

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

**Alterações no metabolismo energético e no desempenho de  
bezerros leiteiros em programas de aleitamento intensivo ou  
convencional**

**Marília Ribeiro de Paula**

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

**Piracicaba  
2012**

**Marília Ribeiro de Paula**  
**Zootecnista**

**Alterações no metabolismo energético e no desempenho de bezerros leiteiros  
em programas de aleitamento intensivo ou convencional**

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

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

**Piracicaba**  
**2012**

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

Paula, Marília Ribeiro de

Alterações no metabolismo energético e no desempenho de bezerros leiteiros em programas de aleitamento intensivo ou convencional / Marília Ribeiro de Paula. - Piracicaba, 2012.

82 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Aleitamento 2. Bezerros 3. Ganho de peso 4. Rúmen 5. Sucedâneo lácteo  
6. Suplementos concentrados para animais I. Título

CDD 636.214  
P324a

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

## DEDICATÓRIA

Em especial à minha avó **Inah Tostes de Paula**.

"A mesma vida da qual originalmente nos é legada uma fração, certo dia se vai, fuge de nosso convívio, por um processo do qual a ciência não conhece sequer os rudimentos. De sua existência resta comigo o exemplo, a saudade imensa, o eterno agradecimento, além do pesar por não poder abraçá-la agora e partilharmos juntas da alegria da tarefa cumprida."

Autor desconhecido

### É dessa forma que me lembro:

*Naquela mesa ela sentava sempre*

*E me dizia sempre*

*O que é viver melhor.*

*Naquela mesa ela contava histórias*

*Que hoje na memória*

*eu guardo e sei de cor.*

*Naquela mesa ela juntava gente*

*E contava contente*

*O que fez de manhã...*

*E nos seus olhos era tanto brilho*

*Que mais que sua filha*

*Eu fiquei sua fã.*

*Eu não sabia que doía tanto*

*Uma mesa num canto*

*Uma casa e um jardim.*

*Se eu soubesse quanto dói a vida*

*Essa dor tão doída*

*Não doía assim.*

*Agora resta uma mesa na sala*

*E hoje ninguém mais fala*

*No seu bandolim...*

*Naquela mesa tá faltando ela*

*E a saudade dela*

*Tá doendo em mim.*

NAQUELA MESA - poema-música de Sérgio Bittencourt



À minha mãe Teresa Cristina

**Ofereço**



## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por me dar a vida e as oportunidades surgidas.

A Nossa Senhora, por guiar todas as minhas decisões e atender aos meus pedidos.

À minha querida mãe Teresa, que desde sempre não mediu esforços para me ajudar a alcançar meus objetivos.

Ao meu pai Francisco e aos meus irmãos Mariana e Gabriel pelo apoio e carinho.

Aos meus avós Reginaldo e Maria José, que torcem e desejam tudo de melhor para mim, sem muitas vezes nem saber o real significado da palavra “Zootecnia”.

Ao meu noivo Helton Leonardo, pelo ombro amigo, pelo amor e por suportar a distância sem desanimar.

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

A minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dra. Carla Maris Machado Bittar pela confiança, paciência e especialmente pela oportunidade de aprendizagem.

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

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento do projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

Aos companheiros do Grupo de Estudos em Metabolismo Animal Cocó, Dudu, Jack, Gustavo, Marcelo e Diandra, pela força e dedicação na condução do experimento e também às novatas Flávia e Jú.



Ao eterno orientador Antônio Fernando Bergamaschine “Mineiro”, por me apresentar e me ensinar a amar a pesquisa.

A todos os amigos conquistados durante o mestrado: Mandura, Mi, Vinicius, Rodrigo, Amália, Paula, Aline, Maísa, Cris e Bruninha.

Aos professores da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”/Campus de Ilha Solteira pela formação acadêmica.

Aos queridos amigos: Tata, Pirula, Chum, Poia, Tainá, Berne, Fran, Sonser, Livião, pelos excelentes momentos vividos.

Às famílias maravilhosas que sempre me acolheram de coração aberto: Família Costa de Paula, Família Moretto, Família Diniz, Família Pereira de Carvalho, Família Pasi Guelfi, Família Pasquini Pomini, Família Cangemi Reis, Família Nascimento de Sousa.

À querida amiga Lilian Pereira de Carvalho pela ajuda com as correções ortográficas, pelo apoio na vida acadêmica e principalmente pela amizade.

E a todas as pessoas que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a execução desta dissertação e que possam não constar nesses agradecimentos.

*“E ainda se vier noites traiçoeiras,  
se a cruz pesada for, Cristo estará contigo.  
O mundo pode até fazer você chorar,  
mas Deus te quer sorrindo”.*

*Carlos Papae*



## SUMÁRIO

RESUMO .....	13
ABSTRACT.....	15
LISTA DE FIGURAS .....	17
LISTA DE TABELAS.....	19
1 INTRODUÇÃO.....	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	23
2.1 Sistemas de aleitamento.....	23
2.2 Exigências nutricionais de bezerros leiteiros .....	27
2.3 Sucedâneos lácteos .....	29
2.3.1 Fontes proteicas .....	30
2.3.2 Fontes energéticas .....	32
2.4 Consumo de concentrado e desenvolvimento ruminal .....	33
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	37
3.1 Animais, instalações e manejo alimentar.....	37
3.2 Avaliação do desempenho e desenvolvimento corporal.....	38
3.3 Escore fecal e sanidade.....	38
3.4 Análises químico-bromatológicas .....	38
3.5 Colheita de sangue e fluido ruminal.....	39
3.5.1 Colheita de sangue .....	39
3.5.2 Colheita de fluido ruminal .....	40
3.6 Metodologia analítica.....	40
3.6.1 Determinação de glicose plasmática .....	40
3.6.2 Determinação de lactato plasmático .....	41
3.6.3 Determinação de proteínas totais no plasma.....	41
3.6.4 Determinação de $\beta$ -hidroxibutirato plasmático.....	41
3.6.5 Determinação de ácidos graxos de cadeia curta no fluido ruminal.....	42
3.6.6 Determinação de amônia ruminal .....	42
3.7 Análise estatística.....	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	45
4.1 Consumo e desempenho.....	45
4.2 Parâmetros sanguíneos.....	57
4.3 Parâmetros ruminais.....	64
5 CONCLUSÕES.....	73
REFERÊNCIAS .....	75



## RESUMO

### **Alterações no metabolismo energético e no desempenho de bezerros leiteiros em programas de aleitamento intensivo ou convencional**

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes sistemas de aleitamento (convencional, programado ou intensivo) sobre o desempenho e alterações no metabolismo energético de bezerros leiteiros. Após o nascimento, trinta bezerros da raça Holandês foram distribuídos em blocos casualizados e alocados em três programas de aleitamento: 1) Convencional: 10% do peso ao nascer (PN) (4L/dia); 2) Programado: semana 1: 10% PN (4L/dia), semana 2 a 6: 20% PN (8L/dia), semana 7 e 8: 10% PN (4L/dia); e 3) Intensivo: 20% PN (8L/dia). O aleitamento foi realizado duas vezes ao dia (07 e 18h) com sucedâneo comercial (20% proteína bruta; 16% extrato etéreo). Os animais foram alojados em abrigos individuais, com livre acesso à água e concentrado inicial, até a décima semana de vida e desaleitados abruptamente na oitava semana de vida. O consumo de concentrado inicial e o escore fecal foram registrados diariamente, enquanto que a pesagem e as medidas de altura na cernelha, perímetro torácico e largura da garupa foram realizadas semanalmente, a partir da segunda semana, até a décima semana, quando se encerrou o período experimental. A partir da segunda semana, foram realizadas colheitas semanais de amostras de sangue, duas horas após o aleitamento da manhã, para determinação das concentrações plasmáticas de glicose, lactato, proteínas totais e  $\beta$ -hidroxibutirato (BHBA). Nas semanas 4, 8 e 10 de idade foram colhidas amostras de fluido ruminal, utilizando-se sonda oroesofágica e bomba à vácuo, para determinação do pH, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>). O consumo de concentrado inicial foi afetado ( $P < 0,07$ ) pelo programa de aleitamento, com menor ingestão observada para os animais em aleitamento intensivo em relação aos animais em aleitamento programado e convencional. O peso vivo e o ganho de peso diário não apresentaram diferenças entre os programas de aleitamento ( $P > 0,07$ ). Dentre as medidas corporais, apenas o perímetro torácico apresentou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), sendo maiores os valores para os animais em aleitamento intensivo. O escore fecal foi afetado pelos tratamentos ( $P < 0,05$ ) na fase de aleitamento, com maiores valores para animais em aleitamento programado e intensivo, sugerindo maior frequência de diarreia nestes animais. Dentre os parâmetros sanguíneos avaliados, apenas as proteínas totais e o BHBA foram afetados pelo programa de aleitamento ( $P < 0,07$ ), sendo os maiores valores encontrados para os animais em aleitamento convencional, em resposta ao maior consumo de concentrado observado. Os parâmetros ruminiais avaliados (pH, AGCC e N-NH<sub>3</sub>) não foram afetados ( $P > 0,07$ ) pelos tratamentos. O fornecimento de maiores quantidades de dieta líquida não resultou em melhores desempenhos para animais até a décima semana de vida, provavelmente devido ao baixo teor de proteína da formulação do sucedâneo.

Palavras-chave: Consumo de concentrado; Desaleitamento; Desenvolvimento ruminal; Escore fecal; Ganho de peso; Sucadâneo lácteo



## ABSTRACT

### Changes in energetic metabolism and performance of dairy calves under intensive and conventional milk-feeding programs

The objective of this study was to evaluate the performance and energetic metabolism of dairy calves under different milk-feeding programs: Conventional, Step-down and Intensive. After birth, thirty Holstein calves were blocked according to birth weight (BW) and assigned to one of the three treatments: 1) Conventional: 10% BW (4L/day); 2) Step-down: first week: 10% BW (4L/day), 2-6 week: 20% BW (8L/day), 7 and 8 week: 10% BW (4L/day); 3) Intensive: 20% BW (8L/day). Calves were fed twice a day (07 and 18h) a commercial milk replacer (20% crude protein and 16% ether extract). Animals were allocated in individual hutches, with free access to water and starter concentrate, until the tenth week of life, and weaned abruptly at 8 weeks. Starter intake and fecal scores, were recorded daily, while weigh and body measurements (wither heights, heart girth and hip width) were measured weekly starting at the second week of life until the tenth, when the experimental period ended. From the second week of life, blood samples were collected once a week, two hours after morning feeding, for determination of plasma concentrations of glucose, lactate, total proteins and  $\beta$ -hydroxybutyrate (BHBA). Ruminal fluid was collected at 4, 8 and 10 weeks using an oro-ruminal probe and a suction pump for determination of pH, short-chain fatty acids (SCFA), and ammonia-N concentrations. Starter intake was affected ( $P < 0.07$ ) by milk-feeding programs, with lower intakes for intensive milk-feeding as compared to the step-down and conventional programs. There were no differences ( $P < 0.07$ ) for body weight or daily gain. The only body measurement significantly affected ( $P < 0.05$ ) by the milk-feeding program was heart girth, with higher values for the calves fed on intensive milk-feeding program. Fecal scores were affected by the milk-feeding program ( $P < 0.05$ ), with higher values for the step-down and intensive milk-feeding programs, suggesting higher frequency of diarrhea. As regard to plasma parameters, milk-feeding programs affected only total proteins and BHBA ( $P < 0.07$ ), with higher values for the animals fed on the conventional milk-feeding program, as a consequence of the higher starter intake. Ruminal parameters evaluated were not affected ( $P < 0.07$ ) by treatments. Feeding higher volumes of liquid diet did not improve dairy calves' performance up to ten weeks of life, probably because of the low crude protein level of the milk-replacer.

Keywords: Fecal score; Milk replacer; Ruminal development; Starter intake; Weaning; Weight gain





## LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Consumo de sucedâneo (g MS/d) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo (P<0,0001) .....	46
Figura 4.2 - Consumo de concentrado (kg/d) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo (P<0,0001) .....	48
Figura 4.3 - Peso vivo (kg) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo (P<0,0268) .....	52
Figura 4.4 - Ganho de peso diário (kg/d) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo (P<0,004) .....	52
Figura 4.5 - Medidas de altura na cernelha (1), perímetro torácico (2) e largura da garupa (3), em cm, de acordo com a idade, de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo (P<0,028 para altura; P<0,11; P<0,32; respectivamente) .....	55
Figura 4.6 - Escore fecal (sendo 1= fezes normais e 5= diarreia severa) em bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo (P<0,0001) .....	56
Figura 4.7 - Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo (P<0,06) .....	60
Figura 4.8 - Concentrações plasmáticas de $\beta$ -hidroxibutirato (mmol/L) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo (P<0,012) .....	61
Figura 4.9 - Concentrações plasmáticas de proteínas totais (g/dL) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo (P<0,012) .....	63
Figura 4.10 - Concentrações plasmáticas de lactato (mmol/L) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo (P<0,38) .....	64
Figura 4.11 - Valores de pH ruminal de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo .....	66
Figura 4.12 - Concentração molar de ácidos graxos de cadeia curta totais ( $\mu$ mol/mL) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo .....	67
Figura 4.13 - Concentração molar dos ácidos acético (1), propiônico (2) e butírico (3), em $\mu$ mol/mL de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo .....	69
Figura 4.14 - Concentração molar dos ácidos isobutírico (1), valérico (2) e isovalérico (3), em $\mu$ mol/mL, de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo .....	70

Figura 4. 15 - Concentrações ruminais de N-amoniaco, em mg/dL, de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo..... 71

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Desempenho e primeira lactação de novilhas criadas sob programas de aleitamento convencional ou intensivo.....	26
Tabela 2.2 - Exigências de energia metabolizável (EM) e proteína bruta (PB) para um bezerro de 45 kg com diferentes taxas de ganho de peso.....	28
Tabela 3.1 - Composição químico-bromatológica do sucedâneo lácteo, concentrado inicial e feno .....	39
Tabela 4.1 – Consumo de sucedâneo, concentrado e feno por bezerros em aleitamento convencional (C), programado (P) ou intensivo (I) .....	45
Tabela 4.2 – Peso vivo e ganho de peso diário de bezerros em aleitamento convencional (C), programado (P) ou intensivo (I).....	50
Tabela 4.3 – Altura da cernelha, perímetro torácico e largura da garupa, em centímetros, de bezerros em aleitamento convencional (C), programado (P) ou intensivo (I) .....	53
Tabela 4.4 - Concentrações plasmáticas de glicose, $\beta$ -hidroxibutirato ( $\beta$ HBA), proteínas totais e lactato de bezerros em aleitamento convencional (C), programado (P) ou intensivo (I).....	58
Tabela 4.5 - Valores médios de parâmetros de fermentação ruminal de bezerros em aleitamento convencional (C), programado (P) ou intensivo (I) .....	65



## 1 INTRODUÇÃO

O sucesso no aumento da produtividade do rebanho leiteiro depende especialmente da criação dos animais a partir do nascimento, de forma a se obter animais de reposição de bom potencial de produção de leite. A fase de aleitamento é um dos períodos mais críticos do sistema de criação de animais de reposição, pois nesta fase há pouco retorno financeiro. Desta forma, alguns produtores de leite economizam principalmente na dieta líquida, fornecendo baixos volumes a seus animais.

Após o fornecimento de colostro, uma variedade de dietas líquidas pode ser fornecida aos animais, dentre elas o leite integral, o colostro excedente, o leite de transição, o leite descarte e o sucedâneo (DAVIS; DRACKLEY, 1998). Em geral, estas dietas são fornecidas no volume de 10% do peso vivo (PV) da bezerra, o que normalmente representa quatro litros. Entretanto, de acordo com Van Amburgh; Drackley (2005), esta quantidade padronizada de dieta líquida fornecida aos animais geralmente atende pouco mais que as exigências de manutenção, inviabilizando altas taxas de crescimento. Estudos mostram que o crescimento de bezerras no período de aleitamento pode ser melhorado quando os animais são alimentados com maiores quantidades de dieta líquida durante este período (RAETH-KNIGHT et al., 2009). Além disso, maiores taxas de crescimento durante os primeiros estágios da vida do animal podem ser mais rentáveis e compensar o investimento, por resultar em animais mais pesados para o período de crescimento pós-desaleitamento e também com maior potencial de produção de leite (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

Baseados nisto, pesquisadores têm buscado avaliar sistemas de aleitamento que maximizem o ganho de peso nesta fase, visando aumentar os lucros futuros do produtor. Os sistemas de aleitamento intensivo podem resultar em aumento na produção de leite futura, redução na idade à puberdade, redução na idade à parição, entre outros.

Entretanto, devido ao maior consumo de dieta líquida, os animais apresentam menor consumo de dieta sólida, o que impacta negativamente no desenvolvimento ruminal. Devido a este fato, o processo de desaleitamento é mais difícil e, quando realizado de forma inadequada, pode resultar em redução nas taxas de ganho observadas ou até mesmo em perda de peso. Uma das formas de minimizar este problema é a redução do fornecimento da dieta líquida dias antes do

desaleitamento, como forma de estimular o consumo de concentrado pelos animais e assegurar o ganho de peso após este período.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes sistemas de aleitamento, convencional, programado ou intensivo, sobre o desempenho e alterações no metabolismo energético de bezerros leiteiros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Sistemas de aleitamento

Após o período de fornecimento de colostro, uma variedade de dietas líquidas pode ser fornecida ao bezerro. Dentre estas dietas estão o leite integral, o leite de transição e o sucedâneo, que podem ser fornecidos em diferentes quantidades. A quantidade de dieta líquida a ser fornecida varia de acordo com o sistema de aleitamento adotado pelo produtor de leite: convencional, programado (também chamado de step-down) ou intensivo.

O sistema de manejo de alimentação de bezerras comumente empregado por produtores é o chamado aleitamento convencional e baseia-se no fornecimento de leite (integral ou leite não comercializável) ou substituto de leite (sucedâneo) diluído a 12,5% de matéria seca (MS), fornecidos no volume de 10% do PV do bezerro, normalmente quatro litros, divididos em duas refeições. Este sistema tem como objetivo principal o estímulo ao consumo de concentrado, de forma que o animal apresente consumo adequado para o desaleitamento. Com isso, o custo do animal é reduzido, já que a dieta líquida é o fator que mais onera a planilha de custos do animal desaleitado.

O aleitamento denominado programado baseia-se no fornecimento de quantidades de dieta líquida acima de 10% do PV do bezerro, no momento em que o crescimento está mais acelerado (a partir da segunda semana de vida do animal) e sua redução uma ou duas semanas antes do desaleitamento, a fim de estimular o consumo de concentrado pelo animal. Existe uma variação considerável com relação aos volumes fornecidos, de acordo com o sistema de produção.

Já o aleitamento intensivo preconiza o fornecimento de dieta líquida em quantidades acima de 20% do PV do bezerro, dividido em duas refeições. Normalmente representando oito L/d, considerando-se animais da raça Holandês.

Estudos comprovam que o crescimento de bezerras e o ganho de peso no período de aleitamento podem ser melhorados quando os animais são alimentados com maiores quantidades de dieta líquida durante este período (RAETH-KNIGHT et al., 2009). Além disso, comprovam também que maiores taxas de crescimento durante os primeiros estágios da vida do animal podem ser mais rentáveis e



compensar o investimento, por resultar em animais maiores para o período de crescimento pós-desaleitamento (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

Uma das áreas mais exploradas atualmente em pesquisas com animais em crescimento tenta encontrar uma relação concreta entre os benefícios da adoção de um programa de alimentação intensiva de bezerras durante o aleitamento e seus efeitos em longo prazo, ou seja, na produtividade futura.

