somente para amostras resultantes das colheitas no período do desaleitamento (semana oito) e no período seguinte (semanas nove e dez), com o objetivo de avaliar possível mobilização de reserva corporal (perda de peso) em resposta ao desaleitamento. De acordo com Quigley (1996b), as concentrações de AGL circulantes estão negativamente correlacionadas com o consumo de dieta sólida, sendo observadas reduções nas concentrações plasmáticas com o avanço da idade dos animais. No presente trabalho, as concentrações plasmáticas de AGL não apresentaram aumento após o desaleitamento, demonstrando que durante este período não ocorreu mobilização de reserva corporal, resultado direto do aumento no consumo de concentrado pelos animais. Os valores das concentrações de AGL no plasma dos animais são comparáveis aos encontrados em outros trabalhos com bezerros em aleitamento (QUIGLEY; SMITH; HEITMANN, 1991; QUIGLEY; BERNARD, 1992; NUSSIO et al., 2003; KLOTZ; HEITMANN, 2006), entretanto são maiores que os encontrados por outros autores (QUIGLEY, 1996b; BUNTING et al., 2000) em animais com a mesma idade.

A avaliação das concentrações de β -hidroxibutirato (BHBA) no plasma foi realizada somente das amostras provenientes das colheitas de sangue realizadas entre a sexta e a nona semana de vida dos animais e não apresentaram diferenças entre os tratamentos ($P > 0,05$). Esperava-se que os animais consumindo concentrado com adição de butirato de sódio apresentassem maiores concentrações deste corpo cetônico no plasma, entretanto, embora os animais deste tratamento tenham

apresentado valores numericamente maiores, o efeito não foi estatisticamente significativo (Tabela 3.5).

Os valores observados apresentam-se dentro dos relatados por outros autores em bezerros em aleitamento com idade semelhante (QUIGLEY et al., 1991; QUIGLEY; BERNARD, 1992; KLOTZ; HEITMANN, 2006). Os altos valores de β -hidroxibutirato (BHBA) observados desde a sexta semana de vida dos animais estão relacionados principalmente com o consumo de concentrado dentro das recomendações neste mesmo período (Figura 3.1), indicando desenvolvimento ruminal e conseqüentemente início do metabolismo dos produtos finais resultantes da fermentação microbiana pelo epitélio ruminal.

Embora tenham apresentado tendência ($P=0,08$) para efeito da idade dos animais, não foram observados aumentos significativos nas concentrações de β -hidroxibutirato (BHBA) durante o período avaliado. É possível que o adequado consumo de concentrado apresentado pelos animais já na sexta semana de vida (aproximadamente 800 g MS/dia; Figura 3.1) tenha resultado no desenvolvimento ruminal mais precoce, não sendo possível observar uma evolução crescente nas concentrações de BHBA no plasma.

Por outro lado, outros autores avaliando as concentrações de BHBA no plasma de bezerros desde as primeiras semanas de vida observaram aumento na concentração deste metabólito com o avanço da idade dos animais (QUIGLEY et al., 1992; KLOTZ; HEITMANN, 2006). Segundo os autores, os aumentos nas concentrações de BHBA é conseqüência direta do aumento na concentração de butirato no rúmen dos animais, ocasionado principalmente pelo crescente consumo de concentrado com o avanço da idade. Entretanto, Nussio et al. (2003b) não observaram aumentos crescentes nos valores de BHBA no plasma de bezerros com o avanço da idade dos animais consumindo monensina, com valores abaixo dos encontrados neste trabalho, provavelmente devido ao reduzido consumo de concentrado apresentado pelos animais no período de aleitamento.

3.4 Conclusões

A inclusão dos aditivos butirato de sódio, propionato de cálcio ou monensina sódica no concentrado inicial resultou em desempenho satisfatório de bezerras leiteiras antes e após o desaleitamento.

Embora a inclusão de monensina sódica seja importante em sistemas de produção com ocorrência de coccidiose, quando o objetivo é estimular o consumo de concentrado inicial e conseqüentemente o desenvolvimento ruminal, a inclusão de butirato de sódio ou propionato de cálcio é igualmente eficaz.

Referências

ANDERSON, K.L.; NAGARAJA, T.G.; MORRILL, J.L.; REDDY, P.G.; AVERY, T.B.; ANDERSON, N.V. Performance and ruminal changes of early-weaned calves fed lasalocid. **Journal of Animal Science**, Albany, v.66, p.806-813, 1988.

BALDWIN, R.L.; VI, McLEOD, K.R. Effects of diet forage:concentrate ratio and metabolizable energy intake on isolated rumen epithelial cell metabolism in vitro. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 78, p. 771-783, 2000.

BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, Bethesda, v.70, p.567-590, 1990.

BERNARDES, E.B.; COELHO, S.G.; CARVALHO, A.U. OLIVEIRA, H.N., REIS, R.B., SATURNINO, H.M.; SILVA, C.A.; COSTA T.C. Efeito da substituição do feno de Tifton 85 pelo caroço de algodão como fonte de fibra na dieta de bezerros. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.4, p.955-964, 2007.

BRADFORD, B.J.; ALLEN, M.S. Short Communication: Rate of propionate infusion within meals does not influence feeding behavior. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 90, p.2305–2308, 2007.

BUNTING, L.D.; TARIFA, T.A.; CROCHET, B.T.; FERNANDEZ, J.M.; DEPEW, C.L.; LOVEJOY, J.C. Effects of dietary of chromium propionate and calcium propionate on glucose disposal and gastrointestinal development. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 83, p.2491-2498, 2000.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 135p.

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

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

FITZGERALD, P.R.; MANSFIELD, M.E. Control of bovine coccidiosis with monensin: in nonresistant newborn calves. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v.45, p.1984-1988, 1984.

FOREYT, W.J.; RICE, D.H.; WESCOTT, R.B. Evaluation of lasalocid as a coccidiostat in calves: Titration efficacy, and comparison with monensin and decoquinate. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 479, p. 2031-2035, 1986.

FRASER, C.M. **Manual Merk de veterinária**. 6 ed., São Paulo: Roca, 1991. 219 p.

GALFI, P.; BOKORI, J. Feeding trial in pigs with a diet containing sodium n-butyrate. **Acta Veterinary Hungary**, Budapeste, v.38, n.1-2, p.3-17, 1990.

GOODRICH, R.D.; GARRET, J.E.; GAST, D.R.; KIRICK, M.A.; LARSON, D.A.; MEISKE, J.C. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Lancaster, v.58, p.1484, 1984.

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**, Lancaster, v. 80, p. 2542-2546, 1997.

GOFF, J.P.; HORST, R.L.; JARDON, P.W.; BORELLI, C.; WEDAM, J. Field Trials of an oral calcium propionate paste as an aid to prevent milk fever in periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.79, p.378-383, 1996.

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

HEINRICHS A.J.; LOSINGER, W.C. Growth of Holstein dairy heifers in the United States. **Journal of Animal Science**, Lancaster, v.76, p.1254-1260, 1998.

HEINRICHS, A.J.; ERB, H.N.; ROGERS, G.W.; COOPER, J.B.; JONES, C.M. Variability in Holstein heifer heart-girth measurements and comparison of prediction equations for live weight. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 78, p. 333–338, 2007.

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

HUA, Z.; GUO, Y., Effects of dietary sodium butyrate supplementation on the intestinal morphological structure, absorptive function and gut flora in chickens. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.132, n. 3-4, p.240-249, 2007.

JANSSENS, G.; NOLLET, L. Sodium butyrate in animal nutrition. In: II Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, 2002, **Anais...**, Uberlândia: CBNA, 2002. p. 239-250.

KEARL, L.C. **Nutrient requirement of ruminants in developing countries**. Logan: International Feedstuffs Institute, Utah State University, 1982.

KEHOE, SI.; DECHOW; C.D.; HEINRICHS; A.J Effects of weaning age and milk feeding frequency on dairy calf growth, health and rumen parameters. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 110 p. 267–272, 2007.

KERTZ, A.F.; CHESTER-JONES, H. Invited Review: Guidelines for measuring and reporting calf and heifer experimental data. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 87, p.3577-3580, 2004.

KLEIN, R.R.; KINCAID, R.L.; HODGSON, A.S.; HARRISON, J.H.; HILLERS, J.K.; CRONATH, J.D. Dietary fiber and early weaning on growth and rumen development of calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.70, p.2095-2104, 1987.

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

LANE, M.A.; JESSE, B.W. Effect of volatile fatty acid infusion on development of rumen epithelium in neonatal sheep. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 80, p.740-746, 1997.

LESMEISTER, K.E; HEINRICHS, A. J.; GABLER, M.T. Effects of supplemental yeast (*saccharomyces cerevisiae*) culture on rumen development, growth characteristics, and blood parameters in neonatal dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.87, p.1832–1839, 2004.

LIZIERI, R.S.; CUNHA, D.N.F.V.; MARTUSCHELLO, J.A.; CAMPOS, O.F. Fornecimento de volumoso para bezerras pré-ruminantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.5, p.835-840, 2002.

LUCHINI, N.D.; LANE, S.F.; COMBS D.K. Evaluation of starter diet crude protein level and feeding regimen for calves weaned at 26 days of age. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.74, p. 394-395, 1991.

McGAVIN, M.D.; MORRIL, J.C. Dissection technique for examination of the bovine ruminoreticulum. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 42, p. 535-538, 1976.

McGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L.F.; WILKINSON, J.I.D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 84, p.194-203, 2001.

MARTIN, W.G.; RAMSEY, H.A.; MATRONE, G.; WISE, G.H. Responses of young calves to a diet containing salts of volatile fatty acids. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 42, p.1377-1386, 1959.

NOCEK, J. E.; HEALD, C. W.; POLAN, C. E. Influence of ration physical form and nitrogen availability on ruminal morphology of growing bull calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.67, p. 334-343, 1984.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement in dairy cattle**. 7th ed. Washington : National Academy of Science, 2001. 381p.

NUSSIO, C.M.B.; HUBER, J.T.; NUSSIO, L.G. Decoquinate, lasalocid and monensin for starter feeds and the performance of Holstein calves to 20 weeks of age. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.3, p.421-426, 2002.

NUSSIO, C. M. B.; SANTOS, F. A. P.; ZOPOLLATTO, M.; PIRES, A.V.; MORAIS, J.B. Processamento de milho (floculado vs. laminado a vapor) e adição de monensina para bezerras leiteiras, pré e pós-desmama precoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n. 1, p.229-239, 2003a.

NUSSIO, C. M. B.; SANTOS, F. A. P.; ZOPOLLATTO, M.; PIRES, A.V.; MORAIS, J.B.; FERNANDES, J.J.R. Parâmetros de fermentação e medidas morfométricas dos compartimentos ruminais de bezerros leiteiros suplementados com milho processado (Floculado vs. Laminado a vapor) e monensina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.4, p.1021-1031, 2003b.

PETERS, J.P.; ELLIOT, J.M. Endocrine changes with infusion of propionate in the dairy cow. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.67, 2455-2459, 1984.

POORE, M.H.; ECK, T.P.; SWINGLE, R.S.; THEURER, C.B. Total starch and relative starch availability of feed grain. In: BIENNAL CONFERENCE ON RUMEN FUNCTION, 20, 1989, Chicago, **Proceedings...**, Chicago: USDA, 1989. p.23-45.

QUIGLEY III, J.D. Feeding prior to weaning. In: CALVES, HEIFERS AND DAIRY PROFITABILITY NATIONAL CONFERENCE, 1996a, Harrisburg. **Proceedings...**, Harrisburg: Northeast regional agricultural engineering service cooperative extension, 1996a. p.245-255.

_____. Influence of weaning method on growth, intake, and selected blood metabolites in Jersey calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.79, p.2255-2260, 1996b.

_____. Effects of lasalocid in milk replacer and calf starter on growth, intake, and fecal oocyst shedding in calves challenged with *Eimeria*. **Journal of Dairy Science**, v. 79, p.154, Suppl.1, 1996c.

QUIGLEY III, 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.

QUIGLEY III, J.D.; SMITH, Z.P.; HEITMANN, R.N. Changes in plasma volatile fatty acids in response to weaning and feed intake in young calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.74, p.258-263, 1991.

QUIGLEY III, J.D.; BOEHMS, I.; STEEN, T. M.; HEITMANN, R.N. Effects of lasalocid on selected ruminal and blood metabolites in young calves **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 75, p.2235-2241, 1992.

- QUIGLEY III, J. D., CALDWELL, L.A.; SINKS, G.D.; HEITMANN, R.N. Changes in blood glucose, nonesterified fatty acids, and ketones in response to weaning and feed intake in young calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.74, p.250-257, 1991.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 55, p.1-6, 1989.
- SAKATA, T.; TAMATE, H. Rumen epithelium cell proliferation accelerated by propionate and acetate. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.62, p.49-52, 1979.
- SALLES, M.S.V.; ZANETTI, M.A.; CONTI, R.M.C.; LIMA, C.G. Efeitos da monensina no desempenho de bezerras leiteiras em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, p. 1293-1298, 2001.
- SANDER, E.G.; WARNER, R.G.; HARRISON H.N.; LOOSLI, J.K. The stimulatory effect of sodium butyrate and sodium propionate on the development of rumen mucosa in the young calf. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 42, p.1600-1605, 1959.
- SAS INSTITUTE. **SAS users guide**: Statistics, version 5. Cary, 1991. 1028p.
- SINKS, G.D.; QUIGLEY III, J.D.; REINEMEYER, C.R. Effects of lasalocid on coccidial infection and growth in young dairy calves. **Journal of American Veterinary Medicine Association**, Washington, v. 200, p.1947, 1992.
- STOCKDALE, P.H.G.; SHEARD, A.; TIFFIN, G.B. Resistance to *Eimeria bovis* produced after chemotherapy of experimental infections in calves. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v.9, p.171-177, 1982.
- STROMBERG, B.E.; SCHLOTTAUER, J.C.; HAMANN, K.J.; SAATARA, H.; BEMRICK, W.J. Experimental bovine coccidiosis: control with monensin. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 22, p.135-140, 1986.
- SUAREZ, B. J.; VAN REENEN, C. G.; STOCKHOFEN, N.; DIJKSTRA, J.; GERRITS, W. J. J. Effect of roughage source and roughage to concentrate ratio on animal performance and rumen development in veal calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 90, p. 2390–2403, 2007.

SUMNER, J.M., VALDEZ, F. MCNAMARA, J.P. Effects of chromium propionate on response to an intravenous glucose tolerance test in growing Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 90, p. 3467–3474, 2007.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.74, p.3583-3597, 1991.

VAZQUEZ-ANON, M.; HEINRICHS, A. J.; ALDRICH, J. M.; VARGA, G. A. Postweaning age effects on rumen fermentation end-products and digesta kinetics in calves weaned at 5 weeks of age. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 76, p. 2742-2748, 1993.

WAGGONER, J.K.; CECAVA, M.J.; KASACOS, K.R. Efficacy of lasalocid and decoquinate against coccidiosis in naturally infected dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 77, p. 349-353, 1994.

WARNER, R. G.; FLATT, W. P.; LOOSLI, J. K. Dietary factors influencing the development of the ruminant stomach. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 4, p. 788-792, 1956.

WATKINS, L.E.; WRAY, M.I.; BASSON, R.P.; FELLER, D.L.; OLSON, R.D.; FITZGERALD, P.R.; STROMBERG, B.E.; DAVIS, G.W. The prophylactic effects of monensin fed to cattle inoculated with coccidia oocysts. **Agri-Practice**, Montreal, v.7, p.18-20, 1987.

ZITNAN, R.; VOIGT, J.; SCHONHUSEN, U.; WEGNER, J.; KOKARDOVA, M.; HAGEMEISTER, H.; LEVKUT, M.; KUHLA, S.; SOMMER, A. Influence of dietary concentrate to forage ratio on the development of rumen mucosa in calves. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 51, p. 279-291, 1998.

4 EFEITO DA ADIÇÃO DE BUTIRATO DE SÓDIO, PROPIONATO DE CÁLCIO OU MONENSINA SÓDICA NO CONCENTRADO INICIAL SOBRE PARÂMETROS RUMINAIS E DE DESENVOLVIMENTO DO RÚMEN DE BEZERROS LEITEIROS

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio no concentrado inicial sobre parâmetros ruminiais e de desenvolvimento do trato digestório superior de bezerros leiteiros. Quinze bezerros da raça Holandesa recém-nascidos foram fistulados no rúmen e alojados em baias individuais até a décima semana de vida, tendo livre acesso à água, alimentados com 4 litros de leite/dia, em duas refeições, e concentrado *ad libitum* contendo um dos seguintes aditivos: 1) Butirato de sódio (0,15%); 2) Monensina sódica (30 ppm); e 3) Propionato de cálcio (0,15%). A partir da quarta semana de vida dos animais, antes e duas horas após a alimentação da manhã, foram realizadas colheitas semanais de fluido ruminal para determinação de pH, concentração de ácidos graxos de cadeia curta e N-amoniaco. Também a partir da quarta semana foram realizadas colheitas de sangue, através de punção da jugular, para determinação de glicose no plasma. Ao completar 10 semanas de vida, os animais foram pesados e em seguida abatidos para avaliação do crescimento do trato digestório superior. Não foram observadas diferenças significativas entre tratamentos para o consumo de concentrado, o peso vivo e o ganho de peso diário dos animais ($P>0,05$). O pH ruminal apresentou efeito significativo ($P<0,05$), tanto em relação ao horário, quanto entre os tratamentos, com maior valor médio para o tratamento com monensina. As concentrações de ácidos graxos de cadeia curta totais, bem como de cada ácido graxo, não foram afetadas pelos tratamentos. Entretanto foram observados efeitos do horário de colheita para todos os parâmetros, exceto para a concentração molar de ácido acético. As concentrações plasmáticas de glicose foram afetadas pelos tratamentos ($P<0,05$), com maior valor médio observado para os animais consumindo concentrado com adição de butirato de sódio em relação ao tratamento com propionato de cálcio, entretanto não foi observado efeito significativo da idade dos animais. O peso total do trato digestório superior, assim como o peso médio de cada compartimento e a capacidade máxima do retículo-rúmen não foram afetados pelos tratamentos ($P>0,05$). Também não foram observados efeitos significativos dos tratamentos sobre a altura, largura e número de papilas do epitélio ruminal. A inclusão destes aditivos no concentrado inicial de bezerros em aleitamento não afetou a maioria dos parâmetros ruminiais ou de desenvolvimento do trato digestório dos animais, entretanto a grande variação no consumo pode ter comprometido uma melhor avaliação dos tratamentos.

Palavras-chave: Aditivos, Desaleitamento precoce, Desenvolvimento ruminal, Ionóforos, Papilas ruminiais, Retículo-rúmen.

EFFECT OF STARTER FEED INCLUSION OF SODIUM BUTYRATE, CALCIUM PROPIONATE OR SODIUM MONENSIN ON RUMINAL PARAMETERS AND FORESTOMACH DEVELOPMENT OF DAIRY CALVES

Abstract

The objective of this study was the evaluation of starter feed inclusion of calcium propionate, sodium butyrate and sodium monensin on ruminal parameters and forestomach development of dairy calves. Fifteen newborn Holstein calves were rumen cannulated and allotted on individual pens until ten weeks of life, with free access to water, being fed with 4 liters of milk per day, divided in two meals, and starter *ad libitum* containing one of the following additives: 1) Sodium butyrate (0.15%); 2) Sodium monensin (30 ppm); and 3) Calcium propionate (0.15%). Starting at the fourth week of life, before and 2 hours after morning feeding, ruminal fluid samples were taken weekly for pH, short-chain fatty acids and ammonia-N determination. Also from the fourth week of age, blood samples were taken weekly for plasma glucose determination. After 10 weeks, the animals were weighed and slaughtered for forestomach growth and rumen epithelium development evaluation. No significant differences were observed among treatments for starter intake, live weight or daily gain ($P > 0.05$). Rumen pH was significantly ($P < 0.05$) affected by sampling time and by treatments, with higher values for sodium monensin. The total short-chain fatty acids concentration, as well the individual acid concentration, was not affected by treatments. However, except for molar concentration of acetic acid, all rumen fermentation parameters were affected by sampling time ($P < 0.05$). Plasma glucose concentrations were affected by treatments ($P < 0.05$), with higher average values observed for the animals receiving starter feed containing sodium butyrate as compared to treatment with calcium propionate; however, there was no significant effect of animals age. The total forestomach weight, as well as the average weight of each compartment and the maximum reticulum-rumen capacity were not affected by treatments ($P > 0.05$). There were also no significant ($P < 0.05$) treatment effects on the height, width and number of papillae of the ruminal epithelium. The inclusion of these additives in starter feed of dairy calves had no effect on most of the ruminal parameters and forestomach development, however the wide variation in feed intake may have compromised a better evaluation of treatments.

Keywords: Additives, Early weaning, Ionophores, Reticulum-rumen, Ruminal development, Ruminal papillae.

4.1 Introdução

Ao nascer, os bovinos apresentam o abomaso muito desenvolvido e o retículo-rúmen com desenvolvimento rudimentar e pouco funcional. Durante o desenvolvimento dos animais recém nascidos à condição de ruminante funcional, ocorre uma série de mudanças anatômicas e fisiológicas do aparelho digestório (BEHARKA et al.,1998). Além disso, embora esse desenvolvimento seja inato, a idade tem pouca influência no processo de maturação do epitélio ruminal e no desenvolvimento de papilas ruminais, estruturas importantes para a absorção dos produtos finais resultantes da fermentação microbiana.

Trabalhos pioneiros desenvolvidos nas décadas de 50 e 60 observaram que ao nascer, o retículo-rúmen apresenta-se não funcional, com mínimo crescimento de papilas, vascularização e estrutura muscular (WARNER; FLATT; LOOSLI, 1956; TAMATE et al., 1962; CHURCH, 1988). Resultados destes estudos identificaram a presença dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC: acético, propiônico e butírico), resultantes da fermentação microbiana de carboidratos e frações protéicas da dieta, como os fatores específicos que envolvem o desenvolvimento do epitélio ruminal.

De acordo com Davis e Drackley (1998), os ácidos butírico e propiônico são os estimuladores primários do crescimento do tecido, em parte por serem extensivamente metabolizados pelo epitélio ruminal durante a absorção, fornecendo energia para o crescimento do tecido epitelial e contrações musculares.

O uso de aditivos que possibilitem alterações no metabolismo ruminal em todos os seus aspectos tem sido amplamente estudado ao longo dos anos pelos principais centros de pesquisa do mundo. Alterações podem ser conseguidas através do uso de aditivos que forneçam maiores concentrações destes ácidos graxos de cadeia curta importantes para o processo de desenvolvimento ruminal.