Em estudo realizado por Ballard et al. (2005), a produção de leite de fêmeas que receberam aleitamento intensivo (8L/d) foi superior em 700 kg de leite nos primeiros 200 dias de lactação, quando comparadas com fêmeas que receberam aleitamento convencional (4L/d).

No estudo de Rincker et al. (2006), os animais do tratamento controle foram alimentados com substituto de leite na quantidade de 1,2% do PV na MS e com concentrado inicial, para alcançar taxas de crescimento de 450 g/d, até o desaleitamento. Em contrapartida, os animais do tratamento intensivo foram alimentados com substituto de leite na quantidade de 2,1% do PV na MS e concentrado inicial com alta proteína (24,5%), para alcançar ganhos de 700 g/d até o desaleitamento. Todas as bezerras foram desaleitadas com seis semanas de vida e alimentadas de maneira similar a partir da oitava semana de idade até a primeira lactação. O peso corporal na parição não teve diferença significativa (573,8 e 562,5 kg para os tratamentos controle e intensivo, respectivamente). A produção de leite foi acompanhada durante os primeiros 150 dias de lactação e projetada para 305 dias, sendo observada uma produção 500 kg maior para as novilhas alimentadas para as altas taxas de crescimento, antes do desaleitamento.

O estudo de Moallem et al. (2006) sugere que a qualidade do substituto de leite é importante para alcançar respostas positivas. Neste estudo, as bezerras foram alimentadas com substituto de leite, contendo proteína de soja ou leite integral (23% de proteína bruta (PB), 12% de gordura). Além disso, após o desaleitamento, as bezerras foram alimentadas similarmente até 150 dias com dietas deficientes em proteína, 13,5% PB. Após os 150 dias, as bezerras de ambos os tratamentos foram complementadas com 2% de farinha de peixe até os 300 dias de vida. As bezerras que consumiram leite integral e foram suplementadas com proteína adicional produziram 1134 kg de leite a mais na primeira lactação.

Os dados de Drackley et al. (2007) também demonstram uma resposta positiva na produção de leite durante a primeira lactação por meio da nutrição no

início da vida. Neste estudo, as bezerras foram aleitadas durante sete semanas e a dieta era baseada em leite integral (1,25% PV) ou substituto de leite. O fornecimento de substituto de leite deu-se da seguinte maneira: 2% do PV na primeira semana de tratamento e 2,5% do PV da segunda até a quinta semana, quando se iniciou o processo de desaleitamento, reduzindo o fornecimento de dieta líquida para 1,25% do PV por seis dias, até a retirada abrupta. Todos os tratamentos foram com base na MS. As novilhas pariram entre 24 e 26 meses de idade, sem diferença significativa entre os tratamentos. Os pesos na parição também não foram diferentes e apresentaram uma média de 580 kg. A produção de leite foi superior para as bezerras aleitadas com maiores volumes de substituto de leite.

Van Amburgh; Drackley (2005) analisaram dados de 725 novilhas com lactações concluídas e realizaram regressões para diversos fatores relacionados com o desempenho e a produção de leite. Foram analisados o peso ao nascer, o peso no desaleitamento, altura no desaleitamento, peso na quarta semana de idade, entre outros. Os dados mostraram uma correlação positiva entre a produção de leite na primeira lactação e a taxa de crescimento antes do desaleitamento. Os dados mostraram que, para cada 450 g de ganho de peso diário (GPD) antes do desaleitamento, as novilhas produziram cerca de 450 kg a mais de leite. Além disso, 20% da variação na primeira produção de leite podem ser explicados pela taxa de crescimento até ao desaleitamento. Os dados obtidos nestes estudos e as taxas de crescimento sugerem que, para atingir estas respostas na produção de leite, as bezerras devem duplicar o seu peso até o desaleitamento, em 56 dias, a partir do nascimento. Isto sugere que o consumo de leite ou de substituto de leite deve ser superior ao recomendado por programas tradicionais para as primeiras 3 a 4 semanas de vida, a fim de obter essa resposta.

Em uma pesquisa realizada durante dois anos subsequentes, Pollard; Dann; Drackley (2003) compararam o fornecimento de sucedâneo de maneira intensiva com o sistema convencional. Os resultados deste trabalho mostraram que os bezerros em sistema de alimentação intensiva apresentaram maior ganho de peso durante o período de aleitamento, porém não apresentaram diferenças em relação aos animais do sistema convencional nas semanas após o desaleitamento. Os dados referentes à primeira lactação (Tabela 2.1) mostram que os animais criados sob sistema de aleitamento intensivo apresentaram maior produção de leite durante a primeira lactação. Entretanto, os resultados destes experimentos mostraram

também que as diferenças entre os benefícios na produção variam consideravelmente, sugerindo-se efeitos de época e de rebanho. Estas variações dificultam a determinação dos reais efeitos que tais alterações nos sistemas de aleitamento têm sobre a produção de leite.

Tabela 2. 1 - Desempenho e primeira lactação de novilhas criadas sob programas de aleitamento convencional ou intensivo

	Aleitamento	
	Convencional	Intensivo
GPD até desaleitamento		
Exp. 1	0,513	0,742
Exp. 2	0,553	0,702
Peso ao primeiro parto		
Exp. 1	557	577
Exp. 2	559	557
Produção de leite (305 d)		
Exp. 1	9.153 <sup>b</sup>	10.471 <sup>a</sup>
Exp. 2	8.707,9 <sup>b</sup>	9.046,8 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> P<0,01

Assim, vários resultados de pesquisa comprovam que o aleitamento intensivo pode ter efeitos em longo prazo sobre o desempenho dos animais, podendo ser uma boa estratégia de alimentação. Por outro lado, pesquisas mostram que o aleitamento intensivo pode reduzir o consumo de concentrado e, conseqüentemente, retardar o desenvolvimento ruminal, uma vez que o consumo de concentrado está negativamente relacionado ao volume de leite fornecido. Neste sentido, vem se utilizando o aleitamento programado como forma de minimizar os efeitos da alimentação intensiva.

Pesquisas realizadas por Terré; Devant; Bach (2006) compararam o fornecimento de sucedâneo de maneira convencional (4L/d) com o sistema programado (6L do 1º ao 6º dia; 8L do 7º ao 26º dia; 4L do 27º ao 38º dia) durante 38 dias. Os resultados deste trabalho mostraram que os bezerros em sistema de alimentação programada estavam mais pesados ao final do experimento e não apresentaram diferenças no consumo de concentrado após o desaleitamento.

Em outro estudo realizado por Khan et al. (2007), foram comparados o fornecimento de leite de maneira convencional (10% PV) com o sistema programado (20% PV até o 25º dia; 10% PV do 30º ao 45º dia). Os resultados encontrados

comprovam que os animais do sistema programado, além de alcançarem maior ganho de peso, tiveram maior consumo de concentrado, em relação aos animais do sistema convencional.

De maneira geral, quando os bezerros passam a consumir concentrado, ocorre o desenvolvimento da população microbiana e da função absorptiva no rúmen (ANDERSON et al., 1987). Assim, os nutrientes antes absorvidos somente por meio da dieta líquida passam a ser complementados pelo concentrado e produtos finais da fermentação microbiana (ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e proteína microbiana). Segundo Davis; Drackley (1998), durante a fase de aleitamento, as diferenças na eficiência do uso de nutrientes pelos bezerros é baixa, sendo a maior a diferença ocorrida na digestibilidade e metabolizabilidade dos ingredientes da dieta.

## **2.2 Exigências nutricionais de bezerros leiteiros**

Ao nascerem, os bezerros possuem reservas energéticas limitadas e necessitam de fontes externas para suprir esta demanda. A dieta líquida representa a fonte primária de nutrientes para os bezerros e deve conter proteínas, carboidratos, gorduras, minerais e vitaminas (TANAN, 2005).

O perfil enzimático do trato digestório dos bezerros é adaptado para digerir eficientemente os nutrientes do leite. A capacidade digestiva aumenta durante os primeiros meses de vida e a secreção enzimática passa a digerir proteínas e carboidratos mais complexos, estimulado pela ingestão de alimentos sólidos (LE HUEROU-LURON et al., 1992).

Os bezerros necessitam de nutrientes para o crescimento e manutenção. De acordo com Drackley (2008), o crescimento está relacionado ao acúmulo de novos tecidos corporais, que em bezerros em aleitamento, ocorre principalmente nos tecidos esquelético e muscular. O crescimento dos tecidos está correlacionado com a deposição de proteína nos músculos e ossos, mineralização da matriz proteica, e a manutenção está correlacionada com as necessidades básicas para o animal viver, incluindo a manutenção da temperatura corporal, resposta imune às infecções, dentre outros.

O National Research Council (NRC) (2001) reporta as exigências energéticas para bezerros em termos de energia metabolizável (EM), obtida através da

subtração das perdas energéticas nas fezes, urina e gases. As exigências de EM para manutenção em condições de termoneutralidade são de 1,75 Mcal/d para um bezerro de 45 kg. O leite integral contém cerca de 4,9 Mcal EM/kg de sólidos, isso significa que um bezerro de 45 kg necessita de aproximadamente 320 g de sólidos do leite ou 2,5 kg de leite apenas para a manutenção. Os sucedâneos têm menor quantidade de gordura do que o leite integral e, conseqüentemente, menor EM por unidade de sólidos (4,6 – 4,7 Mcal/kg). Desta forma, um bezerro de 45 kg necessita de aproximadamente 390g de sucedâneo para a manutenção e a quantidade ingerida acima destes valores poderá ser usada para crescimento (DRACKLEY, 2011).

Assim como a energia, a proteína é exigida para a manutenção e o crescimento, como fonte de aminoácidos. Ao contrário da energia, as exigências de proteína para a manutenção são baixas, cerca de 30 g/d para um bezerro de 45 kg, independente da termoneutralidade. As exigências de proteína são determinadas pelo crescimento, sendo necessários, em média, 250 - 280 g de PB, a partir do sucedâneo, para que fossem depositados 188 g de proteína/kg de ganho de peso vivo em bezerros (DRACKLEY, 2008).

Tabela 2.2 - Exigências de energia metabolizável (EM) e proteína bruta (PB) para um bezerro de 45 kg com diferentes taxas de ganho de peso

Taxa de ganho, g/d	Consumo de MS, %PV	EM, Mcal/d	PB, g/d	PB, %MS da dieta
0	0,38	1,70	28	8,3
200	1,05	2,34	94	18,0
400	1,30	2,89	150	22,4
600	1,57	3,49	207	26,6
800	1,84	4,40	253	27,4
1.000	2,30	4,80	318	28,6

Adaptado de Davis e Drackley (1998)

Segundo Van Amburgh; Drackley (2005), os dados apresentados na Tabela 2.2 comprovam que, para que o animal cresça mais rapidamente, é necessário fornecer maior volume de dieta líquida no caso de bezerros jovens, ou mais concentrado, no caso de bezerros mais velhos. Com base na MS, a proteína exigida

na dieta dos bezerros é baixa para a manutenção, porém, aumenta conforme as taxas de ganho de peso aumentam.

Neste sentido, Blome et al. (2003), utilizando machos da raça Holandês, forneceram sucedâneos isoenergéticos a 12% do PV com diferentes teores de PB (16,1; 18,5; 22,9 e 25,8% PB). Foram observados ganhos de peso lineares com o aumento do teor de PB (0,38; 0,45; 0,56 e 0,62 kg/d respectivamente), assim como o comprimento do corpo, a altura na cernelha e o perímetro torácico também aumentaram linearmente ( $P < 0,05$ ).

Da mesma forma, Bartlett et al. (2006) avaliaram os efeitos de sucedâneos isoenergéticos com quatro níveis de proteína (14, 18, 22 e 26% PB) e dois níveis de ingestão (1,25% ou 1,75% PV na MS). O PV final, o ganho médio diário e o perímetro torácico foram maiores para os bezerros alimentados a 1,75% PV/d e aumentava linearmente quando os teores de PB aumentavam. Estes resultados demonstram que a eficiência no ganho de peso pode ser melhorada aumentando-se as taxas de alimentação e o teor de proteína nos sucedâneos.

Com o objetivo de melhorar o ganho de peso, diminuir a idade à puberdade e à parição, Rincker et al. (2011), forneceram maiores quantidades de proteína e energia a novilhas da raça Holandês durante a fase de aleitamento. Foram utilizadas 80 novilhas divididas em dois tratamentos: convencional, com sucedâneo (21,5%PB e 21,5% gordura) fornecido a 1,2% do PV na MS e concentrado (19,9%PB) para alcançar ganhos de 450 g/d; intensivo, com sucedâneo (30,6%PB e 16,1% gordura) fornecido a 2,1% do PV na MS e concentrado (24,3% PB) para alcançar ganhos de 680 g/d. Após o desaleitamento, aos 42 dias, as novilhas foram similarmente manejadas. As fêmeas do tratamento intensivo foram desaleitadas maiores e mais pesadas, entraram na puberdade mais cedo e conceberam antes que as fêmeas do tratamento convencional, mostrando que o aleitamento intensivo, além de melhorar o desempenho na fase jovem, pode ainda melhorar a produtividade futura.

### **2.3 Sucédâneos lácteos**

Os sucedâneos lácteos ou substitutos do leite tornaram-se disponíveis comercialmente na década de 1950, como alternativa ao fornecimento do leite integral, que na época estava com o preço demasiadamente elevado. No entanto, os primeiros sucedâneos não resultaram em bons desempenhos animais, devido à falta

de padronização na formulação e inclusão de ingredientes de baixa digestibilidade para bezerros jovens. A evolução tecnológica e a melhoria nos métodos de processamento deram-se apenas em meados dos anos 80 (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

O leite integral possui a quantidade ideal de nutrientes necessários para o desenvolvimento do bezerro. Desta forma, ao escolher ingredientes para a formulação do sucedâneo, deve-se levar em consideração a fisiologia digestiva dos animais. Um bom sucedâneo deve ter características físicas, químicas e nutricionais comparáveis ao leite, obedecendo às exigências nutricionais do animal.

Os sucedâneos disponíveis no mercado apresentam teores de proteína que variam entre 16 e 24%. No entanto, de acordo com Bartlett et al. (2006), para bezerros alimentados em sistema de aleitamento convencional, o teor de proteína do sucedâneo deve variar de 20 a 22%, enquanto que, para animais em aleitamento intensivo, melhores desempenhos seriam alcançados fornecendo-se sucedâneos com teores de proteína entre 26 e 28% (DRACKLEY, 2008).

### **2.3.1 Fontes proteicas**

As fontes de proteína geralmente utilizadas na fabricação dos sucedâneos são classificadas como fontes de origem láctea ou não láctea. Os principais fatores a serem avaliados na escolha da fonte proteica são a digestibilidade, o balanço de aminoácidos e a presença de fatores antinutricionais (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

Devido à alta digestibilidade, ao balanço de aminoácidos adequado e à ausência de fatores antinutricionais, as proteínas do leite são as melhores fontes proteicas para bezerros com menos de 21 dias. Durante as três primeiras semanas de vida, a renina (ou quimosina) é a enzima digestiva que apresenta a maior atividade no trato gastrointestinal dos bezerros (TOULLEC; GUILLOTEAU, 1989). A renina é a enzima responsável pela coagulação do leite no abomaso dos animais, o que permite uma maior permanência do coágulo no trato, permitindo assim melhor digestão e, conseqüentemente, maior aproveitamento das proteínas lácteas. No caso das proteínas vegetais, por não sofrerem ação desta enzima, não podem ser aproveitadas pelos animais durante os primeiros dias de vida, até que outras enzimas comecem a ser produzidas, resultando em baixo desempenho quando sucedâneos a base de vegetais são fornecidos aos animais. Desta forma,

recomenda-se a inclusão de fontes proteicas não lácteas somente após a terceira semana de vida do animal.

As fontes lácteas incluem principalmente o leite desnatado, o soro de leite, a proteína isolada do soro de leite e o soro delactosado, que além de proteicas, são fontes de lactose e minerais, e apresentam melhores resultados em desempenho (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

Bascom et al. (2007) avaliaram o efeito de diferentes níveis de proteína do sucedâneo lácteo comparados ao leite integral. Eles utilizaram 36 bezerros da raça Holandês recebendo as seguintes dietas: Tratamento 1 - sucedâneo com 20% PB e 20% EE; Tratamento 2 - sucedâneo com 27% PB e 33% EE; Tratamento 3 - sucedâneo com 29% PB e 16% EE; Tratamento 4 - leite integral, todos os tratamentos fornecidos a 15% do PV, ajustados semanalmente. Os resultados comprovaram melhores desempenhos para os animais recebendo leite integral seguido pelos tratamentos com níveis intermediários de proteína e com piores desempenhos para os animais do tratamento com sucedâneo 20/20. Mostrando que para se alcançar desempenhos próximos aos alcançados com dietas a base de leite integral é necessário se utilizar sucedâneos mais proteicos e com proteína de boa qualidade.

Ingredientes proteicos são os componentes que mais oneram a dieta, uma vez que a demanda por proteínas de origem láctea para o consumo humano tem aumentado. Desta forma, fontes de origem vegetal são utilizadas para substituir a fonte láctea na formulação do sucedâneo.

As fontes não – lácteas incluem principalmente a proteína da soja e a proteína do trigo. No entanto, estas fontes podem apresentar fatores antinutricionais como: inibidores de proteases, taninos e compostos fenólicos, que além de causarem decréscimo na digestão de proteínas e inibição da secreção de enzimas, podem causar diarreias, levando a um menor desempenho dos animais.

Estudos comprovam a redução no desempenho quando bezerros são suplementados com proteína de origem vegetal via sucedâneo. Toullec; Lallès; Bouchez (1994) trabalharam com 14 bezerros da raça Holandês divididos em dois grupos de sete animais. Cada grupo recebia a respectiva dieta: Tratamento 1 – Sucadâneo formulado com proteína de origem láctea; Tratamento 2 – Sucadâneo formulado com inclusão de 68% de proteína de soja (com base na MS), ambos formulados para conter 20%PB e 19%EE. O PV e o GPD foram 17% menores nos



animais do tratamento com inclusão de proteína de soja em relação ao tratamento controle. A digestibilidade do N da dieta controle foi de 97%, enquanto a digestibilidade do sucedâneo com proteína de soja foi de 87%, justificando então o menor desempenho dos animais.

Entretanto, Mbugi; Ingalls; Sharma (1989) recomendam que a inclusão de proteína de origem vegetal em sucedâneos lácteos não deve ultrapassar 30% da inclusão, para que não afete o desempenho e a utilização dos nutrientes.

### **2.3.2 Fontes energéticas**

Dentre as possíveis fontes de carboidratos existentes para a formulação de sucedâneos estão a lactose, o amido, a glicose e a maltose. No entanto, a melhor e mais utilizada é a lactose, pois o intestino dos bezerros possui limitada atividade enzimática nas primeiras semanas de vida, com exceção da atividade da lactase (OTTERBY; LINN, 1981).

Para alguns autores, é difícil substituir a lactose, pois a amilase, a maltase e a isomaltase estão presentes em baixas concentrações no intestino após o nascimento e aumentam após a quarta semana de vida do animal (LE HUEROU-LURON et al., 1992; TANAN, 2005). Segundo Davis e Drackley (1998), a alta inclusão destas fontes em substituição a lactose pode causar diarreia e baixo desempenho dos animais.