Diversos estudos indicam maior desenvolvimento epitelial do rúmen quando são adicionadas soluções contendo os sais dos ácidos graxos butírico e propiônico no órgão (BALDWIN; MCLEOD, 2000). Trabalhos com infusão de AGCC no rúmen de carneiros também observaram maior índice mitótico de células de epitélio ruminal destes animais (SAKATA; TAMATE, 1979; LANE; JESSE, 1997). Bunting et al. (2000) avaliaram o

fornecimento de propionato de cálcio (6,4%) ou de cromo (0,5 mg/kg) via substituto de leite e não observaram aumento no ganho de peso de bezerros. Entretanto, os animais recebendo propionato de cálcio apresentaram tendência de maior crescimento do retículo-rúmen como porcentagem do peso vivo. Neste experimento, o fornecimento via substituto de leite pode ter prejudicado o resultado esperado, principalmente devido à formação da goteira esofágica e o direcionamento do produto para o abomaso, e não

de cálcio ou butirato de sódio em concentrados iniciais para bezerros e seu potencial como promotores do desenvolvimento ruminal.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da inclusão de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio no concentrado inicial sobre parâmetros ruminiais e de desenvolvimento do rúmen de bezerros leiteiros.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Animais, instalações e manejo alimentar

Foram utilizados 15 bezerros machos da raça Holandesa, em delineamento experimental do tipo blocos ao acaso. Os animais foram adquiridos de fazendas comerciais da região, sendo transportados entre 1 e 7 dias de vida para o Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, onde o experimento foi conduzido.

Após o nascimento, os animais foram separados da mãe, receberam 2 litros de colostro em duas refeições diárias, até o segundo dia de vida, ou conforme protocolo da fazenda de origem. Decorrido este período, os animais passaram a receber 4 litros de leite por dia, divididos em duas refeições (07 e 18h), e tiveram livre acesso à água e concentrado inicial.

Entre 3 e 7 dias após o nascimento, os animais foram submetidos à cirurgia para colocação de cânulas no rúmen e alojados em baias individuais (1,5 x 3,0 m), com piso concretado, além de cocho e um bebedouro individual.

Após a cirurgia, os animais foram divididos entre os blocos considerando-se o peso ao nascer e data de nascimento e distribuídos em um dos seguintes tratamentos, conforme aditivo incluído no concentrado inicial: 1) Butirato de sódio (0,15%); 2) Monensina sódica (30 ppm); e 3) Propionato de cálcio (0,15%).

O concentrado comercial farelado foi fornecido toda manhã, *ad libitum*, até que o animal atingisse o consumo de 2 kg/d, pesando-se a sobra do dia anterior, de forma a se obter o consumo diário de concentrado. Um único concentrado inicial foi formulado

de acordo com as recomendações do NRC (2001) para atender as exigências destes animais contendo no mínimo 18% de proteína bruta (PB) e 70% de nutrientes digestíveis totais (NDT). Os aditivos foram misturados ao concentrado utilizando-se um misturador de rações tipo “Y” com capacidade máxima para 20 kg, de forma que a única diferença entre os tratamentos era o aditivo incluído.

Os animais foram pesados ao nascer e semanalmente até 10 semanas de vida, sempre antes do fornecimento do leite da manhã, em balança mecânica, para avaliação do desempenho quanto ao ganho de peso diário (GPD) e peso vivo (PV).

4.2.2 Análises bromatológicas

Amostras dos concentrados fornecidos foram colhidas para determinação de matéria seca (MS) à 105° C e extrato etéreo (EE) de acordo com Campos, Nussio e Nussio (2002); proteína bruta (PB) através de combustão, conforme método de Dumas, utilizando-se o analisador de nitrogênio LECO®, modelo FP-528; e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) pelo método descrito por Van Soest, Robertson e Lewis (1991). Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados de acordo com as equações propostas por Kearl (1982). A composição bromatológica do concentrado experimental está apresentada na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Composição bromatológica do concentrado experimental

Variável	% MS
Matéria Seca, MS	90,42
Proteína Bruta, PB	20,60
Extrato Etéreo, EE	2,59
Fibra em detergente neutro, FDN	19,35
Fibra em detergente ácido, FDA	9,23
Nutrientes digestíveis totais, NDT	70,37

4.2.3 Colheita de sangue e metodologia analítica

4.2.3.1 Colheita de sangue

Amostras de sangue foram colhidas a partir da quarta semana de vida, através de punção da jugular, utilizando-se tubos providos de vácuo contendo fluoreto de sódio como antiglicolítico e EDTA de potássio como anticoagulante. As colheitas de sangue foram realizadas semanalmente, antes e duas horas após a alimentação da manhã. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a $2000 \times g$, durante 20 minutos, a temperatura de $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, para obtenção do plasma. O plasma foi armazenado em tubetes plásticos e mantido em freezer para posterior determinação de glicose.

4.2.3.2 Determinação de glicose plasmática

As determinações das concentrações plasmáticas de glicose foram realizadas através de leitura direta em autoanalisador bioquímico YSI 2700 (Biochemistry Analyser, Yellow Spring, OH, EUA), no Laboratório de Bromatologia, da USP/ESALQ. O equipamento realiza a leitura direta em membrana com enzima glicose oxidase imobilizada, utilizando solução de dextrose com concentração de 2 g/L como calibrador interno.

4.2.4 Colheita de fluido ruminal e metodologia analítica

4.2.4.1 Colheita de fluido ruminal

A partir da quarta semana de vida dos animais, foram realizadas colheitas de fluido ruminal, a cada 7 dias, antes e duas horas após a alimentação da manhã até a décima semana de vida. As amostras (aproximadamente 50 mL) foram colhidas de todas as porções do rúmen, com o auxílio de um tubo plástico. A determinação de pH

foi realizada imediatamente após a amostragem, através de potenciômetro digital (DMPH-2, DIGIMED) sendo a amostra armazenada a -10°C para posterior determinação das concentrações de ácidos graxos de cadeia curta e nitrogênio amoniacal.

4.2.4.2 Determinação de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC)

A determinação dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) foi realizada no Laboratório de Bromatologia, do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ. As amostras foram descongeladas e centrifugadas a $15.000 \times g$ a 4°C por 60 minutos, e analisadas em cromatógrafo líquido-gasoso (Hewlett Packard 5890 Series II GC), equipado com integrador (Hewlett Packard 3396 Series II Integrator) e injetor automático (Hewlett Packard 6890 Series Injector), conforme descrito por Campos; Nussio e Nussio (2002).

O padrão interno utilizado foi o ácido 2-metilbutírico sendo acrescentado, em cada tubo para leitura no cromatógrafo, um volume de $100\mu\text{l}$ do padrão interno, $800\mu\text{l}$ da amostra e $200\mu\text{l}$ de ácido fórmico. Uma mistura de ácidos graxos de cadeia curta com concentração conhecida foi utilizada como padrão externo para a calibração do equipamento.

4.2.4.3 Determinação de amônia ruminal (N-NH_3)

As amostras de fluido ruminal destinadas para determinação de N-NH_3 foram descongeladas e centrifugadas a $11.000 \times g$ a 4°C durante 30 minutos, conforme método de Chaney e Marbach (1962) adaptado para leitura em placas de microtítulo em aparelho Microplate Reader BIO RAD com filtro para absorvância de 550 nm. Para a obtenção da curva de calibração foram utilizadas soluções de 0; 1; 2; 4; 8; 16; 32 mg/dL de N-amoniacal. Uma alíquota de $40\mu\text{L}$ foi transferida para um tubo de ensaio, adicionada de 2,5 mL de reagente fenol e 2,0 mL de reagente hipoclorito e incubada em

banho-maria a 37°C por 10 minutos. Em seguida, foram pipetadas em microplaca para realização das leituras, sendo considerados os resultados obtidos de placas com $r^2 \geq 0,98$.

4.2.5 Avaliação morfométrica do trato digestório superior e desenvolvimento ruminal

4.2.5.1 Avaliação morfométrica do trato digestório superior

Ao completar 10 semanas de vida, os animais foram pesados e em seguida abatidos por meio de atordoamento e sangria, com o corte da jugular. Os animais tiveram sua cavidade abdominal aberta, sendo os quatro compartimentos retirados livres de tecido adiposo omental. O conteúdo do trato digestório superior foi retirado com auxílio de lavagens com água, sendo os compartimentos divididos em retículo-rúmen, omaso e abomaso. A capacidade máxima do retículo-rúmen foi medida com auxílio de amarrações na saída deste compartimento, sendo este cheio com água até sua máxima capacidade e o volume medido em proveta. Depois da retirada do excesso de água dos tecidos, foram tomadas medidas de peso do retículo-rúmen, do omaso, do abomaso e dos quatro compartimentos em conjunto.

4.2.5.2 Avaliação do desenvolvimento ruminal

Amostras do saco ventral do rúmen foram retiradas com auxílio de bisturi, preservadas em solução de formaldeído 10% e posteriormente avaliadas quanto à altura e largura de papilas, além de número de papilas por cm^2 , através de microscópio estereoscópico provido de escala. Foram avaliadas três amostras por animal, sendo mensuradas pelo menos 10 papilas de cada amostra para a determinação de altura e largura médias, conforme proposto por Leismeister, Tozer e Heinrichs (2004).

4.2.6 Análise estatística

Os dados de consumo de MS, peso vivo e ganho de peso diário foram analisados como medidas repetidas no tempo através do PROC MIXED do pacote SAS (1991), utilizando-se o peso ao nascer como covariável. Os dados de parâmetros ruminais (pH, N-amoniaco e ácidos graxos de cadeia curta) e da concentração plasmática de glicose também foram analisados como medidas repetidas no tempo a partir do PROC MIXED do pacote SAS (1991), levando-se em conta além do efeito de semana, o efeito de horário de colheita das amostras. As medidas morfométricas do trato digestório superior, assim como as medidas relativas ao desenvolvimento do rúmen (papilas) foram analisadas através do PROC GLM do programa estatístico SAS (1991). Foram considerados como significativos valores de $P \leq 0,05$, para todos os parâmetros avaliados.

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Consumo de concentrado e desempenho

Os dados referentes ao consumo de concentrado (g MS/dia) pelos animais durante o período experimental estão apresentados na Tabela 4.2. Os resultados mostram que o consumo não foi diferente entre os tratamentos ($P > 0,05$) e apresentam-se abaixo da média esperada para animais com esta idade, possivelmente devido ao estresse pós-cirúrgico, assim como observado por Nussio et al. (2003a) com bezerros canulados no rúmen recebendo concentrado com adição de monensina. Por outro lado, outros autores como Lesmeister e Heinrichs (2004), também trabalhando com bezerros canulados no rúmen, não observaram redução no consumo ou no desempenho de animais, sugerindo que a técnica para implantação de cânula ruminal pode ser melhorada.

Tabela 4.2 - Média dos quadrados mínimos do consumo de concentrado, ganho de peso diário e do peso vivo de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio

	Tratamentos ¹				Pr< ³		
	B	M	P	EPM ²	T	I	T x I
Consumo de concentrado, gMS/d							
Média do período total,	440,2	351,4	380,7	122,8	0,87	<,0001	0,52
Ganho de peso diário, kg/d							
Média do período total	0,253	0,146	0,08	0,07	0,34	0,32	0,35
Peso vivo, kg							
Inicial	40,7	40,9	39,3	1,33	0,63	-	-
Final	56,2	47,9	46,6	3,78	0,20	-	-
Média do período total	46,7	43,4	44,1	1,65	0,35	<,0001	0,02

¹ Concentrado inicial com adição de: B= butirato de sódio; M=monensina sódica; P= propionato de cálcio.

² EPM=Erro padrão da média

³ T: Efeito do tratamento; I: efeito da idade do animal (semana); T x I: efeito da interação tratamento e idade do animal.

A Figura 4.1 mostra que embora o consumo não tenha apresentado diferença significativa entre os tratamentos, a adição de butirato de sódio ao concentrado apresentou tendência crescente no consumo pelos animais desde o início do experimento.

Conforme esperado houve efeito significativo para idade no consumo de concentrado ($P < 0,0001$), com aumentos crescentes no consumo até a sexta semana de vida dos animais, entretanto, foram observadas reduções no consumo após este período para os tratamentos com adição de monensina ou propionato de cálcio, comportamento atípico para animais neste período de vida, efeito também observado por outros autores para animais alimentados com rações contendo monensina, provavelmente devido ao desenvolvimento do rúmen e ao efeito deste ionóforo na fermentação e taxa de passagem do alimento (McGUFFEY; RICHARDSON; WILKINSON, 2001).

Coverdale et al. (2004) observaram efeito significativo para idade em bezerros em aleitamento consumindo dietas com diferentes níveis de forragem, com tendência crescente ao longo do tempo. Outros autores como Beharka et al. (1998) e Suarez et al.

(2006) observaram tendência semelhante. Khan et al. (2007) e Kristensen et al. (2007) observaram aumentos no consumo de concentrado somente quando o fornecimento de leite aos animais foi interrompido por ocasião do desaleitamento, ou quando menores volumes foram fornecidos aos animais. Além disso, embora, no presente trabalho não tenham sido encontradas diferenças significativas entre os tratamentos, alguns autores relatam efeito inibidor da monensina no consumo em animais adultos (GOODRICH et al., 1984; McGUFFEY; RICHARDSON; WILKINSON, 2001).

Entretanto, o trabalho de Nussio, Huber e Nussio (2002), realizado com bezerros até 20 semanas de vida, demonstrou redução no consumo de concentrado para o tratamento contendo monensina somente após o desaleitamento dos animais, quando supostamente o rúmen já estaria desenvolvido e apresentando fermentação alterada por este ionóforo. É provável que estas diferenças estejam relacionadas à diferenciada ação de ionóforos em animais com o rúmen em desenvolvimento mais precoce ou mais tardio, de acordo com o sistema de produção e desaleitamento dos animais nos diferentes trabalhos.

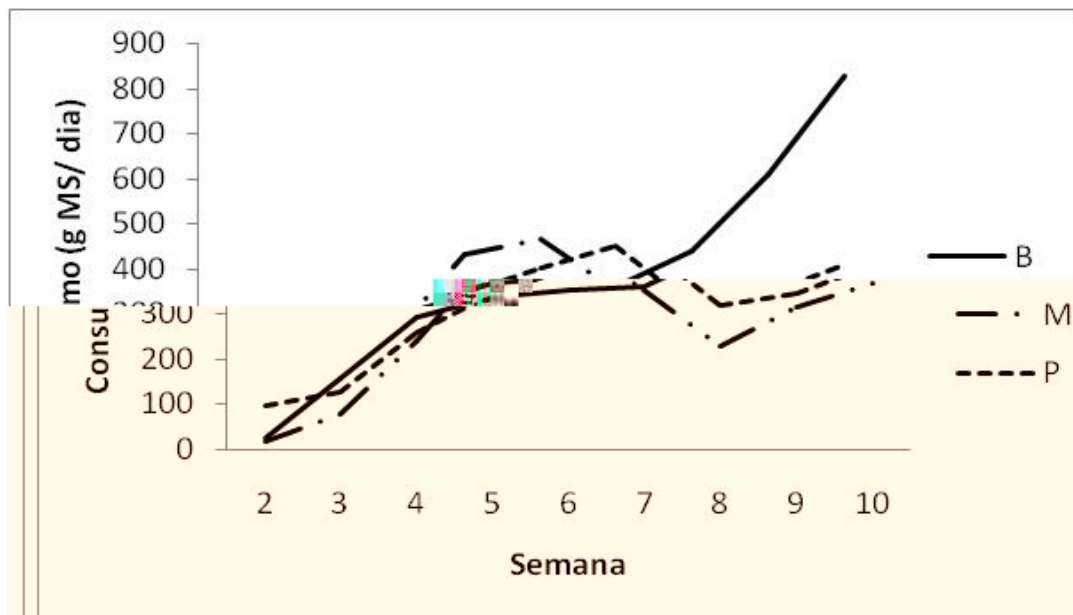


Figura 4.1 – Consumo de concentrado (g MS/ dia), de acordo com a idade, por bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)

Os dados mostram que principalmente para os tratamentos com adição de monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P) no concentrado, o desaleitamento ocorreria sem problemas para o desempenho animal somente após a décima semana de vida, uma vez que Quigley (1996) recomenda o desaleitamento quando o consumo atinge entre 700 e 800g de matéria original de concentrado durante três dias consecutivos. Entretanto, como foi relatado anteriormente, o estresse cirúrgico para a implantação de cânulas teve efeito marcante no consumo de concentrado. No experimento avaliando o desempenho dos animais (Capítulo 3) observou-se adequado consumo de concentrado inicial contendo estes aditivos com possibilidade de desaleitamento já a partir da sexta semana.

Dados relativos ao fornecimento de butirato de sódio no concentrado para bezerros em aleitamento são inexistentes. Entretanto, segundo Janssens e Nollet (2002) trabalhos apontam o butirato de sódio como estimulador de consumo em suínos, efeito também esperado em bezerros com o rúmen em desenvolvimento, onde o ácido butírico apresenta grande importância no desenvolvimento e maturação do epitélio ruminal. Embora esperado efeito de redução no consumo com o fornecimento de propionato de cálcio, devido ao efeito de estímulo à saciedade, como observado por Bradford e Allen (2007), não foram observadas diferenças no consumo entre os tratamentos. No único trabalho conduzido com o fornecimento de propionato de cálcio, o fornecimento foi realizado através de substituto de leite e o consumo de concentrado não foi monitorado (Bunting et al., 2000).

Os dados de desempenho dos animais em relação ao ganho de peso diário e ao peso vivo final também não foram afetados pelos tratamentos ($P > 0,05$) e estão apresentados na Tabela 4.2. As taxas de crescimento animal observadas neste estudo apresentaram-se abaixo dos padrões recomendados pela literatura para animais em aleitamento (HOFFMAN, 1997; HEINRICHS; LOSINGER, 1998) e são reflexo direto do baixo consumo de concentrado observado durante o período de avaliação. Embora a perda de peso em bezerros leiteiros seja comum durante a primeira e segunda semana de vida, para alguns tratamentos, este comportamento também foi observado em outras semanas.

Kertz e Chester-Jones (2004) relatam que para bezerros em aleitamento são verificadas taxas de ganho de peso entre 0,2 e 0,9 kg por dia. Entretanto, no presente estudo, para os tratamentos com adição de monensina e principalmente para o tratamento com propionato de cálcio foram verificadas taxas de ganho abaixo das mínimas relatadas por estes autores. O baixo desempenho dos animais para os tratamentos com adição de monensina e propionato de cálcio pode ser associado ao baixo consumo de concentrado observado nestes animais. Para o tratamento com adição de butirato de sódio, que apresentou consumo de concentrado adequado, o desempenho animal esteve próximo ao satisfatório.

A literatura mostra que o resultado do fornecimento de ionóforos no desempenho de bezerros em aleitamento é inconsistente. Vários trabalhos demonstraram benefícios da inclusão destes produtos no concentrado ou substituto de leite (FITZGERALD; MANSFIELD, 1984; WATKINS et al., 1987; SINKS; QUIGLEY; REINEMEYER, 1992). Por outro lado, outros autores não observaram este efeito (STOCKDALE; SHEARD; TIFFIN, 1982; FOREYT; RICE; WESCOTT, 1986; KLOTZ; HEITMANN, 2006).

Dados de desempenho de animais em aleitamento consumindo butirato de sódio ou propionato de cálcio através do concentrado inicial não foram encontrados. Entretanto, no trabalho de Bunting et al. (2000) não foi observado efeito no ganho de peso dos animais com o fornecimento de 6,4% de propionato de cálcio via substituto do leite.

4.3.2 Parâmetros ruminais

Os dados referentes aos principais parâmetros de fermentação ruminal estão apresentados na Tabela 4.3. Foram observados efeitos significativos ($P < 0,05$) dos tratamentos no pH ruminal médio durante o período de avaliação, sendo observados, como esperado, maiores valores para os animais consumindo concentrado com adição de monensina. Outros autores observaram valores de pH ruminal semelhantes em bezerros em aleitamento alimentados com concentrados com diferentes processamentos físicos (GREENWOOD et al., 1997) ou alimentados com grãos

processados com ou sem inclusão de monensina (NUSSIO et al., 2003b), com valores numericamente superiores para os animais recebendo monensina.

Tabela 4.3 - Média dos quadrados mínimos dos parâmetros de fermentação ruminal em bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio

	Tratamentos ¹			EPM ²	P< ³		
	B	M	P		T	I	T x I
pH	5,90 ^b	6,30 ^a	5,91 ^b	0,10	0,03	0,05	0,34
AGCC total, mM	79,58	58,83	62,15	11,26	0,40	0,25	0,18
Acético, mM	42,88	30,89	32,56	5,64	0,29	0,08	0,12
Propiônico, mM	26,19	19,53	20,21	4,49	0,53	0,45	0,83
Butírico, mM	7,13	5,21	6,19	1,10	0,48	0,19	0,56
Valérico, mM	2,37	1,90	2,17	0,50	0,80	0,78	0,06
Isobutírico, mM	0,51	0,35	0,23	0,10	0,20	0,15	0,006
Isovalérico, mM	0,93	0,61	0,50	0,16	0,21	0,04	0,12
Acetato:propionato	2,28	2,08	2,19	0,24	0,84	0,007	0,81
N-amoniacal, mg/dL	16,48	15,77	12,96	1,82	0,34	<0,0001	0,04

¹ Concentrado inicial com adição de: B= butirato de sódio; M=monensina sódica; P= propionato de cálcio.

² EPM=Erro padrão da média

³ T: Efeito do tratamento; I: efeito da idade do animal (semana); T x I: efeito da interação tratamento e idade do animal.

^{a,b,c} Letras minúsculas na mesma linha diferem estatisticamente para P<0,05.

Quigley et al. (1992) observaram redução no pH ruminal de bezerros suplementados com lasalocida, um outro ionóforo, antes ou após o desaleitamento. Segundo os autores, este efeito se deve à inibição do crescimento de bactérias ruminais durante as primeiras semanas de vida dos animais consumindo estes produtos, assim como foi observado por Anderson, Nagaraja e Morril (1987).

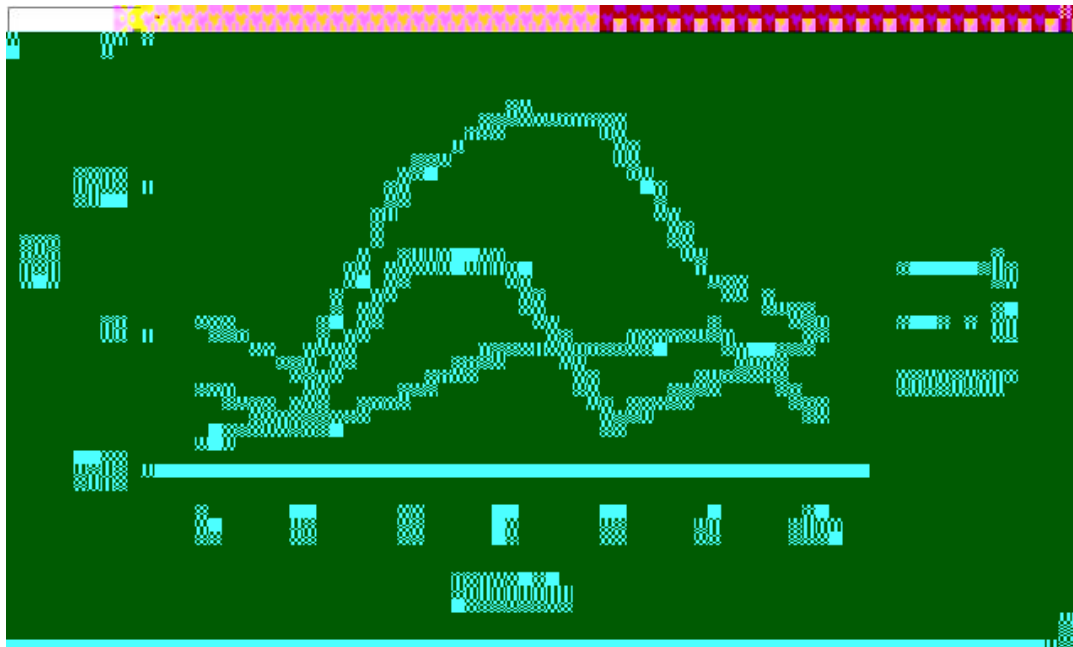


Figura 4.2 – Valores de pH ruminal, de acordo com a idade, de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)

Também foram observados efeitos significativos ($P < 0,05$) para a idade (semanas) nos valores de pH conforme mostra a Figura 4.2. Entretanto, a interação entre os efeitos (tratamento x idade) não foi significativa (Tabela 4.3). Nussio et al. (2003b) observaram redução significativa do pH ruminal com o avanço da idade em bezerros canulados; assim como Beharka et al. (1998) trabalhando com bezerros consumindo concentrados de diferentes formas físicas, que observaram aumento somente após a décima semana de vida dos animais, principalmente devido ao aumento no consumo de forragem. Por outro lado, Vazquez-Anon et al. (1993) observaram aumento nos valores de pH com o avanço da idade em bezerros alimentados com dieta contendo 85% de concentrado.

A concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) totais não foi alterada pelos tratamentos ($P > 0,05$) (Tabela 4.3). Eram esperados aumentos crescentes nas concentrações totais de AGCC no rúmen dos animais, entretanto, não foram observados efeito de idade ($P > 0,05$). Embora os tratamentos com adição de butirato de sódio e propionato de cálcio apresentassem valores numericamente crescentes com o avanço das semanas de experimento, conforme mostra a Figura 4.3, este efeito não foi

estatisticamente significativo. Eram esperados aumentos na concentração total de ácidos graxos de cadeia curta, principalmente devido ao fornecimento dos sais dos principais ácidos graxos com o concentrado inicial. Entretanto, é possível que o baixo consumo de concentrado possa ter prejudicado a avaliação deste parâmetro. Por outro lado, as alterações nas concentrações de AGCC total não acompanharam as observadas no consumo de concentrado, como pode ser observado através das Figuras 4.1 e 4.3.

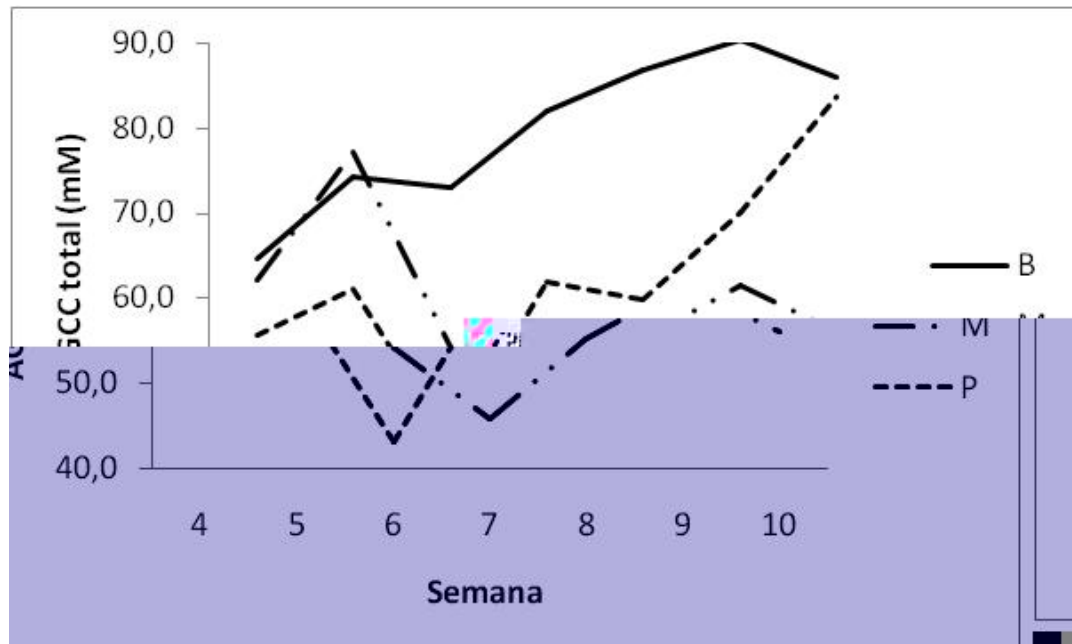


Figura 4.3 – Concentração molar de ácidos graxos de cadeia curta totais, de acordo com a idade, de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)

Outros autores observaram tendência de aumento nas concentrações de AGCC com o avanço da idade de bezerros em aleitamento (GREENWOOD et al., 1997; BEHARKA et al., 1998; KRISTENSEN et al., 2007). Coverdale et al. (2004) encontraram valores crescentes nas concentrações totais de AGCC ruminais em bezerros alimentados com dietas contendo diferentes formas físicas e níveis de inclusão de forragem. Os valores encontrados no presente estudo apresentam-se menores que os observados em estudos com bezerros leiteiros com o rúmen desenvolvido, que

geralmente apresentam, ao desaleitamento, concentrações ruminais de AGCC próximas àquelas de animais adultos (120 a 160 mM/ L; BERGMAN, 1990).

Por outro lado, Khan et al. (2007) observaram valores de concentração total de AGCC no rúmen de bezerros desaleitados aos 49 dias de vida próximos aos encontrados neste trabalho. Suarez et al. (2006) observaram aumento na concentração total de AGCC com o avanço da idade em bezerros consumindo concentrados com diferentes fontes energéticas, quando comparados com animais consumindo grandes quantidades de leite, o que reflete o melhor desenvolvimento do rúmen de animais em resposta ao consumo de concentrado. Por outro lado, Nussio et al. (2003b) encontraram baixas concentrações de AGCC totais no fluído ruminal de bezerros canulados consumindo ou não monensina, sendo os baixos níveis relacionados com o baixo consumo pelos animais, como observado neste estudo.

Não houve efeito dos tratamentos na concentração molar de ácido acético ($P>0,05$). Porém, foi observada tendência para os efeitos de idade do animal ($P=0,08$) e da interação tratamento x idade ($P=0,12$), onde o tratamento com adição de monensina apresentou maiores concentrações molares em relação aos outros tratamentos a partir da sexta semana (Figura 4.4).

Outros autores também não observaram diferença significativa na concentração de ácido acético no fluído ruminal de bezerros alimentados com concentrado com ou sem a adição de monensina (Nussio et al., 2003b) ou com a adição de lasalocida (Quigley et al., 1992). Coverdale et al. (2004) observaram tendência no aumento nas concentrações de ácido acético com o aumento no fornecimento de forragem, característico do tipo de fermentação deste alimento no rúmen.

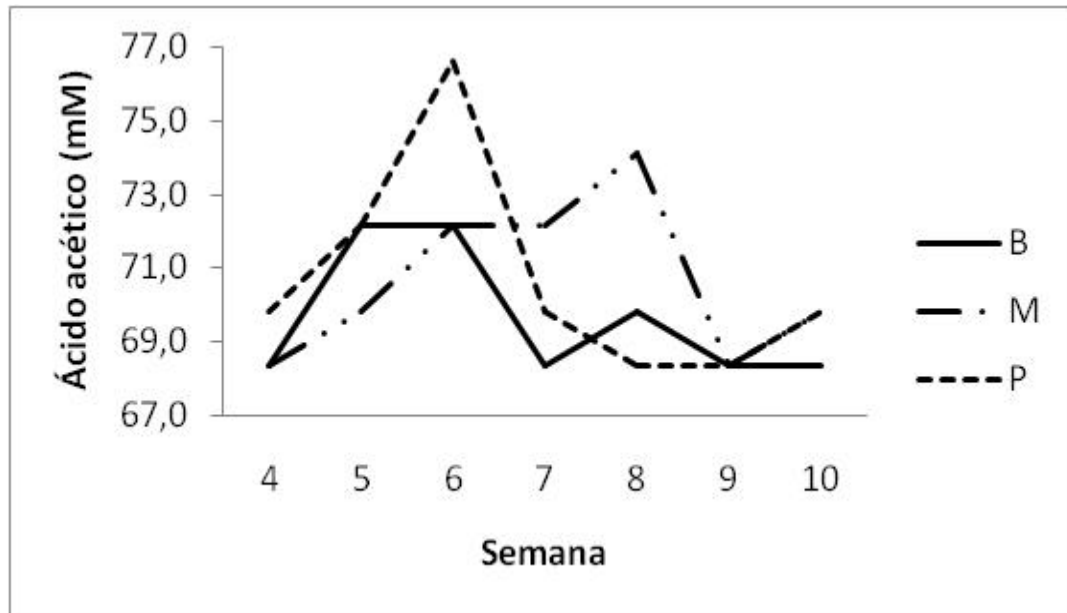


Figura 4.4 – Concentração molar de ácido acético, de acordo com a idade, de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)

Também não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para as concentrações molares de ácido propiônico ($P > 0,05$). A adição de propionato de cálcio ou monensina não resultou no efeito esperado na concentração deste ácido graxo de cadeia curta no rúmen, apresentando valores iguais a 19,53 e 20,21 mM para os tratamentos com adição de monensina ou propionato de cálcio, respectivamente. Entretanto, os baixos níveis de consumo pelos animais nestes tratamentos podem ter prejudicado os resultados uma vez que a quantidade de monensina e de propionato de cálcio que chegava ao rúmen proveniente do concentrado foi baixa.

De acordo com McGuffey, Richardson e Wilkinson (2001) o uso de ionóforos como a monensina ou a lasalocida está relacionado com uma maior produção de ácido propiônico no rúmen de animais adultos. Entretanto, alguns trabalhos com bezerros em aleitamento também não observaram efeito da adição de ionóforos como a lasalocida ou monensina na concentração molar de ácido propiônico (QUIGLEY et al., 1992; NUSSIO et al., 2003b), embora este efeito seja esperado.

Eram esperados aumentos nas concentrações de propionato no rúmen com o avanço da idade dos animais, fator relacionado principalmente com o aumento no

consumo de concentrado. Entretanto, neste estudo, embora não tenha sido observado efeito significativo ($P>0,05$) de idade, é possível observar uma queda nas concentrações ruminais de propionato exatamente após a sexta semana, comportamento provocado principalmente devido à redução no consumo neste mesmo período (Figura 4.1). Vazquez-Anon et al. (1993) não observaram aumento ou redução na concentração de propionato com o avanço da idade no rúmen de bezerros consumindo dieta contendo 85% de concentrado. Da mesma forma, Suarez et al. (2006) não observaram diferenças nas concentrações molares de propionato com o avanço da idade, porém, observaram maiores produções deste ácido no rúmen de bezerros alimentados com dieta à base de amido como fonte energética.