A inclusão de fontes lipídicas no sucedâneo varia de 15 a 25%. Apenas fontes de origem vegetal são utilizadas em sua formulação, devido ao alto valor comercial da gordura do leite. As principais fontes utilizadas são o óleo de coco, o óleo de palma e o óleo de soja. A indústria desenvolveu tecnologias específicas para a incorporação e homogeneização dos lipídeos nos sucedâneos, aumentando assim a facilidade e homogeneidade na diluição do produto, assim como a digestibilidade destas fontes. Huuskonen et al. (2005) avaliou a inclusão de fontes de origem vegetal no sucedâneo (mistura de óleo de palma e de coco) em substituição a gordura de origem animal e comprovou que não houve diferença no desempenho dos animais, mostrando que as fontes de origem vegetal são uma boa opção para a formulação dos sucedâneos.

## 2.4 Consumo de concentrado e desenvolvimento ruminal

Para os bezerros, assim como para todos os mamíferos, o leite é o principal alimento por algum tempo após o nascimento. (DRACKLEY, 2005). Nutricionalmente, o ruminante depende integralmente do desenvolvimento funcional do rúmen, que começa na fase jovem do animal. No caso de bezerros leiteiros, a partir da terceira semana de vida o rúmen começa a se desenvolver, pois nesta fase o consumo de dieta sólida tende a aumentar, principalmente em sistemas de aleitamento convencional. O desenvolvimento de papilas, responsáveis pela absorção de produtos finais de fermentação, depende principalmente da presença de alimentos sólidos no rúmen, e da consequente produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) resultantes de fermentação (TAMATE et al., 1962; MURDOCK; WALLENIUS, 1980; QUIGLEY et al., 1996). Desta forma, o ideal desenvolvimento de papilas é resultado da ação de produtos de fermentação ruminal, além de estímulo físico causado pelo alimento consumido. Dentre os principais AGCC produzidos no rúmen, o ácido butírico é o mais importante em relação ao crescimento em número e tamanho das papilas, seguido pelo ácido propiônico; tendo o ácido acético pouca importância. A maior produção desses ácidos graxos ocorre com a fermentação de alimentos concentrados, com alto teor de proteína e carboidrato. Assim, a disponibilidade de concentrado para o animal desde a primeira semana de vida é indispensável (ANDERSON et al., 1987).

No entanto, estudos comprovam que animais que recebem aleitamento intensivo tendem a consumir menor quantidade de dieta sólida, já que a ingestão de MS proveniente da dieta líquida é alta; conseqüentemente, estes animais tem o desenvolvimento ruminal atrasado. Jasper; 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. Devido a este efeito, o desaleitamento de animais em sistemas de aleitamento intensivo é mais difícil, devendo ser adotadas práticas para estímulo do consumo de concentrado, a exemplo da redução gradual do fornecimento de dieta líquida ou mesmo do aumento do período de aleitamento.

Com o objetivo de comparar dois sistemas de desaleitamento, Khan et al. (2007) avaliaram as diferenças no desempenho de bezerros em aleitamento intensivo (20% do PV), por um período restrito de 30 dias, em relação ao desempenho de animais sob aleitamento convencional, consumindo leite na quantidade de 10% do PV e por maior período, de 50 dias. Os animais de ambos os tratamentos foram desaleitados de forma gradual, através da diluição do leite em água morna durante cinco dias antes do desaleitamento total. O volume de água adicionado ao leite aumentava de forma que ao desaleitamento os animais estavam recebendo 100% de água. Após o desaleitamento, os bezerros continuaram a receber a água morna, no mesmo horário em que era feito o aleitamento, por mais cinco dias. Os resultados mostram que os animais em aleitamento intensivo apresentaram maior consumo de concentrado, ganho de peso e eficiência alimentar em relação aos animais sob manejo usual, quando considerado o período total. Também, os resultados de menores concentrações plasmáticas de glicose e maiores concentrações de N-uréico indicam maior desenvolvimento ruminal dos animais deste tratamento. Os autores recomendam o uso deste método como alternativo aos prejuízos causados pelo consumo de concentrado quando se usa o consumo de leite à vontade ou aos baixos desempenhos geralmente verificados no manejo usual.

Kristensen et al. (2007) avaliaram o efeito da quantidade de substituto de leite fornecido sobre o consumo de concentrado e desenvolvimento ruminal de bezerros leiteiros. Os resultados mostraram efeito linear para o consumo de concentrado e o desenvolvimento do retículo-rúmen, em porcentagem do 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 AGCC, entre a segunda e quinta semanas, 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.

Em estudo comparando o aleitamento *ad libitum* ao convencional (4L), Borderas; De Passillé; Rushen (2009) avaliaram o desempenho de animais criados em grupos, recebendo a dieta líquida através de um aleitador automático. Durante o experimento os animais receberam sucedâneo lácteo (18,5%PB e 18% de extrato etéreo) e tiveram livre acesso ao concentrado (22%PB). O desaleitamento ocorreu

de forma gradual, começando no 44<sup>o</sup> dia de vida dos animais e finalizando no 48<sup>o</sup> dia. Foi observado baixíssimo consumo de concentrado pelos animais aleitados intensivamente até o desaleitamento, enquanto o consumo observado nos animais do tratamento convencional aumentou linearmente a partir da terceira semana de idade. Entretanto, após o desaleitamento, os animais do tratamento *ad libitum* aumentaram o consumo de concentrado, mas não foi suficiente para alcançar o consumo dos animais do tratamento convencional. Uma observação importante feita pelos autores foi o número de visitas ao aleitador, pois os animais que recebiam menores quantidades de sucedâneo visitavam o aleitador mais vezes durante o dia, significando que estes animais sentiam mais fome e por este motivo aumentaram o consumo de concentrado mais cedo.

De Passillé; Borderas; Rushen (2011) estudaram diferentes formas de desaleitamento em animais aleitados com altos volumes de dieta líquida. Três grupos de nove animais foram divididos da seguinte maneira: 1) 6 L leite/d com desaleitamento aos 47 dias; 2) 12 L leite/d com desaleitamento aos 47 dias; e 3) 12 L leite/d com desaleitamento aos 89 dias. Durante a fase de aleitamento, os animais do grupo 3 consumiram menos concentrado, entretanto ganharam mais peso em relação aos animais dos outros grupos. Após o desaleitamento, os animais do grupo 3 comeram mais concentrado e feno e também continuaram mais pesados que os outros animais em experimento, sugerindo que uma forma de minimizar os efeitos do aleitamento intensivo no consumo de concentrado, seria desaleitar estes animais mais tardiamente, pois isto reduziria a queda no consumo de energia e os sinais de fome apresentados pelos animais após o desaleitamento.

Tendo em vista a relevância do consumo de concentrado, Terré et al. (2009) ressaltam que apesar de o consumo de concentrado ser baixo durante a fase de aleitamento, estes animais aleitados intensivamente tem grande capacidade de se adaptar a nova dieta após o desaleitamento.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Animais, instalações e manejo alimentar

Foram utilizados 30 bezerros machos da raça Holandês em um delineamento experimental do tipo blocos completos casualizados. Os animais foram adquiridos de uma fazenda comercial da região (Agrindus S/A), sendo transportados entre um e cinco dias de vida para o bezerreiro experimental da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, da Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP, onde o experimento foi conduzido durante o período de maio a setembro de 2011.

Na fazenda de nascimento, os animais foram separados da mãe, alojados em abrigos individuais e alimentados com dois 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 dieta líquida, basicamente composta por leite não comercializável, mas também substituto de leite. Ao serem transportados para o bezerreiro experimental os animais passaram a receber sucedâneo lácteo (Sprayfo Violeta (20PB:16EE), Sloten do Brasil Ltda., Santos, SP, Brasil), divididos em duas refeições, as 07 e 17h, e tiveram livre acesso à água e ao concentrado inicial (Rumina 18P, Guabi Nutrição Animal, Campinas, SP, Brasil).

Os animais foram divididos em blocos, de acordo com o peso ao nascer e a data de nascimento, e distribuídos em um dos seguintes tratamentos, de acordo com o sistema de aleitamento: 1) Convencional: 4L/d; 2) Intensivo: 8L/d; 3) Programado: semana 1: 4L/d; semana 2 a semana 6: 8L/d e semana 7 e 8: 4L/d. Todos os animais foram desaleitados de forma abrupta com oito semanas de vida.

O concentrado comercial peletizado, com no mínimo 18% de proteína bruta (PB) e 70% de nutrientes digestíveis totais (NDT), foi fornecido toda tarde, *ad libitum*, pesando-se a sobra do dia anterior, de forma a se obter o consumo diário de concentrado. A partir do desaleitamento, durante duas semanas, foi fornecido feno de capim coast-cross à vontade, sendo o consumo semanal monitorado.

### **3.2 Avaliação do desempenho e desenvolvimento corporal**

Os animais foram pesados ao nascer e semanalmente, sempre antes do aleitamento da manhã, em balança mecânica (ICS-300, Coimma Ltda., Dracena, SP, Brasil), até a décima semana de vida, quando se encerrou o período experimental. Foram mensuradas semanalmente, a altura na cernelha e largura da garupa, utilizando-se régua com escala em centímetros; e perímetro torácico com fita flexível, também com escala em centímetros.

### **3.3 Escore fecal e sanidade**

Diariamente foram realizadas avaliações das fezes de acordo com sua coloração, consistência e aspecto geral conforme proposto por Larson et al. (1977). As fezes foram classificadas como (1) quando normais e firmes; (2) quando com consistência pastosa, porém com aspecto geral saudável; (3) quando com consistência líquida; (4) quando com consistência aquosa, coloração cinza, presença de bolhas, espuma ou grande quantidade de partículas de grãos; (5) quando com consistência aquosa, presença de sangue, ou coloração esbranquiçada. Além disso, todos os eventos relativos à saúde dos animais como ocorrência de pneumonia ou tristeza bovina parasitária, além de diarreia, foram anotados, registrando-se o período de sua duração e da aplicação de medicamentos.

### **3.4 Análises químico-bromatológicas**

Amostras do sucedâneo, do concentrado e do feno fornecidos foram colhidas periodicamente para determinação da composição químico-bromatológica (Tabela 3.1). As amostras foram moídas a 1 mm em moinho do tipo Wiley para determinação de matéria seca (MS) à 105°C, matéria mineral (MM) 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 (LECO Corporation, St. Joseph, MI, EUA); fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e lignina pelo método descrito por Van Soest, Robertson e Lewis (1991); nitrogênio insolúvel em FDN (N-FDN); nitrogênio insolúvel em FDA (N-FDA) pelo método descrito por Goering e Van Soest (1970). Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados de

acordo com as equações propostas por Weiss (1993) e os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram estimados através da equação (1):

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

Onde,

PB, EE,  $\text{FDN}_{\text{livre de proteína(LP)}}$  e MM são expressos em % da MS

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

	Alimentos		
	Sucedâneo <sup>(1)</sup>	Concentrado <sup>(2)</sup>	Feno
Matéria Seca, %	97,4	89,2	92,2
Matéria Mineral, % MS	8,2	8,1	5,2
Proteína Bruta, % MS	20,2	21,6	6,8
Extrato Etéreo, % MS	15,6	3,4	1,6
FDN, % MS	0,5	28,0	77,6
FDA, % MS	0,0	10,2	41,26
N-FDN, % N total	-	16,3	51,2
N-FDA, % N total	-	5,0	25,8
Lignina, % MS	-	2,5	5,9
Carboidratos não fibrosos, % MS	55,5	38,9	8,8
Nutrientes digestíveis totais (NDT)	-	72,9	52,3

<sup>(1)</sup> Sprayfo Violeta, Sloten do Brasil Ltda., Santos, SP, Brasil (12,5% de sólidos)

<sup>(2)</sup> Rumina 18P, Guabi Nutrição Animal, Campinas, SP, Brasil

### 3.5 Colheita de sangue e fluido ruminal

#### 3.5.1 Colheita de sangue

Amostras de sangue foram colhidas a partir da segunda semana de vida, através de punção da jugular, utilizando-se tubos vacuolizados contendo fluoreto de sódio como antiglicolítico e EDTA de potássio como anticoagulante (VACUETTE do Brasil, Campinas, SP, Brasil). 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, à temperatura de 4°C. O plasma foi armazenado em tubetes plásticos e mantido em freezer para posterior determinação de glicose, lactato, proteínas totais e β-hidroxibutirato (BHBA).

### **3.5.2 Colheita de fluido ruminal**

Amostras de fluido ruminal foram colhidas na 4<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup> e 10<sup>a</sup> semana de vida do animal, por via oro esofágica, utilizando-se uma mangueira flexível de 1,5m de comprimento, com 1,3 cm de diâmetro interno e 0,2 cm de espessura de parede, arredondada na ponta, com o orifício da extremidade totalmente aberto e sem furos nas laterais, conectada a uma bomba de vácuo – Modelo TE-0581 (Tecnal Ltda., Piracicaba, SP, Brasil).

As amostras (aproximadamente 30 mL) foram colhidas, descartando-se a amostra inicial de forma a se evitar a contaminação com saliva. Após filtragem em pano de fralda, foi realizada a determinação de pH, através de pHmetro – Modelo Tec-5 (Tecnal Ltda., Piracicaba, SP, Brasil).

## **3.6 Metodologia analítica**

### **3.6.1 Determinação de glicose plasmática**

As concentrações de glicose foram determinadas utilizando-se o kit enzimático GLICOSE HK LIQUIFORM – Ref.: 85 (LABTEST Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil) por espectrofotometria de ponto final, utilizando-se o filtro de absorvância de 505 nm em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA – 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil). Uma alíquota de 4 µL da amostra foi pipetada em cubetas de reação, acrescida de 400 µL de reagente, fornecido pelo kit. Após período de incubação de 10 minutos, foi realizada a leitura da absorvância para obtenção dos valores de glicose em mg/dL. Para calibração do equipamento, a solução padrão fornecida pelo kit enzimático, com concentração de 100 mg/dL de glicose, foi analisada a cada rodada.

### **3.6.2 Determinação de lactato plasmático**

As concentrações de lactato foram determinadas utilizando-se o kit enzimático LACTATO LIQUIFORM – Ref.: 116 (LABTEST Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil), por espectrofotometria de ponto final, utilizando-se filtro de absorvância de 550 nm em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA-200 (CELM, Barueri, SP, Brasil). Foi utilizado para calibração do equipamento solução padrão fornecida com o kit com concentração de 40 mg/dL. Uma alíquota de 5 µL de amostra foi pipetada na cubeta de reação, acrescida de 400 µL de reagente enzimático, e incubada por 7 minutos em 25°C, para posterior leitura.

### **3.6.3 Determinação de proteínas totais no plasma**

As concentrações de proteínas totais foram determinadas a partir do kit enzimático PROTEÍNAS TOTAIS – Ref.: 99-250 (LABTEST Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil) por espectrofotometria de ponto final, utilizando-se filtro de absorvância de 540 nm em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA-200 (CELM, Barueri, SP, Brasil). O método utiliza 400 µL de reagente de biureto pipetado em 8 µL de amostra ou solução padrão (4g/dL), incubados a 37°C por 10 minutos. Após o período de incubação, as reações das amostras com o reagente formaram um composto de cor púrpura, cuja absorvância foi proporcional à concentração de proteínas da amostra.

### **3.6.4 Determinação de β-hidroxibutirato plasmático**

A determinação de β-hidroxibutirato (BHBA) foi realizada utilizando-se kit enzimático RANBUT – Ref.: RB1007 (RANDOX Laboratories – Life SciencesLtd., Crumlin, UK), utilizando-se filtro de absorvância de 340 nm, em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA-200 (CELM, Barueri, SP, Brasil). Foi utilizada para calibração do equipamento solução padrão fornecida com o kit com concentração de 1,000 mmol/L. Uma alíquota de 12,5 µL de amostra foi pipetada na cubeta de reação, acrescida de 500 µL de reagente enzimático, seguida por leitura no aparelho após 60 segundos para obtenção da absorvância inicial. Após incubação por mais 120 segundos, foi realizada uma nova leitura da amostra. A diferença entre as

leituras inicial e final resulta na obtenção dos resultados de acordo com os valores observados para o padrão.

### **3.6.5 Determinação de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) no fluido ruminal**

As amostras de fluido ruminal foram centrifugadas a 15.000 x *g* a 4°C por 60 minutos, e analisadas em cromatógrafo gasoso (Hewlett Packard 5890 Series II Integrator) e injetor automático (Hewlett Packard 6890 Series Integrator), 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 100µL do padrão interno, 800 µL da amostra e 200 µL de ácido fórmico. Uma mistura de ácidos graxos de cadeia curta com concentração conhecida foi utilizada como padrão externo para a calibração do equipamento.

### **3.6.6 Determinação de amônia ruminal (N-NH<sub>3</sub>)**

As amostras de fluido ruminal destinadas para determinação de N-NH<sub>3</sub> foram descongeladas e centrifugadas a 11.000 x *g* a 4°C durante 30 minutos para obtenção do sobrenadante. As amostras foram analisadas segundo o método de Chaney e Marbach (1962) adaptado para leitura em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA-200 (CELM, Barueri, SP, Brasil) com filtro de absorvância de 540 nm. Para a obtenção da curva de calibração foram utilizadas soluções de 0; 1; 2; 4; 8; 16; 32 mg/dL de N-amoniaco. Uma alíquota de 4 µL 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, alíquotas foram pipetadas em cubetas para leitura no referido equipamento. Os dados de absorvância da curva de calibração foram utilizados para construção de curva regressão, permitindo a determinação das concentrações de N-amoniaco das amostras.

### 3.7 Análise estatística

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, sendo os animais alocados nos blocos de acordo com seu peso ao nascer e data de nascimento. Todas as medidas foram analisados como medidas repetidas no tempo com auxílio do procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (version 5.0, SAS Institute Inc., Cary, NC), conforme modelo (1). Para efeito de comparação de médias, foi utilizado o teste t de Student, sendo as médias estimadas através do método dos quadrados mínimos (LSMEANS), com nível de significância de 5%.

$$(2) Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + W_k + E_{ijk}$$

Onde,

$Y_{ijk}$  = variável resposta;

$\mu$  = média geral;

$T_i$  = efeito do tratamento (sistema de aleitamento);

$B_j$  = efeito do bloco;

$W_k$  = efeito da idade dos animais (semana de colheita de dado/amostra);

$E_{ijk}$  = efeito devido ao acaso (resíduo).



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Consumo e desempenho

Os dados de consumo em geral apresentaram diferença significativa ( $P < 0,06$ ), sendo observado efeito da idade e interação tratamento x idade para todos os parâmetros avaliados (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Consumo de sucedâneo, concentrado e feno por bezerros em aleitamento convencional (C), programado (P) ou intensivo (I)

	Tratamento			EPM <sup>(1)</sup>	P < <sup>(2)</sup>		
	C	P	I		T	I	TxI
<b>Consumo de sucedâneo</b>							
Ingestão, L/d	3,93 <sup>c</sup>	6,03 <sup>b</sup>	7,32 <sup>a</sup>	0,13	<,0001	<,0001	<,0001
Ingestão, g MS/d	476 <sup>c</sup>	733 <sup>b</sup>	891 <sup>a</sup>	12,4	<,0001	<,0001	<,0001
<b>Consumo de concentrado</b>							
Ao desaleitamento, g/d	941,7 <sup>a</sup>	721,3 <sup>a</sup>	244,5 <sup>b</sup>	95,6	<0,05	-	-
Média do período, g/d	722,5 <sup>a</sup>	552,0 <sup>b</sup>	435,7 <sup>b</sup>	38,1	<,0001	<,0001	<,0001
<b>Consumo de feno</b>							
Pós-desaleitamento, g/d	461,0 <sup>a</sup>	150,5 <sup>b</sup>	307,4 <sup>a,b</sup>	88,3	0,06	0,0003	0,05

<sup>(1)</sup> EPM = erro padrão da média

<sup>(2)</sup> T = efeito da dieta líquida; I = efeito da idade dos animais; TxI = efeito da interação dieta líquida e idade dos animais

<sup>(3)</sup> Ao desaleitamento = valores médios à oitava semana; Pós-desaleitamento = valores médios a nona e décima semanas

<sup>a, b, c</sup> Letras minúsculas na mesma linha diferem para  $P < 0,07$

O consumo de sucedâneo foi afetado pelos tratamentos ( $P < 0,0001$ ), sendo o maior consumo de MS observado para animais em aleitamento intensivo e menores consumos para aqueles em aleitamento programado e convencional (Tabela 4.1). Conforme esperado, houve efeito da idade ( $P < 0,0001$ ), pois no aleitamento programado a ingestão variou de acordo com o programa estabelecido ao longo das semanas (Figura 4.1). Também é possível observar a ingestão de sucedâneo dos animais em aleitamento intensivo (Figura 4.1), que ao contrário do esperado, consumiram quantidades menores às oferecidas (8 L/d ou 974 g MS/d), certamente devido à fisiologia digestiva dos animais, que não comportava o volume de sucedâneo oferecido. Talvez se a quantidade de sucedâneo tivesse sido fracionada em mais vezes durante o dia, a ingestão da dieta líquida se daria por completo.

Também, a diluição para maior teor de matéria seca da dieta líquida fornecida poderia ter garantido o consumo do total oferecido.

De acordo com Khan; Weary; Keyserlingk (2011b), bezerros com livre acesso à dieta líquida ao longo do dia alcançam consumos de até 20% do peso ao nascer. Em um estudo onde o consumo foi monitorado por meio de um aleitador automático Vieira et al. (2008), observaram que animais com livre acesso à dieta líquida consumiram em média 8,5 litros de leite ao dia, distribuídos em cinco visitas diárias ao aleitador automático. Em outro experimento, realizado por Borderas; De Passillé; Rushen (2009), também utilizando aleitador automático, animais que tinha livre acesso ao sucedâneo consumiram em média nove litros por dia divididos em 11 visitas em média; enquanto os animais com acesso restrito consumiam em média quatro litros por dia, divididos em 21 visitas, mostrando que os animais do aleitamento restrito visitaram o aleitador por mais vezes como demonstração de fome.

Segundo Soberon et al. (2012), uma melhor produtividade futura do animal está relacionada em especial com maiores ganhos durante a fase de aleitamento, e isto pode ser alcançado por meio da manipulação da dieta, fornecendo maiores quantidades de dieta líquida até a quinta semana de vida do animal.

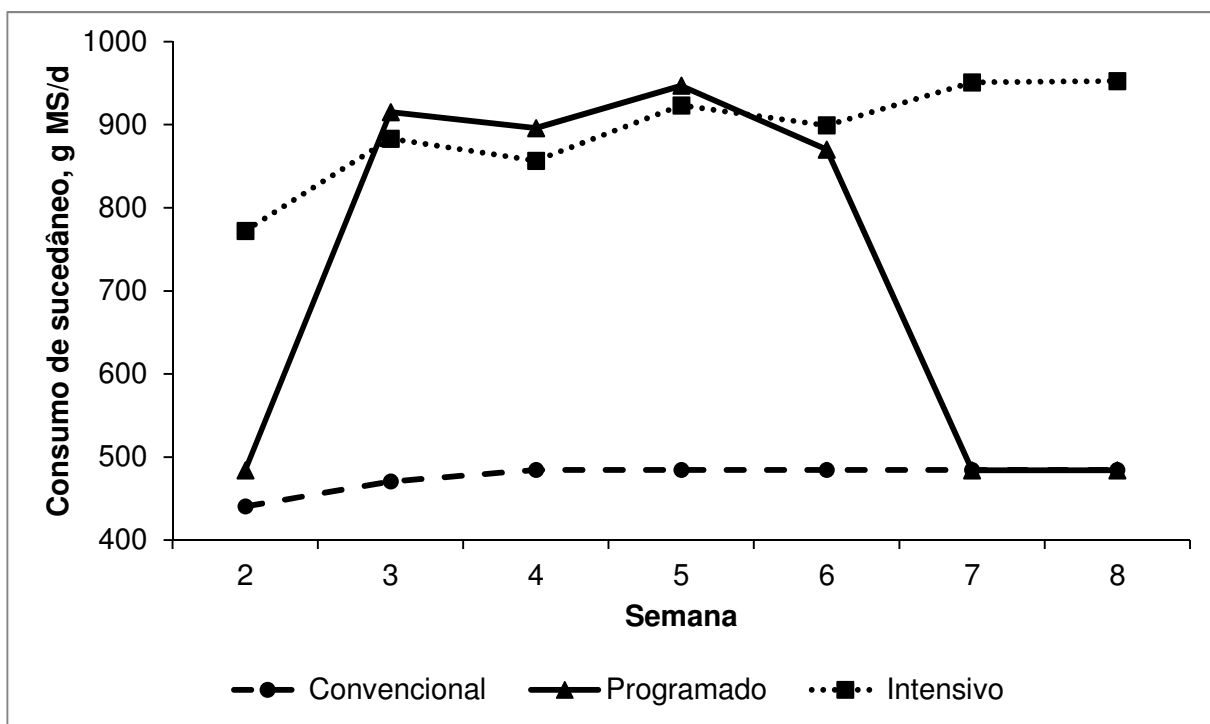


Figura 4.1 - Consumo de sucedâneo (g MS/d) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo ( $P < 0,0001$ )

O consumo de concentrado foi afetado pelo programa de aleitamento ( $P < 0,0001$ ) e foram observadas diferenças significativas ( $P < 0,0001$ ) para a interação tratamento x idade, com maior consumo médio de concentrado pelos animais em aleitamento convencional (Tabela 4.1). A alta ingestão de MS via sucedâneo pelos animais em aleitamento intensivo refletiu no menor consumo de concentrado durante o período de aleitamento, resultando em consumo inadequado de concentrado por ocasião do desaleitamento. Conforme recomendado por Quigley (1996), para animais de raças grandes, o consumo sugerido para que seja realizado o desaleitamento está em torno de 700 – 800 g/d durante três dias consecutivos. Ao desaleitamento, os animais em aleitamento convencional apresentavam consumo de concentrado conforme o esperado, pois ao longo das semanas, a exigência nutricional destes animais passa a não ser suprida apenas pela dieta líquida, fazendo com que o consumo de concentrado aumente ao longo das semanas, beneficiando o desenvolvimento ruminal (KRISTENSEN et al., 2007). No caso dos animais em aleitamento programado é possível observar na Figura 4.2, que houve um aumento no consumo de concentrado após a sexta semana, quando houve redução no fornecimento da dieta líquida. Em geral, todos os animais aumentaram o consumo de concentrado ao desaleitamento (Figura 4.2). Ao final do experimento, todos os animais apresentavam o mesmo consumo de concentrado, mostrando que, apesar dos animais em aleitamento intensivo não estarem com o consumo indicado de concentrado ao desaleitamento, conseguiram se adaptar facilmente a nova dieta.

Resultados semelhantes foram encontrados por Jasper; Weary (2002), onde os animais em aleitamento intensivo tiveram baixo consumo de concentrado durante o período de aleitamento. Entretanto, após o desaleitamento, o consumo de concentrado e o ganho de peso foram semelhantes entre os tratamentos. Da mesma forma, Terré, Devant e Bach (2006) avaliaram o aleitamento intensivo *versus* convencional e encontraram que o consumo de concentrado foi menor para os animais do intensivo durante o período de aleitamento. No entanto, após o desaleitamento, o consumo de concentrado foi semelhante entre os tratamentos. Rincker et al. (2011), também avaliaram aleitamento intensivo e o consumo de concentrado foi menor em relação ao tratamento convencional. Porém, durante as duas semanas após o desaleitamento o consumo de concentrado foi semelhante entre os tratamentos.



Fica claro o efeito de substituição de consumo de dieta sólida quando maiores volumes de dieta líquida são fornecidos. Embora o animal possa se beneficiar apresentando maiores taxas de crescimento, não apresenta consumo adequado para estimular o desenvolvimento ruminal, podendo ter redução de desempenho na fase seguinte. Assim, quando maiores volumes de dieta líquida são fornecidos sugere-se a redução da mesma dias antes do desaleitamento, como no aleitamento programado, ou o desaleitamento dos animais em idades mais velhas, de forma que o consumo de concentrado esteja em patamares adequados para estimular o desenvolvimento ruminal. No entanto, alguns trabalhos mostram que os animais desaleitados com baixo consumo, devido ao maior fornecimento de dieta líquida, aumentam rapidamente o consumo de concentrado logo após o desaleitamento. Aparentemente, desaleitar animais mais pesados e, portanto, com maior exigência, faz com que o consumo se ajuste mais rapidamente, o que foi observado neste experimento.

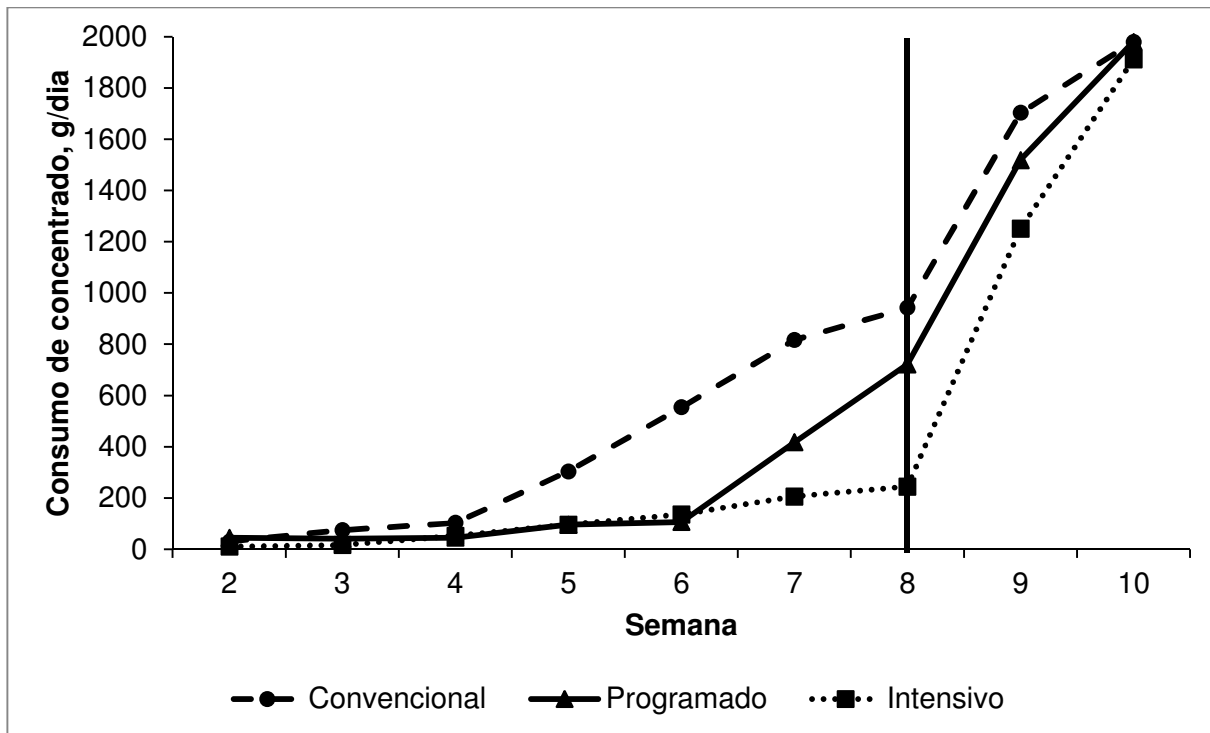


Figura 4.2 - Consumo de concentrado (kg/d) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo ( $P < 0,0001$ )

Os dados de consumo de feno se referem ao período após o desaleitamento (semanas 9 e 10), sendo observadas diferenças significativas entre os programas de aleitamento ( $P < 0,07$ ), com maior consumo pelos animais em aleitamento convencional em comparação ao programado, não sendo diferente do intensivo (Tabela 4.1). De acordo com Broesder et al. (1990), a redução no consumo da dieta líquida faz com que os animais aumentem o consumo de concentrado e feno, para compensar a queda nos nutrientes pouco fornecidos pela dieta líquida anteriormente. O consumo médio diário de feno dos animais do tratamento programado mostrou-se baixo e corroboram os dados de Bernardes et al. (2007), que consideraram baixos os valores de consumo médio de feno de 130 g/d nas semanas 9 e 10 após o desaleitamento.

Segundo Khan; Weary; Keyserlingk (2011a) animais em aleitamento programado devem receber feno no momento em que se reduz a dieta líquida, pois nesta fase os animais tem menor suprimento de nutrientes via dieta líquida e tendem a procurar uma fonte alternativa de alimento, ocorrendo assim aumento tanto no consumo de feno quanto no consumo de concentrado, permitindo um melhor desenvolvimento ruminal ao desaleitamento.

O consumo de alimentos sólidos, além de favorecer a proliferação bacteriana, estimula o desenvolvimento ruminal. No entanto, a característica química do alimento tem grande influência no processo (LESMEISTER; HEINRICHS, 2004). O fornecimento de feno deu-se após o desaleitamento, pois a fermentação de alimentos concentrados resulta principalmente na produção de butirato e propionato (GÄBEL; ASCHENBACH; MÜLLER, 2002), enquanto que a fermentação das forragens resulta em maiores proporções de ácido acético e menores proporções dos ácidos propiônico e butírico. Além disso, as forragens produzem menores concentrações totais de AGCC em relação aos alimentos concentrados (NOCEK; POLAN, 1984).

Tabela 4.2 – Peso vivo e ganho de peso diário de bezerros em aleitamento convencional (C), programado (P) ou intensivo (I)

	Tratamento				P < <sup>(2)</sup>		
	C	P	I	EPM <sup>(1)</sup>	T	I	TxI
<b>Peso vivo, kg</b>							
Ao desaleitamento	56,7	56,5	58,3	2,08	0,99	-	-
Média do período	50,6	51,6	52,7	1,91	0,70	<,0001	0,03
<b>Ganho de peso diário, g/d</b>							
Ao desaleitamento	591,7 <sup>a</sup>	597,2 <sup>a</sup>	386,6 <sup>b</sup>	82,8	<0,05	-	-
Média do período	469,1	455,0	466,4	34,9	0,94	<,0001	0,004

<sup>(1)</sup> EPM = erro padrão da média

<sup>(2)</sup> T = efeito da dieta líquida; I = efeito da idade dos animais; TxI = efeito da interação dieta líquida e idade dos animais

<sup>(3)</sup> Ao desaleitamento = valores médios à oitava semana

A média do período para PV e ganho de peso médio diário (GPD) não foi afetada pelo aleitamento ( $p > 0,07$ ) durante o período experimental (Tabela 4.2). No entanto, houve efeito de idade ( $P < 0,0001$ ) e interação tratamento x idade tanto para PV, quanto para GPD, sendo os valores crescentes ao longo das semanas de experimento. O GPD ao desaleitamento foi diferente ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, sendo observado maior GPD para os animais em aleitamento convencional, seguido pelos animais em aleitamento programado e intensivo.

O PV dos animais foi crescente (Figura 4.3) durante o experimento e, mesmo com a redução do fornecimento de dieta líquida na oitava semana, os animais continuaram a ganhar peso. Apesar do consumo de concentrado ter sido menor pelos animais em aleitamento intensivo e programado, ao final do experimento, os animais de todos os tratamentos alcançaram o mesmo peso corporal.

O GPD foi variável, principalmente nas primeiras semanas (Figura 4.4), pois nesta fase a ocorrência de diarreia foi mais alta (Figura 4.6). É possível observar também que houve uma redução brusca no ganho de peso dos animais do tratamento programado na sexta semana, reflexo da redução no fornecimento de dieta líquida. Após o desaleitamento, o ganho de peso foi crescente para todos os tratamentos, em consequência do maior consumo de concentrado. Interessante observar que, mesmo com menor consumo de concentrado, os animais em aleitamento intensivo não tiveram redução tão brusca nas taxas de ganho de peso por ocasião do desaleitamento, quanto os animais em aleitamento programado apresentaram por ocasião da redução do volume de dieta líquida fornecida. De

qualquer modo, estes animais aumentaram rapidamente seu consumo de concentrado, apresentando peso similar ao dos outros tratamentos ao final do período experimental.

Os resultados obtidos são contrários aos observados na literatura: Hill et al. (2010) e Rincker et al. (2011) encontraram maior GPD e maior PV ao desaleitamento para animais em aleitamento intensivo quando comparados ao aleitamento convencional.

No entanto, os dados encontrados corroboram os encontrados por Borderas; De Passillé; Rushen (2009), que trabalharam com dois grupos de bezerros Holandês alimentados, através de um aleitador automático, com quantidade restrita (4L de sucedâneo/d) ou *ad libitum* de sucedâneo. Estes pesquisadores encontraram PV e GPD semelhantes entre os animais em aleitamento intensivo e convencional após a terceira semana de experimento. Os pesquisadores utilizaram sucedâneo lácteo com 18,5%PB e 18%EE, formulação parecida com a do sucedâneo utilizado neste experimento (20%PB e 15,6%EE), sendo esta talvez a possível causa dos menores GPD encontrados em ambos os experimentos para animais em aleitamento intensivo.

Alguns pesquisadores alegam que melhores desempenhos são obtidos quando bezerros são aleitados com sucedâneos contendo maiores teores de PB. Pesquisas realizadas com animais em diferentes sistemas de aleitamento (BARTLETT et al., 2006), demonstraram que animais recebendo aleitamento intensivo com sucedâneo contendo 26% de PB ganharam em média o triplo de peso (700g/d) quando comparados à animais em aleitamento convencional com sucedâneo contendo 14% de PB (250g/d). Da mesma forma, Brown et al. (2005) estudaram diferentes concentrações proteicas e energéticas em sucedâneo, e concluíram que animais aleitados em sistema convencional com sucedâneo contendo 30% de PB e 16% de gordura ganharam praticamente o dobro de peso (670g/d), em relação aos animais aleitados da mesma forma, mas recebendo sucedâneo com 21% de PB e 21% de gordura (380g/d).

Esperava-se que o ganho de peso dos animais em aleitamento intensivo fosse superior aos demais, devido ao maior fornecimento de dieta líquida e consequente maior quantidade de nutrientes de fácil utilização por animais jovens. No entanto, não houve diferenças entre os programas de aleitamento, possivelmente devido ao teor de PB no sucedâneo utilizado no estudo.