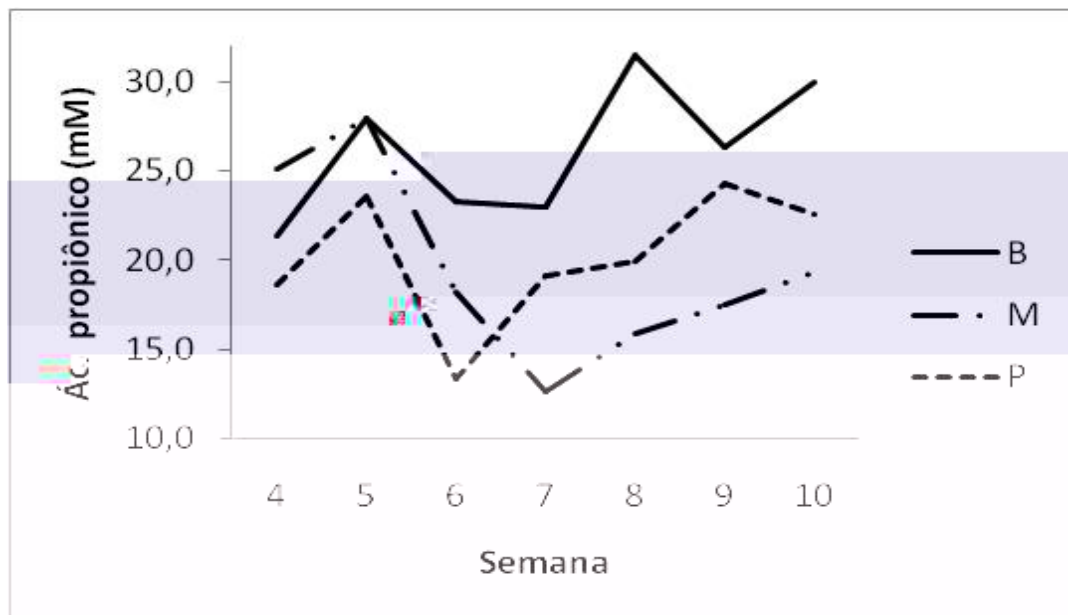


Figura 4.5 – Concentração molar de ácido propiônico, de acordo com a idade, de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)

As concentrações molares de ácido butírico não apresentaram diferenças entre os tratamentos ($P>0,05$), embora a adição de butirato de sódio no concentrado inicial tenha resultado em valores numericamente superiores quando comparados aos demais tratamentos (Tabela 4.3), conforme mostra a Figura 4.6. É possível que com adequado

adição de monensina apresentou uma menor produção de butirato no rúmen, assim como relatado por Quigley et al., (1992), que observaram menor produção deste ácido butírico em bezerros suplementados com lasalocida, um outro ionóforo, no período após o desaleitamento. Segundo os autores, a redução na produção de butirato e acetato com o uso de ionóforos refletem o aumento na produção de propionato, entretanto este efeito não foi observado no presente trabalho.

A Tabela 4.3 mostra que as concentrações dos ácidos isobutírico, isovalérico, valérico e a relação acetato:propionato não foram afetadas pelos tratamentos ($P>0,05$). Entretanto, houve efeito significativo ($P<0,05$) na interação tratamento x idade para a concentração de ácido isobutírico e efeito de idade para a concentração de ácido isovalérico. As concentrações molares de ácido isobutírico e isovalérico apresentaram decréscimo até a sexta semana, entretanto após este período foi observado um aumento nas concentrações destes ácidos no fluido ruminal. Suárez et al. (2006) observaram decréscimo nas concentrações dos ácidos isobutírico e valérico com o avanço da idade. Anderson et al. (1988) também observaram redução na concentração molar de ácido isobutírico com o avanço da idade e com aumento no consumo.

A relação acetato:propionato apresentou efeito significativo para idade ($P<0,05$), com aumento numérico com o avanço da idade dos animais. Quigley et al., (1992) observaram menores valores na relação acetato:propionato em bezerros consumindo concentrado com a adição de lasalocida durante o período de aleitamento, refletindo a alta produção de propionato e baixa de acetato, comum em animais consumindo dietas concentradas. Por outro lado, Nussio et al. (2003b) não observaram efeito da adição de monensina no concentrado inicial na relação acetato:propionato, assim como observado neste trabalho.

A concentração de N-amoniacoal não foi afetada pelos tratamentos ($P>0,05$), porém foram observados efeitos significativos para a idade ($P<0,0001$) e interação tratamento x idade ($P<0,05$), conforme mostra a Tabela 4.3. Os dados médios são comparáveis aos observados por Suárez et al. (2006) e Nussio et al. (2003b). Entretanto, a concentração de N-amoniacoal no rúmen apresentou comportamento distinto do observado em diversos trabalhos (Figura 4.7), onde geralmente é observada redução nas concentrações com o avanço da idade dos animais, principalmente pelo

aumento na utilização pela população bacteriana ou então pelo início na absorção pela parede ruminal (BEHARKA et al., 1998). A evolução atípica dos dados sugere uma menor proliferação de bactérias no ambiente ruminal, principalmente devido ao baixo consumo, resultando em menor incorporação de N amoniacal à proteína microbiana e conseqüentemente aumentando sua concentração no fluido ruminal. Entretanto, Quigley et al., (1992) sugerem que a elevada concentração ruminal de amônia também pode estar relacionada com o aumento no consumo e conseqüente aumento da fração protéica degradada no rúmen.

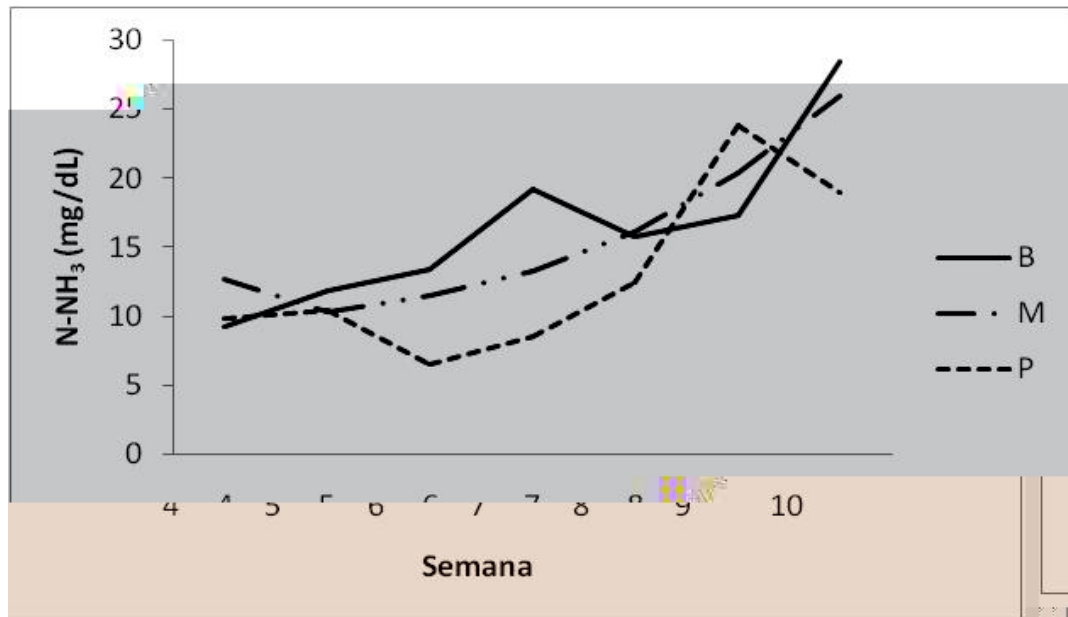


Figura 4.7 – Concentrações ruminiais de N-amoniaco, de acordo com a idade, de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)

A Tabela 4.4 apresenta os valores médios dos principais parâmetros ruminiais de acordo com o horário de colheita. Foram observados efeitos significativos nos valores de pH ($P < 0,05$) em relação ao tempo de fornecimento de alimento, entretanto não foram observadas diferenças entre os tratamentos para cada horário de colheita. Os dados observados duas horas após a alimentação apresentaram os menores valores de pH para todos os tratamentos, assim como observado nos trabalhos de Anderson et al. (1988) e Nussio et al. (2003b).

Tabela 4.4 - Média dos quadrados mínimos dos parâmetros de fermentação ruminal, de acordo com o horário de colheita, de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio

	Tratamentos ¹			EPM ²	P< ³	
	B	M	P		H	HxT
pH						
0 h	6,27 ^A	6,63 ^A	6,26 ^A	0,14	<0,0001	0,90
2 h	5,54 ^B	5,99 ^B	5,56 ^B	0,13		
N-amoniacoal, mg/dL						
0 h	19,05 ^A	18,05 ^A	14,71 ^A			

animal de pré-ruminante para ruminante funcional, uma vez que o desenvolvimento do tecido epitelial ruminal está associado ao consumo de concentrado e conseqüente produção de ácidos graxos de cadeia curta (OCHOA et al., 1994).

Embora não tenham sido observadas diferenças entre os tratamentos para a concentração ruminal de N-amoniacal (Tabela 4.3), foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) em relação ao horário de fornecimento do alimento (Tabela 4.4). Os resultados mostram redução na concentração duas horas após o consumo, comportamento semelhante ao observado no trabalho de Nussio et al. (2003b). Vazquez-Anon et al. (1993) observaram aumento nas concentrações de amônia ruminal em bezerros duas horas após o aleitamento, com decréscimo após este período, na quarta e oitava semana de vida dos animais. Neste mesmo experimento, foi observada redução na concentração de amônia duas horas após o aleitamento durante a segunda semana, sendo sugerido o reduzido consumo de concentrado nesta fase da vida do animal como o principal responsável.

As concentrações molares dos ácidos propiônico, butírico, bem como a concentração molar total de AGCC também apresentaram diferenças significativas de acordo com o horário de colheita ($P < 0,05$), sendo observados maiores valores duas horas após a alimentação da manhã. Porém, a concentração molar do ácido acético não apresentou diferenças entre os horários, provavelmente devido ao tipo de alimento consumido pelos animais, que resulta em menor produção deste ácido no processo de fermentação ruminal. Os resultados são comparáveis aos encontrados por Nussio et al. (2003b), que observaram aumento nas concentrações destes ácidos graxos de cadeia curta após o fornecimento de concentrado, o que sugere a rápida fermentação ruminal deste tipo de alimento. Segundo os autores, o pico de produção foi observado 2 horas após o consumo, com declínio na concentração após este período principalmente pela absorção e metabolismo destes ácidos graxos de cadeia curta pelo epitélio ruminal.

4.3.3 Glicose plasmática

A Tabela 4.5 apresenta o valor médio da concentração de glicose no plasma observado durante o período de avaliação, além dos valores observados de acordo com o horário de colheita das amostras. Eram esperadas maiores concentrações de glicose no plasma dos animais consumindo concentrado com adição de monensina ou propionato de cálcio, já que o propionato é o principal precursor de glicose no fígado dos ruminantes. Porém, foi observado efeito significativo de tratamento na concentração média de glicose, com bezerros alimentados com concentrado contendo butirato de sódio apresentando maiores concentrações que animais com adição de propionato de cálcio. Ao contrário do esperado, não foi observada redução significativa ($P > 0,05$) na concentração plasmática de glicose com o avanço da idade dos animais (Figura 4.8), o que pode indicar um menor desenvolvimento ruminal.

Esta redução foi observada por diversos autores como Bunting et al. (2000), Nussio et al (2003b) e Klotz e Heitmann (2006), assim como no experimento com desempenho dos animais (Capítulo 3) sendo sugerido como critério de avaliação de desenvolvimento ruminal.

Tabela 4.5 - Médias dos quadrados mínimos das concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) médias e de acordo com o horário de colheita de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio

Glicose, mg/dL	Tratamentos ¹			EPM ²	P< ³				
	B	M	P		T	I	T x I	H	T x H
Média	95,1 ^a	92,03 ^{ab}	80,7 ^b	3,76	0,04	0,78	0,14	<,0001	,002
Horário									
0h	74,6 ^B	76,4 ^B	70,3 ^B	4,26	-	-	-	-	-
2h	115,5 ^{A,a}	107,6 ^{A,a}	91,2 ^{A,b}	4,26	-	-	-	-	-

¹ Concentrado inicial com adição de: B= butirato de sódio; M=monensina sódica; P= propionato de cálcio.

² EPM = Erro padrão da média

³ T: Efeito do tratamento; I: efeito da idade do animal (semana); TxI: efeito da interação tratamento e idade do animal; H:efeito do horário de colheita; HxT: efeito da interação tratamento e horário de colheita.

^{a,b,c} Letras minúsculas na mesma linha diferem estatisticamente para $P < 0,05$.

^{A,B} Letras maiúsculas na mesma coluna diferem estatisticamente para $P < 0,05$

Martin et al. (1959) observaram tendência semelhante de redução nas concentrações de glicose com o avanço da idade de bezerros suplementados com sais de ácidos graxos em substituição ao concentrado.