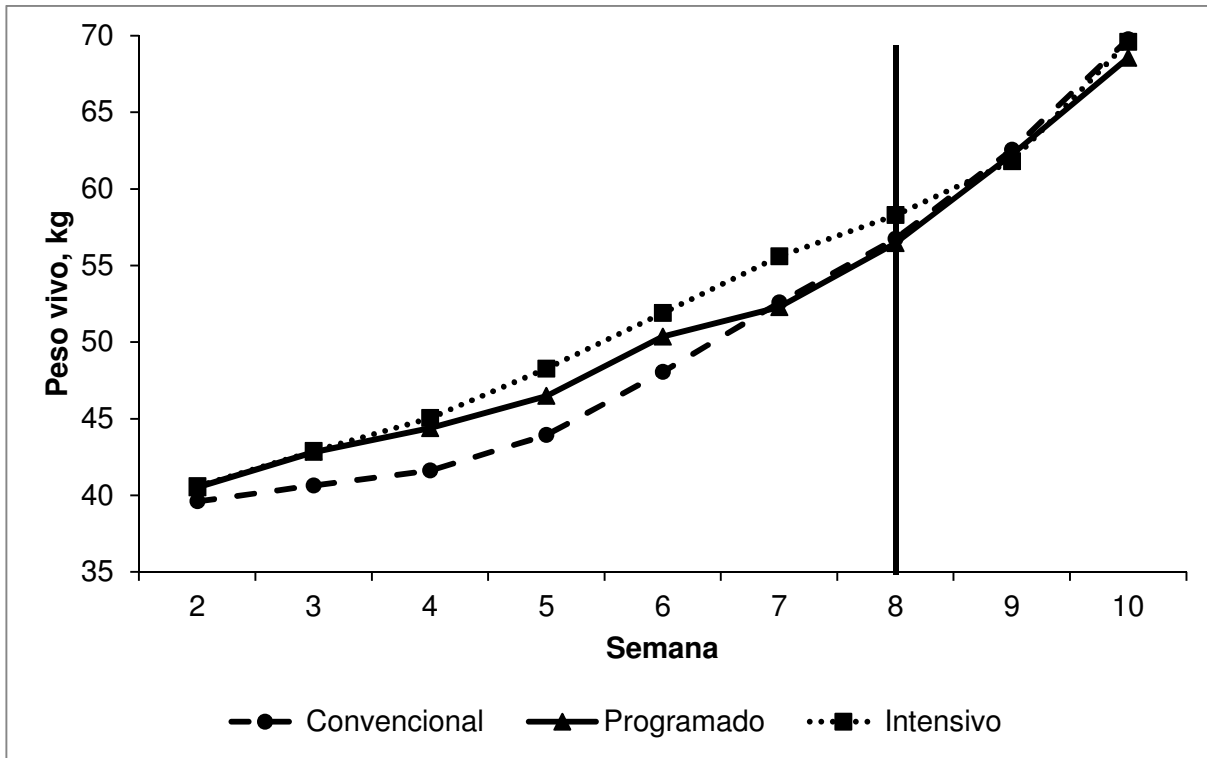


Figura 4.3 - Peso vivo (kg) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo ( $P < 0,0268$ )

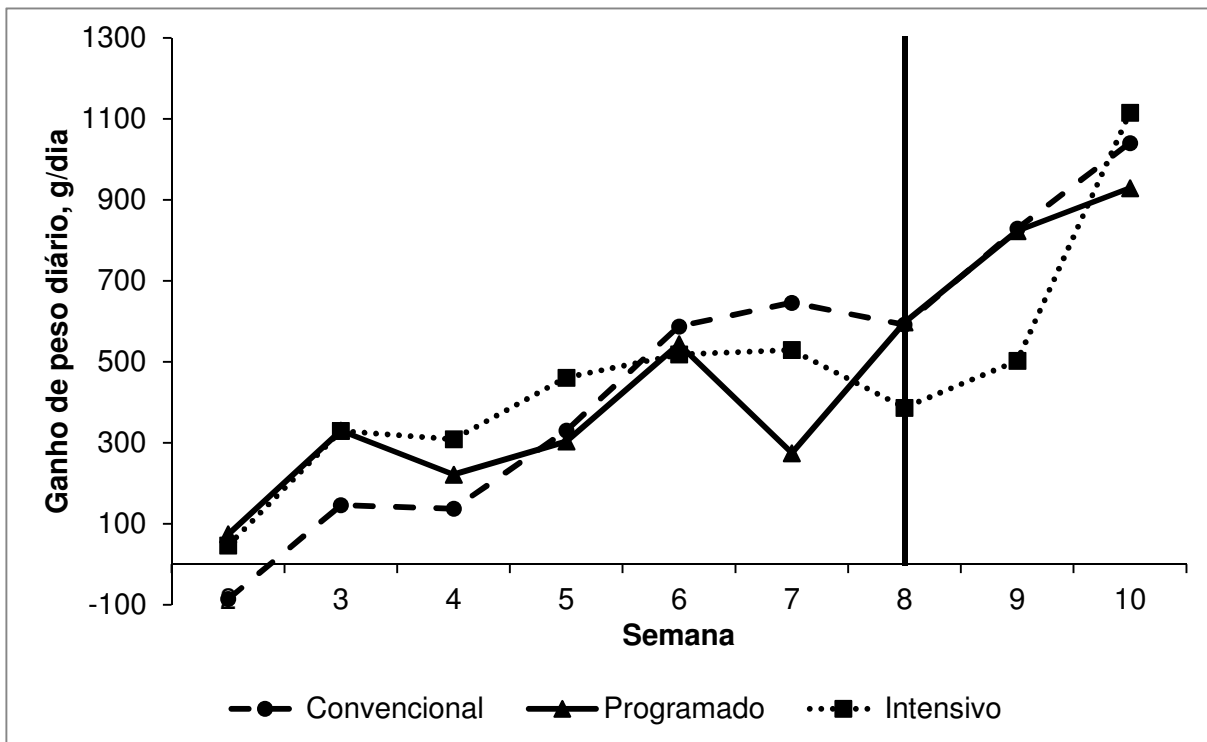


Figura 4.4 - Ganho de peso diário (kg/d) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo ( $P < 0,004$ )

Dentre as medidas corporais avaliadas, não houve diferença significativa ( $P>0,07$ ) para altura da cernelha e largura da garupa. No entanto, animais em aleitamento intensivo apresentaram maior perímetro torácico, quando comparados aos animais em aleitamento convencional ( $P<0,01$ ). Para os ganhos semanais, houve diferença no perímetro torácico ( $P<0,0001$ ) e na largura da garupa ( $P<0,07$ ), destacando-se os animais do tratamento intensivo (Tabela 4.3). Foram observados efeitos de idade dos animais ( $P<0,0001$ ) para todas as medidas corporais (Figura 4.5).

A altura da cernelha dos animais foi semelhante entre os programas de aleitamento e corroboram os encontrados por Terré; Devant; Bach (2006), para animais em aleitamento intensivo ou convencional. Os valores observados estão dentro dos recomendados pela literatura para bezerras em aleitamento, que sugere como ideais os ganhos semanais de até 1,3 cm para animais com até 2 meses de idade (HOFFMAN, 1997).

Tabela 4.3 – Altura da cernelha, perímetro torácico e largura da garupa, em centímetros, de bezerros em aleitamento convencional (C), programado (P) ou intensivo (I)

	Tratamento			EPM <sup>(1)</sup>	P< <sup>(2)</sup>		
	C	P	I		T	I	TxI
<b>Altura na cernelha</b>							
Média do período	83,32	82,10	83,04	0,92	0,40	<,0001	0,03
Ganho, cm/semana	0,97	0,90	1,04	0,06	0,11	<,0001	0,06
<b>Perímetro torácico</b>							
Média do período	84,32 <sup>b</sup>	86,22 <sup>a,b</sup>	87,17 <sup>a</sup>	1,12	0,01	<,0001	0,11
Ganho, cm/semana	1,74 <sup>b</sup>	1,66 <sup>b</sup>	1,91 <sup>a</sup>	0,09	<,0001	<,0001	0,03
<b>Largura da garupa</b>							
Média do período	23,08	23,37	23,81	0,39	0,13	<,0001	0,32
Ganho, cm/semana	0,38 <sup>a,b</sup>	0,36 <sup>b</sup>	0,43 <sup>a</sup>	0,02	0,07	0,0001	0,29

(1) EPM = erro padrão da média

(2) T = efeito da dieta líquida; I = efeito da idade dos animais; TxI = efeito da interação dieta líquida e idade dos animais

<sup>a, b, c</sup> Letras minúsculas na mesma linha diferem para  $P<0,07$

Embora não tenham ocorrido diferenças no PV e no GPD dos animais ao longo do experimento, os animais em aleitamento intensivo se mantiveram mais altos, mais largos e com maior perímetro torácico durante o experimento (Figura 4.5).

Da mesma forma, Cowles et al. (2006) aleitaram bezerros da raça Holandês de forma convencional (4L/d) e programada (Semanas 1 e 2: 5L/d; Semanas 3 a 6: 8L/d; Semana 7: 4L/d), com sucedâneo contendo 20% PB e 20% EE. Os animais em aleitamento programado se mativeram, durante todo o experimento, mais altos, mais largos e com maior perímetro torácico em relação aos animais do tratamento convencional.

Em experimento realizado por Moallen et al. (2011), bezerros receberam, *ad libitum*, sucedâneo (23,7%PB e 13% EE) ou leite integral durante 90 dias. Ao desaleitamento, não houveram diferenças significativas para todas as medidas corporais, mostrando que independente da dieta líquida fornecida, durante a fase de aleitamento os animais necessitam ser suplementados com maiores volumes de dieta líquida.

Estes dados de crescimento corporal devem ser associados aos dados de ganho de peso para um melhor entendimento do crescimento do animal. Animais que ganham peso, mas não têm grandes alterações no tamanho corporal podem apresentar composição do ganho de peso indesejada, do ponto de vista produtivo (tecido adiposo *versus* crescimento músculo - esquelético). Os dados deste trabalho sugerem maior crescimento dos animais em aleitamento intensivo, com a composição do ganho mais magra, o que pode ser benéfico do ponto de vista de produção. Estes dados remetem novamente a composição do sucedâneo utilizado no experimento, pois apesar de os animais em aleitamento intensivo não terem terminado o experimento mais pesados em relação aos demais animais, estes animais ingeriram maior quantidade de nutrientes, o que poderá refletir em melhores desempenhos futuramente.

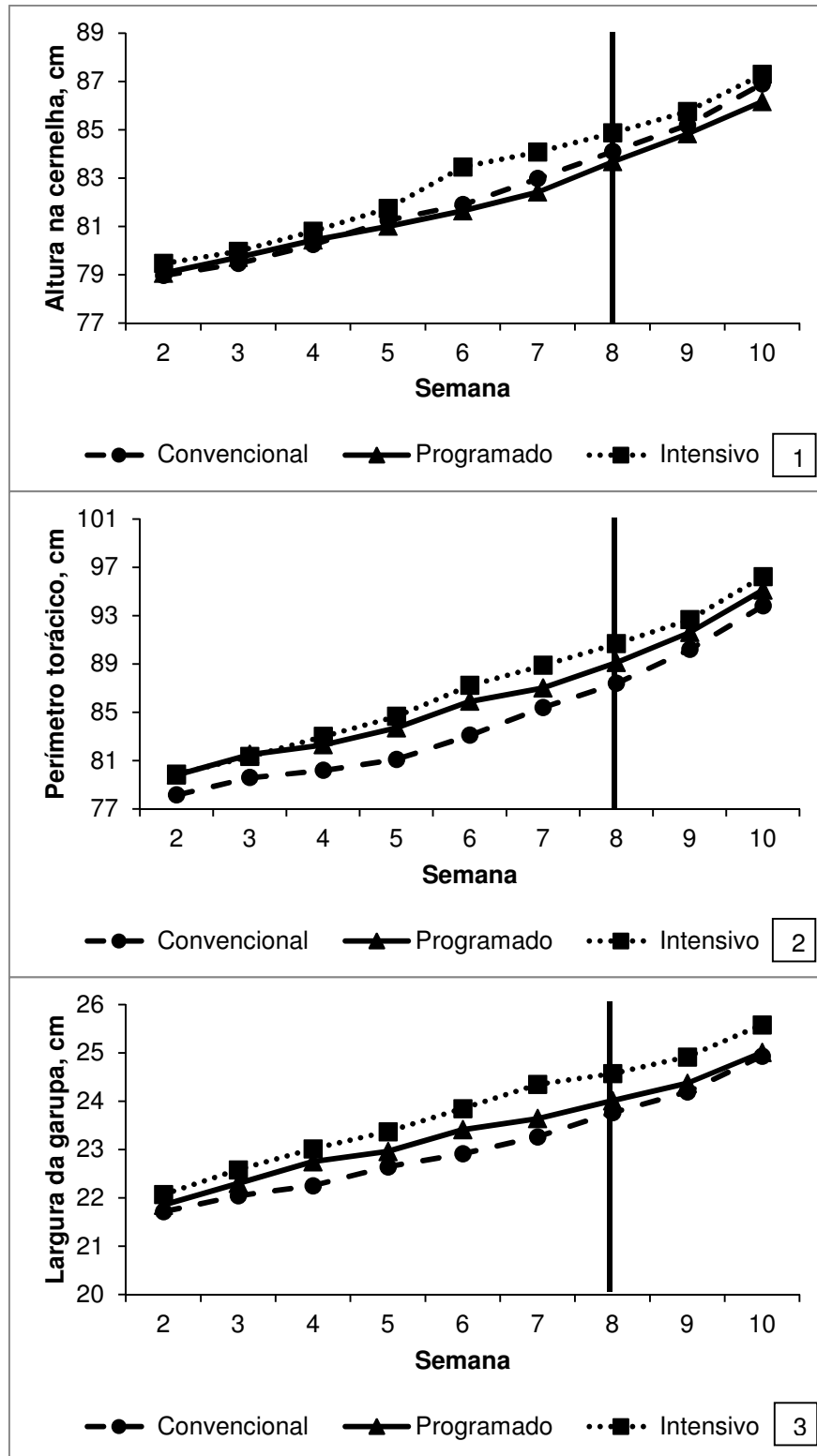


Figura 4.5 – Medidas de altura na cernelha (1), perímetro torácico (2) e largura da garupa (3), em cm, de acordo com a idade, de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo ( $P < 0,028$  para altura;  $P < 0,11$ ;  $P < 0,32$ ; respectivamente)



Na avaliação do escore fecal, considerou-se a ocorrência de diarreia quando o escore foi superior a 2,5, na escala de 1 a 5 sugerida por Larson et al. (1977). O programa de aleitamento afetou o escore fecal ( $P < 0,0001$ ) durante o período de aleitamento, principalmente nos animais em aleitamento programado e intensivo, que apresentaram fezes com consistência fluida por mais tempo (Figura 4.6). Os animais em aleitamento intensivo apresentaram maior escore fecal, sugerindo maior frequência de diarreia, nas semanas de 4 a 7, em relação aos animais em aleitamento convencional, não havendo diferenças em relação aos animais em aleitamento programado. A maior frequência de diarreia ocorre, no entanto, durante as duas ou três primeiras semanas de vida, conforme citado por Millemann (2009). Este fato sugere que a causa do maior escore fecal é o maior volume de leite fornecido aos animais e não problemas relativos ao manejo sanitário, colostragem ou a falta de higiene de utensílios para fornecimento da dieta líquida.

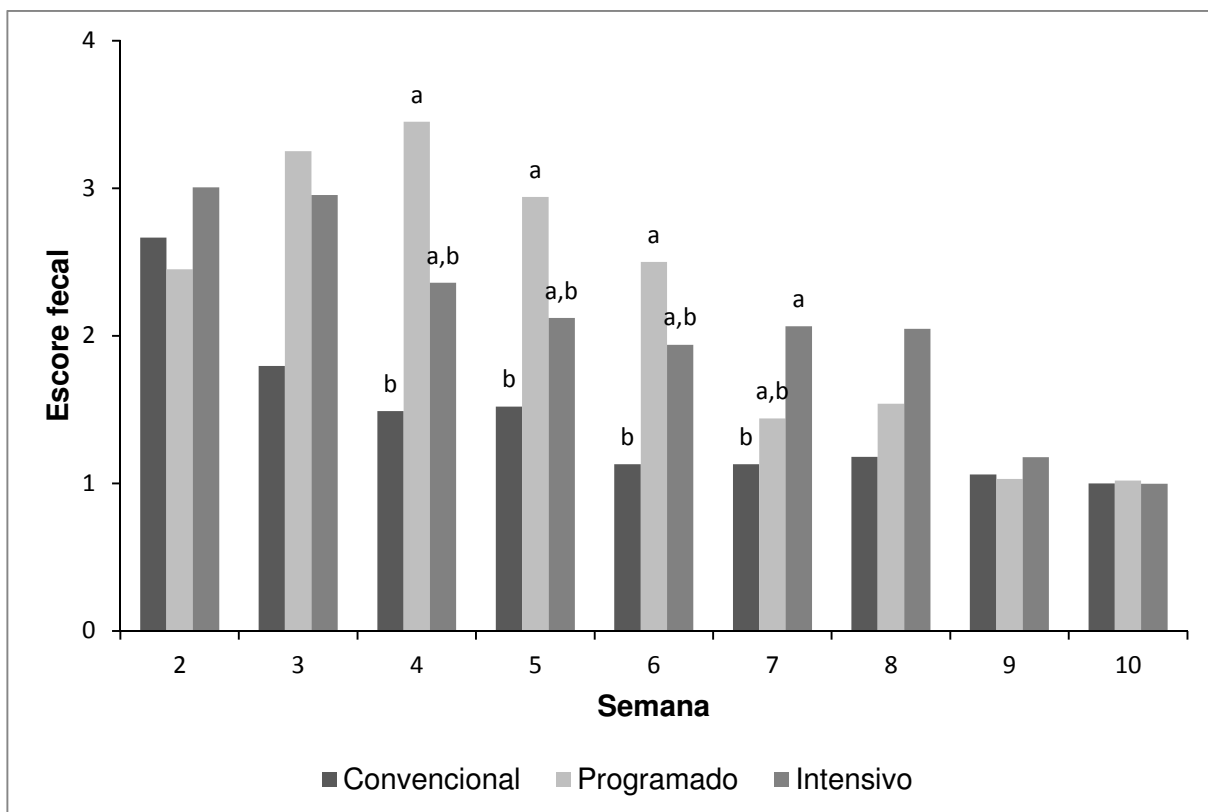


Figura 4.6 - Escore fecal (sendo 1= fezes normais e 5= diarreia severa) em bezerras em aleitamento convencional, programado ou intensivo ( $P < 0,0001$ )

Alguns autores relataram que animais recebendo maiores quantidades de dieta líquida tendem a apresentar as fezes mais fluidas (BROWN et al., 2005). Em experimento realizado por Diaz et al. (2001), animais em aleitamento intensivo exibiram fezes mais fluidas em resposta ao maior volume de dieta líquida ingerida. Appleby; Weary; Chua (2001) observaram diferença significativa para os escores fecais até a quarta semana de vida, quando os animais em aleitamento intensivo apresentaram maior incidência de diarreia que animais em aleitamento convencional, não havendo diferenças após este período. No entanto, em outros trabalhos (JASPER; WEARY, 2002; KHAN et al., 2007), o volume da dieta líquida não interferiu na consistência das fezes dos animais.

De acordo com Borderas; De Passillé; Rushen (2009), as diferenças observadas nos escores fecais podem ser atribuídas ao sistema de avaliação das fezes adotado pelo pesquisador, às variações na colostragem do animal, à qualidade da dieta líquida e até mesmo às condições climáticas do ambiente, onde o experimento foi conduzido. Alguns autores acreditam que estas diferenças na consistência das fezes estão mais relacionadas à falta de higiene e problemas de manejo, do que propriamente ao aumento da ingestão da dieta líquida (ROY, 1980; JASPER; WEARY, 2002).

## **4.2 Parâmetros sanguíneos**

Os parâmetros sanguíneos avaliados (Tabela 4.4) são resultantes de análises de sangue colhido duas horas após o fornecimento de leite no período da manhã, sendo este o pico da maior parte dos metabólitos conforme observados por Nussio et al. (2003).