Segundo Weigand, Young e McGilliard (1972), com a passagem gradativa do animal da condição de não-ruminante para ruminante, a concentração de glicose no sangue diminui enquanto as concentrações de AGCC, acetato e β -hidroxibutirato aumentam. Quigley, Smith e Heitmann (1991) observaram redução nas concentrações plasmáticas de glicose com o avanço da idade de bezerros desaleitados aos 28 ou 56 dias. Neste estudo os animais desaleitados mais precocemente apresentaram queda mais acentuada, quando comparado com os submetidos ao desaleitamento mais tardio.

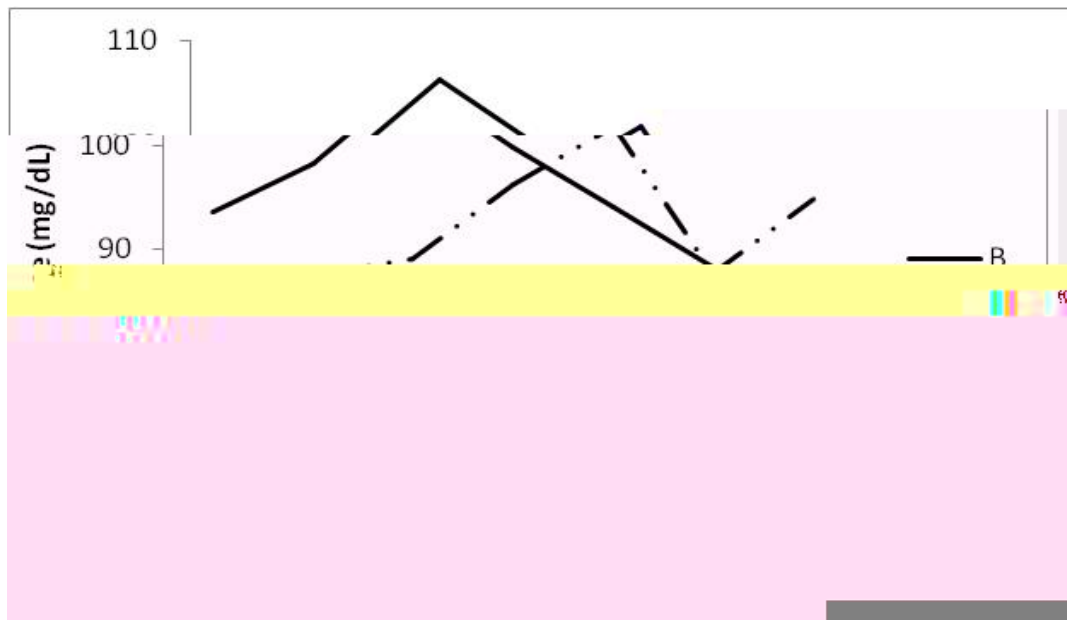


Figura 4.8 - Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) de acordo com a semana de vida de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio (B), monensina sódica (M) ou propionato de cálcio (P)

Foram observados efeitos significativos ($P < 0,05$) para as concentrações plasmáticas de glicose em relação ao horário de alimentação para todos os tratamentos, sendo as maiores concentrações observadas 2 horas após o fornecimento de alimento. Outros autores como Quigley, Smith e Heitmann (1991), Quigley e Bernard (1992) e Nussio et al. (2003a) observaram efeito semelhante. Segundo os autores, o

pico de glicose 2 horas após a alimentação está relacionado à rápida fermentação do concentrado consumido ou ao aporte de glicose proveniente do consumo de leite.

4.3.4 Desenvolvimento ruminal

Os dados relativos à avaliação das medidas morfométricas do trato digestório superior estão apresentados na Tabela 4.6. Não foram observados efeitos significativos ($P>0,05$) entre os tratamentos no peso do trato digestório superior total no momento do abate. Também não foram observadas diferenças nos pesos médios de cada compartimento, bem como quando expressos em porcentagem do trato total. Os valores observados são superiores aos observados por Nussio et al. (2003b) para bezerros alimentados com ração contendo ou não monensina, quando expressos em gramas. Entretanto, são semelhantes quando expressos em % do PV, provavelmente devido ao maior porte dos animais utilizados no presente trabalho.

Tabela 4.6 - Medidas morfométricas do trato digestório superior de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio

	Tratamentos ¹			EPM ²	P<
	B	M	P		
Trato Total, g	979,1	1023,1	1054,8	46,96	0,67
Retículo-Rúmen, g	614,6	666,2	709,2	49,95	0,54
% Trato total	61,4	62,4	66,3	2,19	0,35
Capacidade, L	6,9	6,1	7,9	0,67	0,19
Omaso, g	124,5	121,0	116,5	12,68	0,92
% Trato total	12,7	12,3	11,0	1,08	0,59
Abomaso, g	239,9	234,9	229,1	7,30	0,67
% Trato total	25,9	25,3	22,7	1,72	0,46

¹ Concentrado inicial com adição de: B= butirato de sódio; M=monensina sódica; P= propionato de cálcio.

² EPM=Erro padrão da média

Tamate et al. (1962) observaram maiores valores em porcentagem do trato total para os compartimentos do trato digestório superior de bezerros consumindo diferentes dietas e com infusão intraruminal de sais de ácidos graxos. Na oitava semana de vida,

foram observadas proporções de retículo-rúmen próximas às encontradas em animais adultos (80%). Avaliando o desenvolvimento do trato digestório superior de bezerros desaleitados precocemente, Carvalho et al. (2003) observaram aumentos no tamanho e alterações nas proporções dos compartimentos com o avanço da idade dos animais, observando maiores pesos de retículo-rúmen em bezerros com 50 dias de idade que as encontradas no presente estudo.

Entretanto, Greenwood et al. (1997) também não observaram diferenças significativas no peso do retículo-rúmen em bezerros alimentados com dietas com diferentes níveis de processamento físico, assim como Beharka et al. (1998) em bezerros alimentados com concentrados de diferentes tamanhos de partícula.

No presente trabalho, a capacidade do retículo-rúmen também não foi afetada pelos tratamentos, fator relacionado diretamente com a idade do animal, e principalmente com o consumo de alimento volumoso. Suárez et al. (2006b) observaram maior peso do rúmen de bezerros consumindo dietas com maior proporção de FDN ou pectina quando comparados a animais consumindo dietas ricas em amido. Estes resultados mostram a relação entre maior proporção de fibra na dieta e desenvolvimento físico do rúmen, porém influenciando pouco no desenvolvimento do epitélio ruminal e de sua capacidade absorptiva.

Bunting et al. (2000) forneceram propionato de cálcio (6,4%) ou de cromo (0,5 mg/kg) via substituto de leite e observaram tendência nos animais recebendo propionato de cálcio de apresentarem maior crescimento do retículo-rúmen no momento do abate (6 semanas). A revisão de Huber (1969), mostrou que o peso do retículo-rúmen, quando expresso em % do trato total, alcançou valores ao redor de 65% na 6^a. semana de vida, não se alterando com o avanço da idade.

O desenvolvimento do epitélio ruminal avaliado com medidas de altura, largura e número de papilas por cm² não foi afetado pelos tratamentos ($P>0,05$) e estão apresentados na Tabela 4.7. Os valores observados para altura de papilas são similares aos apresentados por Beharka et al. (1998) em bezerros alimentados com ração com diferentes formas físicas, assim como os encontrados por Hill et al. (2005) com bezerros alimentados com diferentes dietas.

Os resultados de número de papilas por cm² observadas no presente estudo

apresentam-se bastante inferiores ao observados por Beharka et al. (1998), provavelmente devido ao baixo consumo de concentrado, o que pode ter comprometido os resultados esperados com a adição de butirato de sódio ou propionato de cálcio ao concentrado inicial.

Tabela 4.7 - Medidas de desenvolvimento do epitélio ruminal de bezerros recebendo concentrado inicial com adição de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio

	Tratamentos ¹			EPM ²	P<
	B	M	P		
Altura de papilas, mm	3,73	2,69	3,22	1,53	0,87
Largura de papilas, mm	1,20	0,88	1,25	0,44	0,82
Número por cm ²	121,6	141,6	121,6	27,18	0,83

¹ Concentrado inicial com adição de: B= butirato de sódio; M=monensina sódica; P= propionato de cálcio.

² EPM=Erro padrão da média

De acordo com Lesmeister, Tozer e Heinrichs (2004) os resultados de contagem de papilas por cm² geralmente apresentam grande variabilidade entre os dados, diminuindo consideravelmente a possibilidade de detecção de diferenças entre tratamentos, principalmente por se tratar de um procedimento passível de erros.

Coelho et al. (2000) observaram alturas de papilas de amostras do saco ventral do rúmen de bezerros desaleitados aos 30 dias e abatidos aos 90 dias de idade, de aproximadamente dois milímetros, valores inferiores aos observados no presente estudo.

Embora trabalhos *in vitro* (SAKATA; TAMATE, 1979) mostrem benefícios na administração de sais de ácidos graxos no desenvolvimento e maturação do epitélio ruminal, a falta do estabelecimento de uma dosagem adequada prejudica a obtenção de melhores respostas *in vivo*. De acordo com o estudo de Baldwin e McLeod (2000) com células isoladas do epitélio ruminal de carneiros e infusão direta de sais de ácidos graxos, o butirato e o propionato foram identificados como os ácidos graxos de cadeia curta absorvidos o mais prontamente pelo epitélio ruminal. O trabalho de Sutton et al. (1963), com a adição de soluções fracas destes ácidos graxos no retículo-rúmen de bezerros alimentados com leite (sem oferta de dieta sólida), apresentou maiores

mudanças na taxa de crescimento do tecido papilar destes compartimentos e maior desenvolvimento da capacidade absorptiva. Sander et al. (1959) observaram que o fornecimento de sais butirato de sódio e propionato de sódio através de cânula ruminal resultaram em maior desenvolvimento papilar em bezerros em aleitamento, sendo observado maior estímulo com a administração de butirato de sódio.

Por outro lado, Tamate et al. (1962) observaram tendência de aumento na altura e número de papilas com o avanço da idade de bezerros, entretanto, não foram observados efeitos benéficos em resposta à administração de sais de ácidos graxos diretamente no rúmen. Costa (2003) observou resposta semelhante, verificando alterações no crescimento normal de papilas do saco ventral do rúmen de bezerros submetidos à infusão de butirato no rúmen, concluindo que a administração do ácido graxo de cadeia curta tenha sido incapaz de resultar nas respostas esperadas, de aumento em tamanho e área das papilas ruminais. Zitnan et al. (2005) observaram maior desenvolvimento do epitélio ruminal em bezerros consumindo dietas que promovessem maior concentração molar de ácido propiônico. Neste trabalho, a concentração molar de ácido butírico no fluido ruminal não foi diferente entre os tratamentos, embora o desenvolvimento do epitélio tenha sido, levando os autores a concluir que o propionato tem maior importância no processo.

4.4 Conclusões

A inclusão de butirato de sódio, monensina sódica ou propionato de cálcio no concentrado inicial de bezerros leiteiros não afetou a maioria dos parâmetros de fermentação ruminal ou de desenvolvimento do trato digestório, não sendo possível avaliar seu efeito no desenvolvimento ruminal. Entretanto, a grande variação no consumo de concentrado inicial, causada por fatores de estresse pós-cirúrgico, comprometeu uma melhor avaliação dos efeitos dos tratamentos.

Referências

ANDERSON, K.L.; NAGARAJA, T.G.; MORRIL, J.L.; AVERY, T.B.; GALITZER, S.J.; BOYER, J.E. Ruminal microbial development in conventionally or early weaned calves. **Journal of Animal Science**, Albany, v.64, p. 1215-1226, 1987

ANDERSON, K.L.; NAGARAJA, T.G.; MORRILL, J.L.; REDDY, P.G.; AVERY, T.B.; ANDERSON, N.V. Performance and ruminal changes of early-weaned calves fed lasalocid. **Journal of Animal Science**, Albany, v.66, p.806-813, 1988.