Tabela 4.4 - Concentrações plasmáticas de glicose,  $\beta$ -hidroxibutirato ( $\beta$ HBA), proteínas totais e lactato de bezerros em aleitamento convencional (C), programado (P) ou intensivo (I)

	Tratamento				EPM <sup>(1)</sup>	P< <sup>(2)</sup>	
	C	P	I	T		I	Txl
<b>Glicose, mg/dL</b>							
Ao desaleitamento	92,3	95,9	94,9	4,02	0,99	-	-
Média do período	88,8	89,8	92,4	2,25	0,32	<,0001	0,06
<b><math>\beta</math>HBA, mmol/L</b>							
Ao desaleitamento	0,17 <sup>a</sup>	0,15 <sup>a</sup>	0,07 <sup>b</sup>	0,02	<0,05	-	-
Média do período	0,15 <sup>a</sup>	0,12 <sup>b</sup>	0,10 <sup>c</sup>	0,01	<,0001	<,0001	0,012
<b>Proteínas totais, g/dL</b>							
Ao desaleitamento	6,83	5,80	6,12	0,33	0,99	-	-
Média do período	6,81 <sup>a</sup>	6,26 <sup>b</sup>	6,37 <sup>b</sup>	0,17	0,007	0,002	0,012
<b>Lactato, mmol/L</b>							
Ao desaleitamento	0,49	0,43	0,54	1,49	0,99	-	-
Média do período	0,47	0,52	0,52	0,56	0,36	0,01	0,38

<sup>(1)</sup> EPM = erro padrão da média

<sup>(2)</sup> T = efeito da dieta líquida; I = efeito da idade dos animais; Txl = efeito da interação dieta líquida e idade dos animais

<sup>(3)</sup> Ao desaleitamento = valores médios à oitava semana;

a, b, c Letras minúsculas na mesma linha diferem para P<0,07

Não houve diferença significativa ( $P>0,07$ ) entre os tratamentos para as concentrações plasmáticas de glicose. Os valores encontrados estão de acordo com os encontrados na literatura para animais neste período de vida, recebendo aleitamento convencional ou intensivo (SHINGU et al., 2007; BLOME et al., 2003).

No metabolismo dos animais jovens, a digestão dos constituintes da dieta líquida ocorre primeiramente no abomaso e em seguida no intestino (DRACKLEY, 2008). Esta digestão é responsável pelo fornecimento da glicose, em especial, para a manutenção das funções vitais e do crescimento do animal. Para o bezerro, a glicose e os ácidos graxos são as principais fontes de energia; assim, os controles glicostático e lipostático podem ser essenciais no controle do consumo de dieta líquida e no tamanho da refeição, principalmente antes do início no consumo de alimentos sólidos. Níveis baixos de glicose podem desencadear sinais de fome, enquanto que o aumento na glicemia resultaria em sinais de saciedade e, conseqüentemente, restrição à refeição (KHAN; WEARY; KEYSERLINGK, 2011b). Desta forma, esperava-se que os animais do tratamento intensivo apresentassem

maiores concentrações de glicose plasmática durante todo o experimento, devido ao maior suprimento de lactose via dieta líquida, conforme observado por outros autores (QUIGLEY; WOLFE; ELSASSER, 2006; COWLES et al., 2006).

Embora não tenha ocorrido diferença significativa entre os tratamentos, foram observados efeitos da idade dos animais ( $P < 0,0001$ ) e interação entre tratamento x idade (Figura 4.7). É possível observar que, após o desaleitamento, houve redução nas concentrações plasmáticas de glicose, fator relacionado com o desenvolvimento ruminal.

Em estudo realizado por Terré; Devant; Bach (2006) maiores concentrações plasmáticas de glicose foram observadas em animais em aleitamento intensivo quando comparados aos animais em aleitamento convencional, e isto ocorre como consequência do maior suprimento de lactose para os animais consumindo maiores volumes de dieta líquida. Da mesma forma, Khan et al. (2007) relataram que animais em aleitamento intensivo, quando comparados à animais em aleitamento convencional, tendem a ter glicose plasmática mais alta, e esta glicose tende a diminuir, principalmente após o desaleitamento, devido ao desenvolvimento ruminal. Com o avanço da idade ocorre redução da glicose plasmática conforme observado por Quigley; Smith; Heitmann (1991) e Haga et al. (1998).

Segundo Hayashy et al. (2006), conforme o rúmen se desenvolve, ocorre o estabelecimento das populações microbianas, como também o início da produção de AGCC, por meio da fermentação dos carboidratos da dieta. Os tecidos que antes dependiam da glicose fornecida através do leite, passam a depender do metabolismo dos AGCC como fonte primária de suprimento de glicose (BALDWIN et al., 2004). Portanto, durante as primeiras semanas de vida do animal, as concentrações plasmáticas de glicose passam de concentrações encontradas em animais monogástricos (114,5 mg/dL) à concentrações encontradas em ruminantes adultos, aproximadamente 76 mg/dL (QUIGLEY et al., 1991).

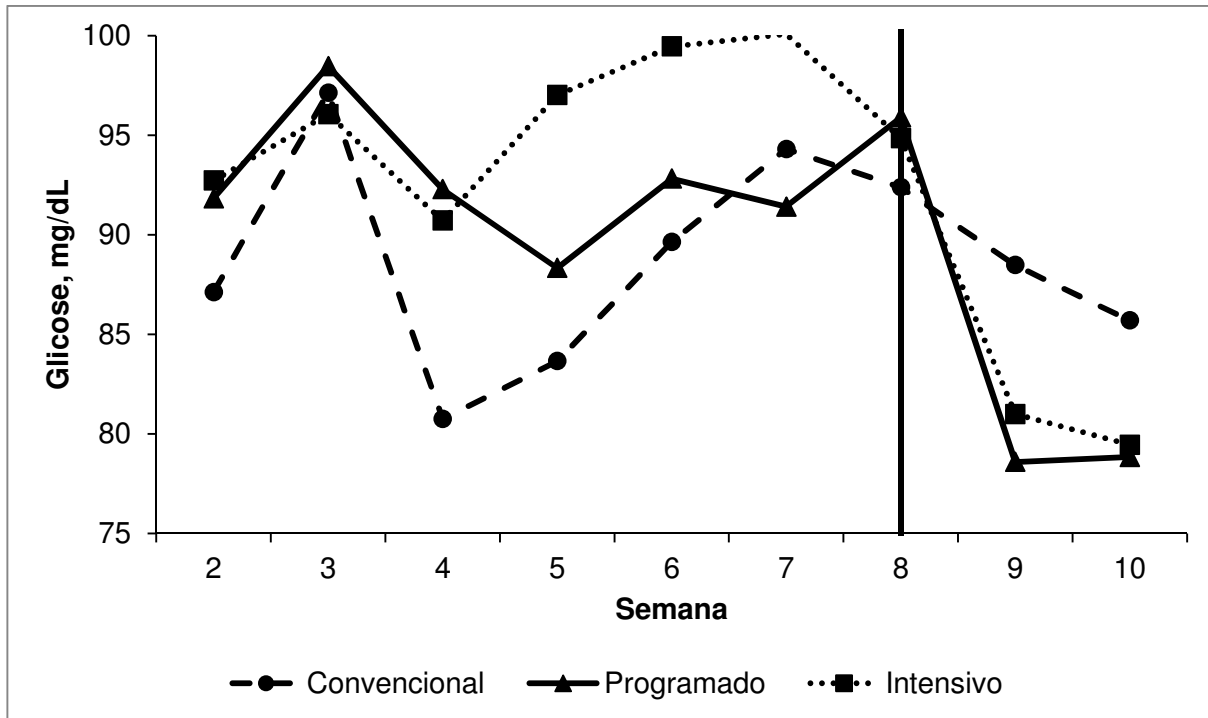


Figura 4.7 - Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo ( $P < 0,06$ )

As concentrações plasmáticas de  $\beta$ -hidroxibutirato (BHBA) apresentaram diferenças significativas de acordo com o programa de aleitamento ( $P < 0,0001$ ), com animais em aleitamento convencional apresentando as maiores concentrações. Conforme esperado, houve efeito de idade ( $P < 0,0001$ ), uma vez que com o avanço da idade ocorre o desenvolvimento do rúmen (Figura 4.8). É possível também observar que praticamente durante todo o período experimental, os animais em aleitamento convencional mantiveram concentrações de BHBA superiores aos outros tratamentos, em resposta ao maior consumo de concentrado por estes animais e consequente desenvolvimento ruminal. Os animais em aleitamento programado passaram a ter maiores concentrações de BHBA, principalmente após a sexta semana, quando houve redução da dieta líquida e aumento no consumo de concentrado.

De acordo com Quigley et al. (1991), as concentrações de BHBA tendem a aumentar com o avanço da idade devido ao aumento no consumo de alimentos sólidos. Consequentemente, ocorre início do metabolismo ruminal, com produção de corpos cetônicos pelo epitélio ruminal em desenvolvimento. Isto ocorre porque as células do epitélio ruminal dos bezerros durante as primeiras semanas oxidam glicose e butirato a taxas semelhantes. No entanto, com o avanço da idade, a taxa

de oxidação da glicose pelas células do epitélio ruminal decrescem, e o butirato produzido na fermentação passa a ser o substrato preferencial a ser oxidado (BALDWIN et al., 2004).

As concentrações de BHBA encontradas para animais em aleitamento convencional corroboram as encontradas por Haga et al. (2008), que trabalharam com bezerros da raça Holandês recebendo sucedâneo com 25,5% PB e 21,4% EE. De acordo com os autores, as concentrações de BHBA aumentaram com o avançar da idade e mantiveram-se elevados após o desaleitamento. Isto ocorreu porque os animais passaram a absorver quantidades consideráveis de AGCC e passaram a utilizá-los como fonte de energia após o desaleitamento.

Para animais em aleitamento intensivo, as concentrações de BHBA são menores durante o período de aleitamento e aumentam conforme aumenta o consumo de concentrado. Comprovando isto, Kristensen et al. (2007) em pesquisa fornecendo diferentes quantidades de dieta líquida, mostraram que animais em aleitamento intensivo (8,34 L/d) apresentaram menores concentrações plasmáticas de BHBA em relação aos animais do tratamento convencional (3,10 L/d). Animais em aleitamento convencional passam a consumir concentrado mais cedo e os produtos da fermentação do concentrado passam a contribuir como fonte de energia para o metabolismo do animal.

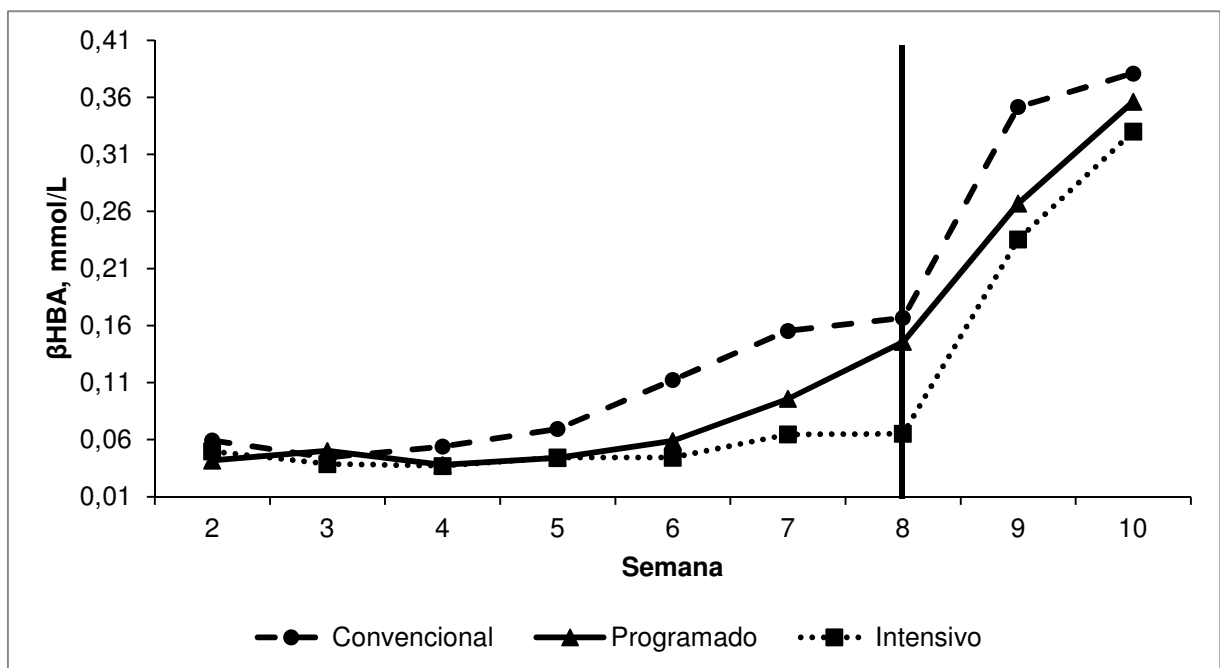


Figura 4. 8 - Concentrações plasmáticas de  $\beta$ -hidroxibutirato (mmol/L) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo ( $P < 0,012$ )

As concentrações plasmáticas de proteínas totais foram afetadas pelo programa de aleitamento ( $P < 0,07$ ), sendo também observado efeito da idade ( $P < 0,002$ ), com variações das concentrações com o avanço da idade, e especial aumento nas concentrações após o desaleitamento (Figura 4.9). Variações nas concentrações de proteínas totais são utilizadas como parâmetros de avaliação do estado geral do animal. Segundo Luca; Reis (2001), valores de referência em sangue bovino situam-se entre 6,0 e 8,5 g/dL, sendo que níveis abaixo do valor mínimo indicam deficiência de proteína na dieta e valores acima do valor máximo indicam casos de desidratação ou alguma doença crônica.

De acordo com Machado Neto et al. (1986), a queda nas concentrações plasmáticas de proteínas totais ocorrida até os 30 dias de idade pode ser consequência da redução de anticorpos adquiridos passivamente através da ingestão de colostro e a elevação nas concentrações após este período pode ser atribuída ao início da produção endógena de imunoglobulinas, refletindo na concentração da proteína total.

Os valores observados para concentrações plasmáticas de proteínas totais estão próximos aos encontrados por Khan et al. (2007). Os autores trabalharam com bezerros em aleitamento convencional ou programado e foram desaleitados aos 45 dias. As concentrações plasmáticas de proteínas totais foram numericamente maiores para os animais do tratamento programado, mas não apresentaram diferença significativa em relação aos animais do tratamento convencional. No entanto, em ambos os tratamentos os valores foram aumentando ao longo das semanas e continuaram a aumentar após o desaleitamento. As concentrações observadas pelos autores em bezerros ao desaleitamento foram de 5,83 e 5,59 g/dL para animais em aleitamento programado e convencional, respectivamente.

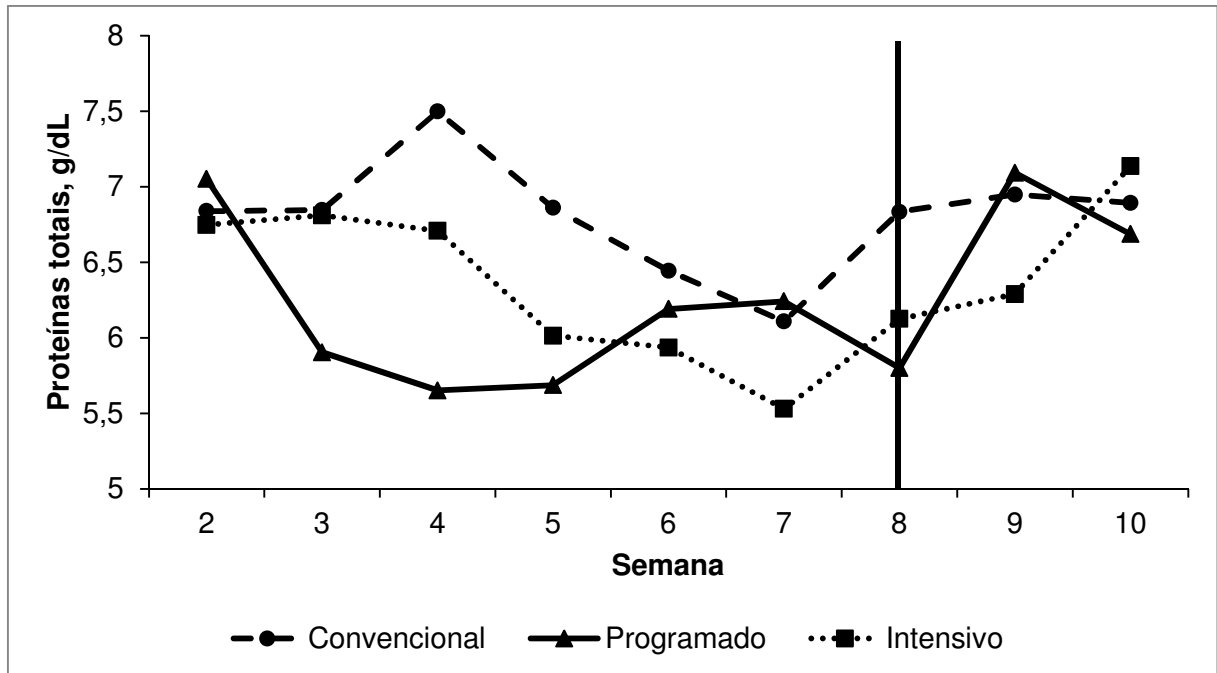


Figura 4.9 - Concentrações plasmáticas de proteínas totais (g/dL) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo ( $P < 0,012$ )

As concentrações plasmáticas de lactato não foram afetadas pelos tratamentos ( $P > 0,07$ ), mas efeito da idade dos animais foi observado ( $P < 0,07$ ), com variações ao longo das semanas e aumento após o desaleitamento (Figura 4.10).

A gliconeogênese é extremamente importante tanto para o neonatal, quanto para o ruminante adulto e os seus principais precursores são: lactato, propionato, aminoácidos, valerato e glicerol (NAFIKOV; BEITZ, 2007). Semelhante aos monogástricos, alguns tecidos dos ruminantes, como o cérebro, medula renal, entre outros, dependem de glicose como única fonte de energia. No entanto, a glicose raramente é absorvida em quantidades significativas, sendo a gliconeogênese um processo constante (KOSLOSKI, 2002).

A disponibilidade de lactato aos tecidos periféricos pode ser significativa, principalmente quando as dietas dos animais são à base de concentrado ou quando são consumidas em grandes quantidades. Nestas condições, a quantidade absorvida é relativamente alta e o fígado capta somente uma pequena fração deste lactato (KOSLOSKI, 2002), razão pela qual os animais dos tratamentos intensivo e programado mantiveram níveis mais elevados de lactato durante a fase de aleitamento. Após o desaleitamento, as concentrações plasmáticas de lactato aumentaram em todos os tratamentos, podendo ser reflexo da dieta à base de concentrado.