BALDWIN, R. L.; VI, MCLEOD, K. R. Effects of diet forage:concentrate ratio and metabolizable energy intake on isolated rumen epithelial cell metabolism in vitro. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 78, p. 771-783, 2000.

BEHARKA, A.A.; NAGARAJA, T.G.; MORRILL, G. A.; KENNEDY, G.A.; KLEMM, R.D. Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.81, p.1946-1955, 1998.

BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, Bethesda, v.70, p.567-590, 1990.

BRADFORD, B.J.; ALLEN, M.S. Short Communication: Rate of Propionate Infusion Within Meals Does Not Influence Feeding Behavior. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 90, p.2305–2308, 2007.

BUNTING, L.D.; TARIFA, T.A.; CROCHET, B.T.; FERNANDEZ, J.M.; DEPEW, C.L.; LOVEJOY, J.C. Effects of dietary of chromium propionate and calcium propionate on glucose disposal and gastrointestinal development. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 83, p.2491-2498, 2000.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 135p.

CARVALHO, P.A.; SANCHEZ, L.M.B.; VIEGAS, J.; VELHO, J.P.; JAURIS, G.C.; RODRIGUES, M.B. Desenvolvimento de estômago de bezerros Holandeses desaleitados precocemente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1461-1468, 2003.

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

CHURCH, D. C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice-Hall, 1988. 564 p.

COELHO, S.G.; SATURNINO, H.M.; CALIARI, M.V.; OLIVEIRA, H.N.; CARVALHO, A.U.; GONÇALVES, G.C.R. pH ruminal, tamanho e área das papilas do saco ventral até os 90 dias de idade de bezerros desmamados aos 30 dias e alimentados com ou sem volumoso até os 60 dias. In: 37a. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000, **Anais...**, Viçosa, 2000. CD-ROM

COSTA, S.F. **Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e epiderme de bezerros**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2003, 123p.

COVERDALE, J.A.; TYLER H. D; QUIGLEY, J. D. III; BRUMM, J. A. Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 87, p. 2554–2562, 2004.

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

FITZGERALD, P.R.; MANSFIELD, M.E. Control of bovine coccidiosis with monensin: in nonresistant newborn calves. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v.45, p.1984-1988, 1984.

FOREYT, W.J.; RICE, D.H.; WESCOTT, R.B. Evaluation of lasalocid as a coccidiostat in calves: Titration efficacy, and comparison with monensin and decoquinate. **American Journal of Veterinary Research**, Chigaco, v. 479, p. 2031-2035, 1986.

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

GOODRICH, R.D.; GARRET, J.E.; GAST, D.R.; KIRICK, M.A.; LARSON, D.A.; MEISKE, J.C. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Lancaster, v.58, p.1484, 1984.

HEINRICHS A.J.; LOSINGER, W.C. Growth of Holstein dairy heifers in the United States. **Journal of Animal Science**, Lancaster, v.76, p.1254-1260, 1998.

HILL, S.R.; HOPKINS, B.A.; DAVIDSON, S.; BOLT, S.M.; DIAZ, D.E.; BROWNIE, C.; BROWN, T.; HUNTINGTON, G.B.; WHITLOW L.W. Technical Note: Technique for dissection and analysis of the rumen in young calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.88, p.324–326, 2005.

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

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

JANSSENS, G.; NOLLET, L. Sodium butyrate in animal nutrition. In: II Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, 2002, **Anais...**, Uberlândia: CBNA, 2002. p. 239-250.

KEARL, L.C. **Nutrient requirement of ruminants in developing countries**. Logan: International Feedstuffs Institute, Utah State University, 1982.

KHAN, M.A.; LEE, H.J.; LEE, W.S.; KIM, H.S.; KIM, S.B.; KI, K.S.; HA, J.K.; LEE, H.G.; CHOI, Y.J. Structural growth, rumen development, and metabolic and immune responses of Holstein male calves fed milk through step-down and conventional methods. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 90, p.3376-3387, 2007.

KERTZ, A.F.; CHESTER-JONES, H. Invited Review: Guidelines for measuring and reporting calf and heifer experimental data. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 87, p.3577-3580, 2004.

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

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

LANE, M.A.; JESSE, B.W. Effect of volatile fatty acid infusion on development of rumen epithelium in neonatal sheep. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 80, p.740-746, 1997.

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

LESMEISTER, K.E; TOZER, P.R.; HEINRICHS, A. J. Development and analysis of a rumen tissue sampling procedure. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.87, p.1336-1344, 2004.

McGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L.F.; WILKINSON, J.I.D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 84, p.194-203, 2001.

MARTIN, W.G.; RAMSEY, H.A.; MATRONE, G.; WISE, G.H. Responses of young calves to a diet containing salts of volatile fatty acids. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 42, p.1377-1386, 1959.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement in dairy cattle**. 7th ed. Washington : National Academy of Science, 2001. 381p.

NUSSIO, C.M.B.; HUBER, J.T.; NUSSIO, L.G. Decoquinat, lasalocid and monensin for starter feeds and the performance of Holstein calves to 20 weeks of age. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.3, p.421-426, 2002.

NUSSIO, C. M. B.; SANTOS, F. A. P.; ZOPOLLATTO, M.; PIRES, A.V.; MORAIS, J.B. Processamento de milho (floculado vs. laminado a vapor) e adição de monensina para bezerras leiteiras, pré e pós-desmama precoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n. 1, p.229-239, 2003a.

NUSSIO, C. M. B.; SANTOS, F. A. P.; ZOPOLLATTO, M.; PIRES, A.V.; MORAIS, J.B.; FERNANDES, J.J.R. Parâmetros de fermentação e medidas morfométricas dos compartimentos ruminais de bezerros leiteiros suplementados com milho processado (Floculado vs. Laminado a vapor) e monensina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.4, p.1021-1031, 2003b.

OCHOA, S.M.; NEIVA, R.S.; GIRÃO, L.C.F.; OLIVEIRA, A.I.G. Desenvolvimento ruminal e papilar em bezerros mestiços (Holandês-Zebu). **Ciência e Prática**, Lavras, v.18, n.3, p. 320-325, 1994.

QUIGLEY III, J.D. Feeding prior to weaning. In: CALVES, HEIFERS AND DAIRY PROFITABILITY NATIONAL CONFERENCE, 1996a, Harrisburg. **Proceedings...**, Harrisburg: Northeast regional agricultural engineering service cooperative extension, 1996a. p.245-255.

QUIGLEY III, 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.

QUIGLEY III, J.D.; SMITH, Z.P.; HEITMANN, R.N. Changes in plasma volatile fatty acids in response to weaning and feed intake in young calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.74, p.258-263, 1991.

QUIGLEY III, J.D.; BOEHMS, I.; STEEN, T. M.; HEITMANN, R.N. Effects of lasalocid on selected ruminal and blood metabolites in young calves **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 75, p.2235-2241, 1992.

RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 55, p.1-6, 1989.

SAKATA, T.; TAMATE, H. Rumen epithelium cell proliferation accelerated by propionate and acetate. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.62, p.49-52, 1979.

SANDER, E.G.; WARNER, R.G.; HARRISON H.N.; LOOSLI, J.K. The stimulatory effect of sodium butyrate and sodium propionate on the development of rumen mucosa in the young calf. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 42, p.1600-1605, 1959.

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

SINKS, G.D.; QUIGLEY III, J.D.; REINEMEYER, C.R. Effects of lasalocid on coccidial infection and growth in young dairy calves. **Journal of American Veterinary Medicine Association**, Washington, v.200, p.1947, 1992.

STOCKDALE, P.H.G.; SHEARD, A.; TIFFIN, G.B. Resistance to *Eimeria bovis* produced after chemotherapy of experimental infections in calves. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v.9, p.171-177, 1982.

STROMBERG, B.E.; SCHLOTTAUER, J.C.; HAMANN, K.J.; SAATARA, H.; BEMRICK, W.J. Experimental bovine coccidiosis: control with monensin. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 22, p.135-140, 1986.

SUAREZ, B. J.; VAN REENEN, C. G.; BELDMAN, G.; VAN DELEN, J.; DIJKSTRA, J.; GERRITS, W. J. J. Effects of supplementing concentrates differing in carbohydrate composition in veal calf diets: I. animal performance and rumen fermentation characteristics **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 89, p. 4365–4375, 2006.

SUTTON, J.D.; MCGILLIARD, A.D.; RICHARD, M.; JACOBSON, N.L. Funcional development of rumen mucosa. II. Metabolic activity. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.46, 530 – 537, 1963.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.74, p.3583-3597, 1991.

VAZQUEZ-ANON, M.; HEINRICHS, A. J.; ALDRICH, J. M.; VARGA, G. A. Postweaning age effects on rumen fermentation end-products and digesta kinetics in calves weaned at 5 weeks of age. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 76, p. 2742-2748, 1993.

WARNER, R. G.; FLATT, W. P.; LOOSLI, J. K. Dietary factors influencing the development of the ruminant stomach. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 4, p. 788-792, 1956.

WATKINS, L.E.; WRAY, M.I.; BASSON, R.P.; FELLER, D.L.; OLSON, R.D.; FITZGERALD, P.R.; STROMBERG, B.E.; DAVIS, G.W. The prophylactic effects of monensin fed to cattle inoculated with coccidia oocysts. **Agri-Practice**, Montreal, v.7, p.18-20, 1987.

WEIGAND, E.; YOUNG, J.W.; MCGILLIARD, A.D. Extent of butyrate metabolism by the rumino-reticulum epithelium and the relationship to absorptive rate. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 55. p. 589-597, 1972.

ZITNAN, R.; KUHLA, S.; SANFTLEBEN, P.; BILSKA, A.; SCHNEIDER, F.; ZUPCANOVA, M.; VOIGT, J. Diet induced ruminal papillae development in neonatal calves not correlating with rumen butyrate. **Veterinary Medicine**, Cleveland, v. 11, p. 472-479, 2005.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A inclusão de aditivos em rações de animais em crescimento tem sido praticada objetivando-se a maximização do desempenho, sem prejuízos à saúde dos animais. No entanto, a crescente preocupação com o uso de produtos na alimentação animal que possam levar à resistência, como é o caso de antibióticos (incluindo os ionóforos), tem resultado na busca por aditivos mais seguros de forma a atender as novas exigências de produção do mercado.

Os benefícios da utilização de monensina em concentrados iniciais de bezerros leiteiros são consistentes no que diz respeito ao controle de coccidiose. Por outro lado, sua inclusão nem sempre resulta em melhor desempenho destes animais, principalmente durante a fase de aleitamento, quando o animal ainda não apresenta o rúmen desenvolvido.

As reduções no período de aleitamento, sem que ocorram prejuízos ao desempenho animal, são de suma importância para a redução de custos em sistemas de criação de novilhas de reposição. Sendo assim, aditivos que além de melhorar desempenho possam ter efeito benéfico no que diz respeito ao desenvolvimento ruminal são desejáveis.

Maior número de trabalhos e o desenvolvimento de novas técnicas de avaliação de desenvolvimento ruminal e alteração de metabolismo de animais em período de transição (não-ruminante para ruminante) são necessários. Os resultados deste trabalho sugerem que a técnica para cirurgia de implantação de cânula ruminal em bezerros jovens deve ser aprimorada uma vez que afeta em demasia o consumo de concentrado, reduzindo a possibilidade de avaliação dos tratamentos estudados.

Entretanto, os dados observados no experimento de desempenho animal demonstram de forma clara que, em propriedades livres de coccidiose, os aditivos alternativos, ou seja, o butirato de sódio e o propionato de cálcio podem substituir o uso de monensina sem reduções no desempenho animal.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)