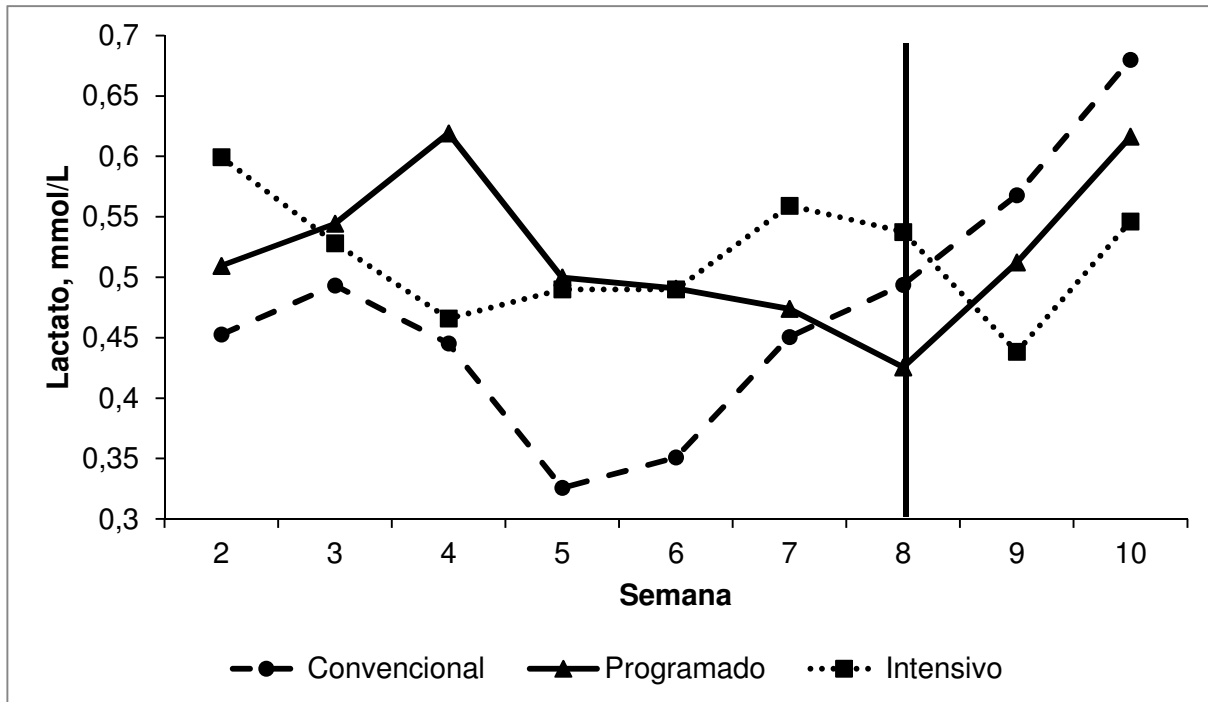


Figura 4.10 - Concentrações plasmáticas de lactato (mmol/L) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo ( $P < 0,38$ )

### 4.3 Parâmetros ruminiais

Os parâmetros ruminiais referem-se às amostras de fluido ruminal colhidas na quarta, oitava e décima semana de vida dos animais (Tabela 4.5).

Os valores de pH não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ( $P > 0,07$ ). No entanto, os valores apresentaram efeito significativo de idade ( $P < 0,07$ ), com menores valores de acordo com o avanço da idade dos animais (Figura 4.11). A queda no pH, com o avanço da idade, corrobora os dados de Beharka; Nagaraja; Morrill (1991). Os valores de pH encontrados após o desaleitamento são menores aos encontrados na fase de aleitamento. Ziolecki; Briggs (1961) reportaram que o pH ruminal de animais em aleitamento tende a ser mais alto em relação aos animais desaleitados.

Tabela 4.5 - Valores médios de parâmetros de fermentação ruminal de bezerros em aleitamento convencional (C), programado (P) ou intensivo (I)

	Tratamento			EPM <sup>(1)</sup>	P< <sup>(2)</sup>		
	C	P	I		T	I	TxI
<b>pH</b>	5,47	5,51	5,46	0,09	0,91	0,0004	0,89
<b>C2, µmol/ mL</b>	48,9	50,1	51,3	2,19	0,76	0,006	0,21
<b>C3, µmol/ mL</b>	41,2	44,3	37,6	3,28	0,37	<,0001	0,02
<b>C4, µmol/ mL</b>	10,7	12,0	10,6	0,91	0,51	<,0001	0,06
<b>IC4, µmol/ mL</b>	0,65	0,64	0,51	0,06	0,24	0,02	0,20
<b>C5, µmol/ mL</b>	4,10	4,72	4,10	0,40	0,44	<,0001	0,38
<b>IC5, µmol/ mL</b>	0,83	0,74	0,68	0,07	0,34	0,0007	0,37
<b>Total</b>	106,6	112,5	105,4	6,44	0,70	<,0001	0,05
<b>C2:C3</b>	1,38	1,32	1,50	0,12	0,56	<,0001	0,36
<b>N-amoniaco, mg/dL</b>	24,84	23,54	24,23	2,60	0,94	0,005	0,24

<sup>(1)</sup>EPM = erro padrão da média

<sup>(2)</sup> T = efeito da dieta líquida; I = efeito da idade dos animais; TxI = efeito da interação dieta líquida e idade dos animais

<sup>(3)</sup> Ao desaleitamento = valores médios à oitava semana;

Os valores de pH reduziram ao longo das semanas, em resposta ao aumento no consumo de concentrado, pois estes alimentos são altamente fermentáveis e causam queda no pH (LORENZ, 2009). Em experimentos com aleitamento convencional, Lesmeister; Heinrichs (2004); Benschop; Cant (2009) observaram valores próximos aos encontrados neste experimento e relataram que estes valores diminuem com o avanço da idade dos animais devido a maior ingestão de ração concentrada.

Esta queda está relacionada ao aumento na produção microbiana de ácidos fortes, como o lactato, propionato e butirato, que reduzem o pH no rúmen (STOBO et al., 1966; DAVIS; DRACKLEY, 1998). Entretanto, esta queda não pode ultrapassar valores de pH abaixo de 5,0, pois nesta faixa os animais são diagnosticados com acidose ruminal (LORENZ, 2004).

Trabalhando com animais em aleitamento intensivo ou convencional, Kristensen et al. (2007) observaram os mesmos valores de pH encontrados neste estudo para animais em aleitamento intensivo. Os autores também não observaram diferenças no pH ruminal dos bezerros em aleitamento intensivo ou convencional.

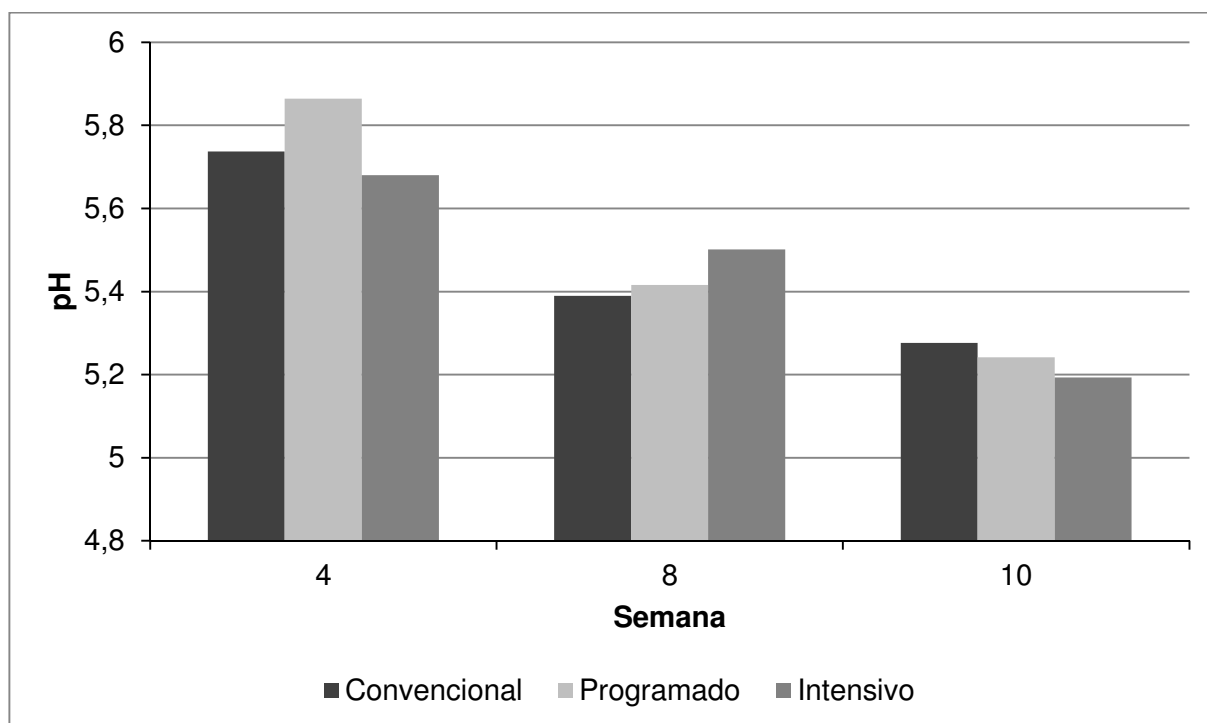


Figura 4.11 - Valores de pH ruminal de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo

A concentração dos AGCC totais (Tabela 4.5) não foi alterada pelos programas de aleitamento ( $P > 0,07$ ). No entanto, houve efeito da idade dos animais ( $P < 0,0001$ ), sendo as concentrações crescentes após o desaleitamento. (Figura 4.12). Estes valores crescentes após o desaleitamento estão de acordo com os valores encontrados por Anderson, Nagaraja e Morrill (1987). Outros autores encontraram valores crescentes nos AGCC com o aumento da idade (BEHARKA; NAGARAJA; MORRILL, 1991).

Da mesma forma, Kristensen et al. (2007) trabalharam com bezerros aleitados de forma convencional ou intensiva, e observaram concentração de AGCC maior no rúmen de animais em aleitamento convencional durante a fase de aleitamento. No entanto os valores aumentaram linearmente com o aumento da idade dos animais, em todos os tratamentos.

Os AGCC são os produtos finais da fermentação e estes são os responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento ruminal (SANDER et al., 1959). O desenvolvimento ruminal é importante, pois, na fase de aleitamento, as fontes de energia e proteína são derivadas principalmente da absorção intestinal dos

nutrientes da dieta líquida, enquanto que, após o desaleitamento, a principal fonte de energia são os AGCC (FUNABA et al., 1994). O consumo de concentrado tem papel relevante neste desenvolvimento, pois alimentos concentrados são rapidamente fermentados e estimulam o crescimento da mucosa do epitélio ruminal (WARNER; FLATT; LOOSLI, 1956). Este crescimento está ligado ao desenvolvimento das papilas ruminais que é estimulado pela presença dos AGCC, no rúmen (TAMATE et al., 1962), em particular os ácidos butírico e propiônico (SANDER et al., 1959). Através dos dados apresentados (Figura 4.12), é possível observar maiores valores de AGCC nos animais em aleitamento convencional e programado ( $P < 0,05$ ), pois ao desaleitamento, estes animais estavam consumindo maiores quantidades de concentrado em relação aos animais em aleitamento intensivo. Após o desaleitamento, os valores se aproximaram, já que não houve diferença significativa no consumo de concentrado ao final do experimento.

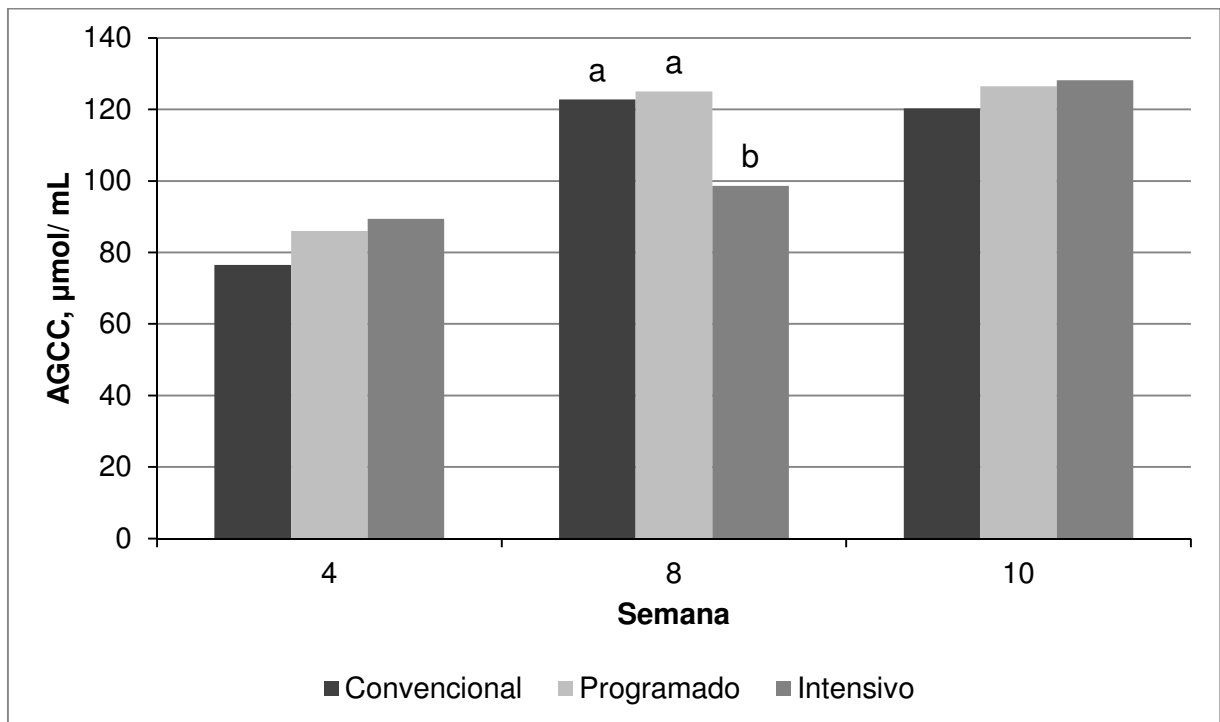


Figura 4.12 - Concentração molar de ácidos graxos de cadeia curta totais ( $\mu\text{mol}/\text{mL}$ ) de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo

As concentrações molares de todos os AGCC foram afetadas pela idade ( $P < 0,07$ ). As concentrações de ácido acético foram pouco alteradas, enquanto que as concentrações de ácido propiônico e butírico aumentaram linearmente com o avanço da idade dos animais e o aumento no consumo de concentrado (Figura 4.13). As concentrações de ácido propiônico praticamente triplicaram e as concentrações de ácido butírico dobraram da quarta para a décima semana de vida dos animais. Estes aumentos nas concentrações dos AGCC são consequência da taxa de entrada do alimento no rúmen em desenvolvimento, da fermentabilidade deste alimento e da absorção destes AGCC pelo epitélio ruminal (DIJKSTRA et al., 1993). As concentrações do ácido valérico aumentaram com o avanço da idade. No entanto, as concentrações dos ácidos isobutírico e isovalérico aumentaram na oitava semana, mas retornaram para as concentrações iniciais na décima semana (Figura 4.14), semelhante ao ocorrido no estudo de Beharka; Nagaraja; Morrill (1991), em animais na quarta e na décima semanas de vida.

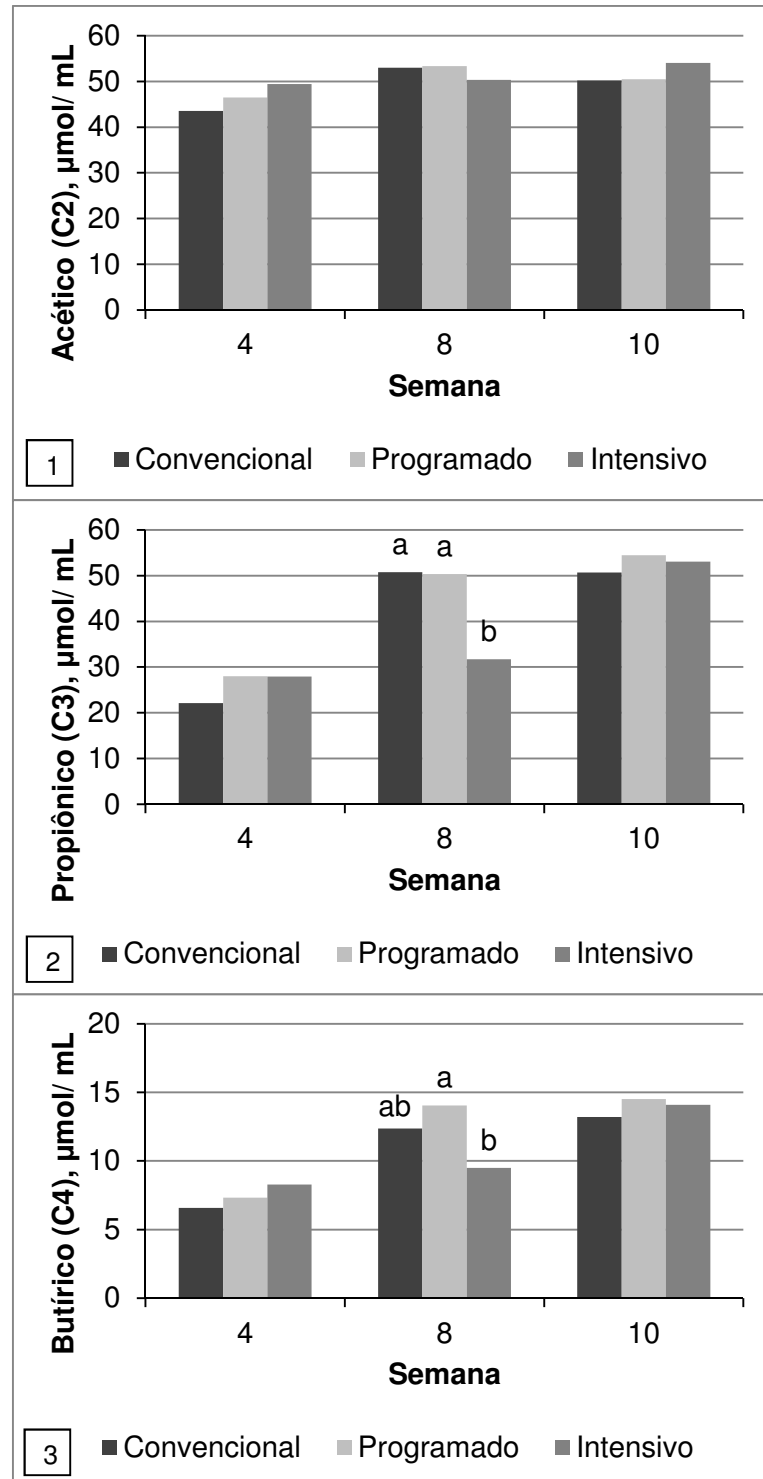


Figura 4.13 - Concentração molar dos ácidos acético (1), propiônico (2) e butírico (3), em  $\mu\text{mol/mL}$  de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo

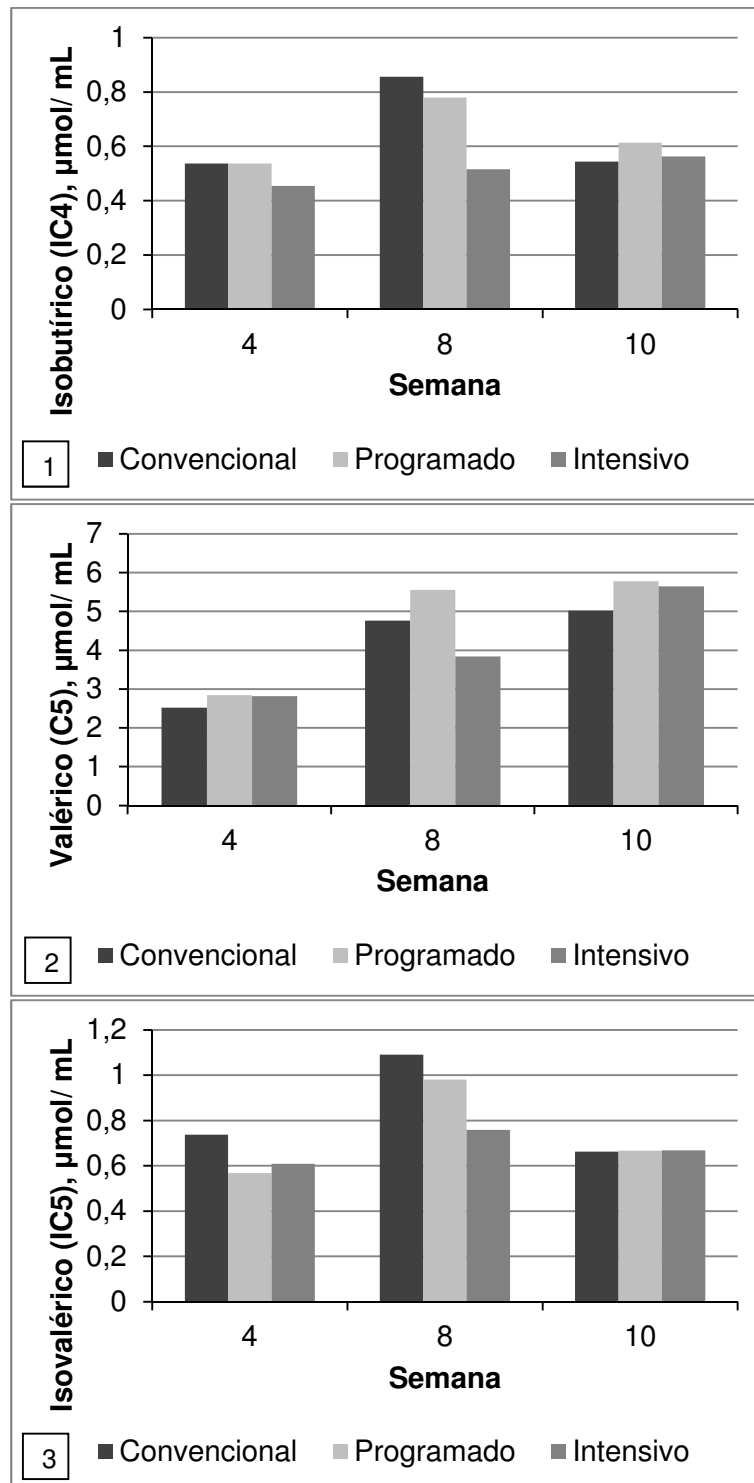


Figura 4.14 - Concentração molar dos ácidos isobutírico (1), valérico (2) e isovalérico (3), em  $\mu\text{mol/mL}$ , de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo

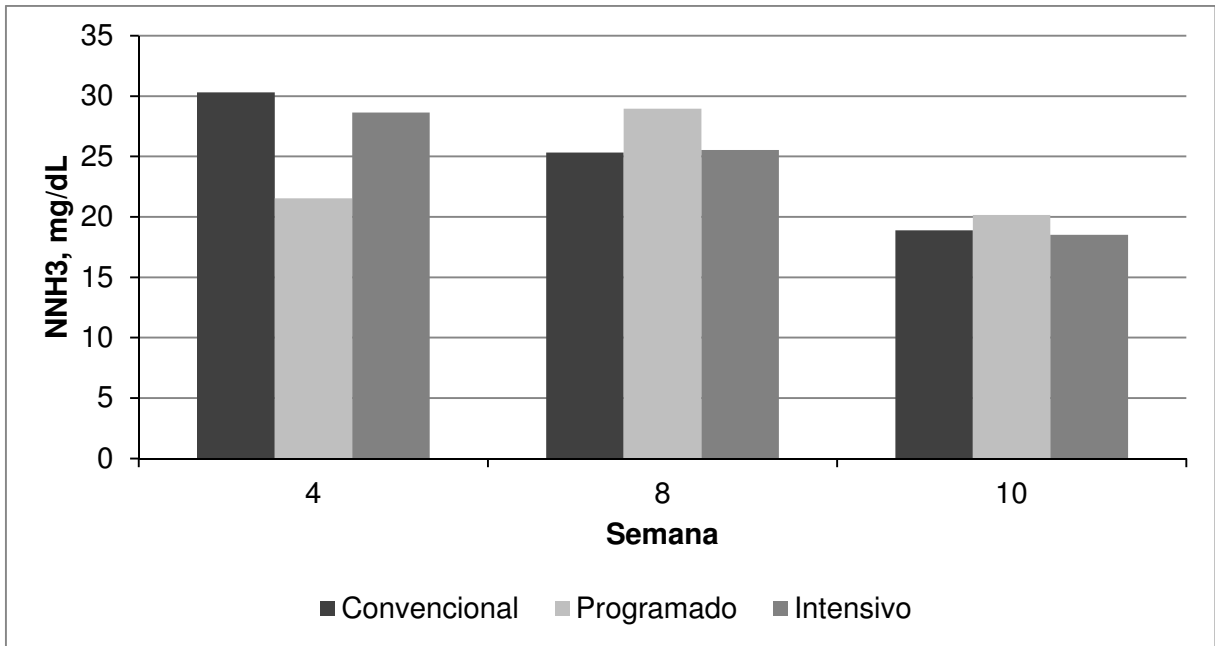


Figura 4. 15 - Concentrações ruminiais de N-amoniaco, em mg/dL, de bezerros em aleitamento convencional, programado ou intensivo

As concentrações de nitrogênio amoniaco (N-NH<sub>3</sub>) no fluido ruminal (Tabela 4.5) não foram afetadas pelos tratamentos ( $P>0,07$ ). No entanto, houve efeito de idade, sendo as concentrações decrescentes após o desaleitamento (Figura 4.15). As concentrações de N-NH<sub>3</sub> do presente estudo diminuíram ao longo das semanas de experimento e estão de acordo com as concentrações observadas por Kristensen et al. (2007) e Lesmeister; Heinrichs (2004).

As concentrações de N-NH<sub>3</sub> se comportaram de maneira esperada, pois geralmente é observada redução nas concentrações com o avanço da idade, devido ao aumento na utilização pela população bacteriana ou devido ao início da absorção na parede ruminal (BEHARKA et al., 1998).

De acordo com Otterby; Rust (1965) as concentrações de N-NH<sub>3</sub> são maiores quando os animais são mais jovens. Conforme os bezerros começam a consumir concentrado e feno, as concentrações de N-NH<sub>3</sub> tendem a diminuir devido a um aumento na utilização desta para a síntese de proteína microbiana, sugerindo que a população microbiana passa a estar estabelecida a partir da terceira e quarta semana de vida.





## **5 CONCLUSÕES**

O desempenho dos animais não foi afetado pelo fornecimento de maiores quantidades de dieta líquida, no entanto o desempenho dos animais foi satisfatório mesmo para animais aleitados com quantidades restritas de sucedâneo lácteo. É provável que a semelhança no desempenho, em animais consumindo diferentes volumes de dieta líquida, tenha sido consequência do pequeno número de refeições, forçando os animais a consumirem grandes volumes de sucedâneo; ou ainda do baixo teor de proteína do sucedâneo lácteo fornecido.



## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, K.L.; NAGARAJA, T.G.; MORRIL, J.L. Ruminal metabolic development in calves weaned conventionally or early. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 70, p. 1000-1005, 1987.
- APPLEBY, M.C.; WEARY, D.M.; CHUA, B. Performance and feeding behaviour of calves on ad libitum milk from artificial teats. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 74, p. 191-201, 2001.
- BALLARD, C.; WOLFORD, H.; SATO, T.; UCHIDA, K.; SUEKAWA, M.; YABUUCHI, Y.; KOBAYASHI, K. The effect of feeding three milk replacer regimens preweaning on first lactation performance of Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 22, 2005.
- BALDWIN, R.L.; McLEOD, K.R.; KLOTZ, J.L.; HEITMANN, R.N. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and postweaning ruminant. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. E55-E65, 2004. Supplement.
- BASCOM, S.A.; JAMES, R.E.; MCGILLIARD, M.L.; Van AMBURGH, M. Influence of dietary fat and protein on body composition of jersey bull calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 5600-5609, 2007.
- BARTLETT, K.S.; McKEITH, F.K.; VandeHAAR, M.J.; DAHL, G.E.; DRACKLEY, J.K. Growth and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein at two feeding rates. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 1454-1467, 2006.
- BEHARKA, A.A.; NAGARAJA, T.G.; MORRILL, J.L. Performance and ruminal function development of young calves fed diets with *Aspergillus oryzae* fermentation extract. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 4326-4336, 1991.
- 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**, Champaign, v. 81, p. 1946-1955, 1998.
- BENSCHOP, D.L.; CANT, J.P. Developmental changes in clearance of intravenous doses of glucose, acetate and  $\beta$ -hydroxybutyrate from plasma of calves. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 122, p. 177-185, 2009.
- 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 bezerras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, p. 955-964, 2007.

- BLOME, R.M.; DRACKLEY, J.K.; McKEITH, F.K.; HUTJENS, M.F.; McCOY, G.C. Growth, nutrient utilization, and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 1641-1655, 2003.
- BORDERAS, T.F.; De PASSILLÉ, A.M.; RUSHEN, J. Feeding behavior of calves fed small or large amounts of milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, p. 2843-2852, 2009.
- BROESDER, J.T.; JUDKINS, M.B.; KRYSL, L.J.; GUNTER, S.A.; BARTON, R.K. Thirty or sixty percent milk replacer reduction for calves: effects on alfalfa hay intake and digestibility, digestive kinetics and ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 2974-2985, 1990.
- BROWN, E.G.; VandeHAAR, M.J.; DANIELS, K.M.; LIESMAN, J.S.; CHAPIN, L.T.; KEISLER, D.H.; NIELSEN, M.S.W. Effect of increasing energy and protein intake on body growth and carcass composition of heifer calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 585-594, 2005.
- CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 135 p.
- CHANEY A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, Washington, v. 8, p. 130-132, 1962.
- COWLES, K.E.; WHITE, R.A.; WHITEHOUSE, N.L.; ERICKSON, P.S. Growth characteristics of calves fed an intensified milk replacer regimen with additional lactoferrin. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 4835-4845, 2006.
- DAVIS, C.L.; DRACKLEY, J.K. **The development, nutrition, and management of the young calf**. Ames: Iowa State University Press, 1998. 339 p.
- De PASSILLÉ, A.M.; BORDERAS, T.F.; RUSHEN, J. Weaning age of calves fed a high milk allowance by automated feeders: effects on feed, water, and energy intake, behavioral signs of hunger, and weight gains. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, p. 1401-1408, 2011.
- DIAZ, M.C.; Van AMBURGH, M.E.; SMITH, J.M.; KELSEY, J.M.; HUTTEN, E.L. composition of growth of Holstein calves fed milk replacer from birth to 105-kilogram body weight. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p. 830-842, 2001.
- DIJKSTRA, J.; BOER, H.; Van BRUCHEM, J.; BRUINING, M.; TAMMINGA, S. Absorption of volatile fatty acids from the rumen of lactating dairy cows as influenced by volatile fatty acid concentration, pH and rumen liquid volume. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 69, p. 385-396, 1993.
- DRACKLEY, J.K. Early growth effects on subsequent health and performance of dairy heifers. In: Garnsworthy, P.C. **Calf and heifer rearing: Principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving**. Nottingham : Nottingham University Press, 2005. chap. 12, p. 213-235.

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

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

DRACKLEY, J.K. Influence of milk and weaning programs on health, rumen development and growth of dairy calves. In: I Simpósio Internacional Leite Integral, 2011, Minas Gerais. **Anais...** Belo Horizonte: Revista Leite Integral, 2011. p. 26-35.

FUNABA, M.; KAGIYAMA, K.; IRIKI, T.; ABE, M. Changes in nitrogen balance with age in calves weaned at 5 or 6 weeks of age. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 732-738, 1994.

GÄBEL, G.; ASCHENBACH, J.R.; MÜLLER, F. Transfer of energy substrates across the ruminal epithelium: implications and limitations. **Animal Health Research Reviews**, Cambridge, v. 3, p. 15-30, 2002.

GOERING, H.K.; Van SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington: USDA, 1970. 379 p. (Agricultural Handbook).

HAGA, S.; FUJIMOTO, S.; YONEZAWA, T.; YOSHIOKA, K.; SHINGU, H.; KOBAYASHI, Y.; TAKAHASHI, T.; OTANI, Y.; KATOH, K.; OBARA, Y. Changes in hepatic key enzymes of dairy calves in early weaning production systems. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 3156-3164, 2008.

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

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

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

HUUSKONEN, A.; KHALILI, H.; KILJALA, J.; JOKI-TOKOLA, E.; NOUSIAINEN, J. Effects of vegetable fats versus lard in milk replacers on feed intake, digestibility, and growth in Finnish Ayrshire bull calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 3575-3581, 2005.

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

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

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

KHAN, M.A.; WEARY, D.M.; Von KEYSERLINGK, M.A.G. Invited review: effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, p. 1071-1081, 2011b.

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

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 2002. 140 p.

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

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

LE HUEROU-LURON, I.; GUILLOTEAU, P.; WICKER-PLANQUART, C.; CHAYVIALLE, J-A.; BURTON, J.; MOUATS, A.; TOULLEC, R.; PUIGSERVER, A. Gastric and pancreatic enzyme activities and their relationship with some gut regulatory peptides during postnatal development and weaning in calves. **Journal of Nutrition**, Oxford, v. 122, p. 1434-1435, 1992.

LESMEISTER, K.E.; HEINRICHS, A.J. Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 4346-4355, 2004.

LORENZ, I. Influence of D-lactate on metabolic acidosis and on prognosis in neonatal calves with diarrhea. **Journal of Veterinary Medicine A**, Berlin, v. 51, p. 425-428, 2004.

LORENZ, I. D -Lactic acidosis in calves. **The Veterinary Journal**, London, v. 79, p. 197-203, 2009.

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

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

MBUGI, P.K.; INGALLS, J.R.; SHARMA, H.R. Evaluation of pea protein concentrate as a source of protein in milk replacers for Holstein calves. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 24, p. 267-274, 1989.

MILLEMANN, Y. Diagnosis of neonatal calf diarrhea. **Revue de Médecine Vétérinaire**, Maisons-Alfort, v. 8/9, p. 404-409, 2009.

MOALLEM, U.; WERNER, D.; LEHRER, H.; KATZ, M.; LIVSHITZ, L.; BRUCKENTAL, I.; SHAMAY, A. Effects of feeding ad-lib fresh milk or milk replacer during nursing and added protein at pre-puberty period to Holstein heifers on growth rates and production during the first lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 32, 2006.

MOALLEM, U.; WERNER, D.; LEHRER, H.; ZACHUT, M.; LIVSHITZ, L.; YAKOBY, S.; SHAMAY, A. Long-term effects of ad libitum whole milk prior to weaning and prepubertal protein supplementation on skeletal growth rate and first-lactation milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 2639 – 2650, 2011.

MURDOCK, F.R.; WALLENIUS, R.W. Fiber sources for complete calf starter rations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.63, p.1869, 1980.

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

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

NOCEK, J.E.; POLAN, C.E. Influence of ration form and nitrogen availability on ruminal fermentation patterns and plasma of growing bull calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, p. 1038-1042, 1984.

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, p. 229-239, 2003.

OTTERBY, D.E.; RUST, J.W. Effects of age and diet on rumen and blood components of the young calf. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 48, p. 1716-1718, 1965.

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



POLLARD, B.C.; DANN, H.M.; DRACKLEY, J.K. Evaluation of intensified liquid feeding programs for dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 174, 2003.

QUIGLEY, J.D.; WOLF, T.A.; ELSASSER, T.H. Effects of additional milk replacer feeding on calf health, growth, and selected blood metabolites in calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. 3439-3450, 2006.

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**, Champaign, v. 74, p. 258-263, 1991.

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**, Champaign, v. 74, p. 250-257, 1991.

QUIGLEY III, J.D. Feeding prior to weaning. In: CALVES, HEIFERS AND DAIRY PROFITABILITY NATIONAL CONFERENCE, Pennsylvania, 1996. **Proceedings...** Ithaca: Northeast Regional Agricultural Engineering Service Cooperative Extension, 1996. p. 245-255.

RAETH-KNIGHT, M.; CHESTER-JONES, H.; HAYES, S.; LINN, J.; LARSON, R.; ZIEGLER, D.; ZIEGLER, B. Impact of conventional or intensive milk replacer programs on Holstein heifer performance through six months of age and during first lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, p. 799-809, 2009.

RINCKER, L.E.D.; VANDEHAAR, M.J.; WOLF, C.A.; LIESMAN, J.S.; CHAPIN, L.T.; NIELSEN, M.S.W. Effects of an intensified compared to a moderate feeding program during the preweaning phase on long-term growth, age at calving, and first lactation milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 438, 2006.

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

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

SANDER, E.G.; WAINNER, 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**, Champaign, v. 42, p. 600-605, 1959.

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

- SHINGU, H.; HAYASHI, H.; TOUNO, E.; OSHIBE, A.; KUSHIBIKI, S.; ODA, S.; KATO, K.; OBARA, Y. Characteristics of developmental changes in the kinetics of glucose and urea in Japanese Black calves: comparison with Holstein calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 2910-2915, 2007.
- SOBERON, F.; RAFFRENATO, E.; EVERETT, R.W.; Van AMBURGH, M.E. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, p. 783–793, 2012.
- STOBO, I.J.F.; ROY, J.H.B.; GASTON, H.J. Rumen development in the calf: I. The effect of diets containing different proportions of concentrates to hay on rumen development. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 20, p. 171-188, 1966.
- TAMATE, H.; MCGILLIARD, A.D.; JACOBSON, N.L.; GETTY, R. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 45, p. 408-420, 1962.
- TANAN, K.G. Nutrient sources for liquid feeding of calves. In: GARNSWORTHY, P.C. Calf and heifer rearing: principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving. Nottingham: Nottingham University Press, 2005. chap. 6, p. 83-112.
- TERRÉ, M.; DEVANT, M.; BACH, A. Performance and nitrogen metabolism of calves fed conventionally or following an enhanced-growth feeding program during the preweaning period. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 105, p. 109-119, 2006.
- TERRÉ, M.; TEJERO, C.; BACH, A. Long-term effects on heifer performance of an enhanced-growth feeding programme applied during the preweaning period. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 76, p. 331–339, 2009.
- TOULLEC, R.; GUILLOTEAU, P. Research into the digestive physiology of the milk-fed calf. In: Van WEERDON, E.J.; HUISMAN, J. **Nutrition and digestive physiology in monogastric farm animals**. Wageningen: PUDOC, 1989. p. 37-55.
- TOULLEC, R.; LALLÈS, J.P.; BOUCHEZ, P. Replacement of skim milk with soya bean protein concentrates and whey in milk replacers for veal calves. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 50, p. 101-112, 1994.
- Van AMBURGH, M.; DRACKLEY, J.K. Current perspectives on the energy and protein requirements of the pre-weaned calf. In: GARNSWORTHY, P.C. Calf and heifer rearing: principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving. Nottingham: Nottingham University Press, 2005. chap. 5, p. 67-82.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, p.3583-3597, 1991.
- VIEIRA, A.P.; GUESDON, V.; De PASSILLÉ, A.M.; Von KEYSERLINGK, M.A.G.; WEARY, D.M. Behavioural indicators of hunger in dairy calves. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 109, p. 180–189, 2008.

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

WEISS, W.P. Predicting energy values of feeds. In: SYMPOSIUM: PREVAILING CONCEPTS IN ENERGY UTILIZATION BY RUMINANTS. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, p.1802-1811, 1993.

ZIOLECKI, A.; BRIGGS, A.E. The microflora of the rumen of the young calf: II. Source, nature and development. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 24, p.148-163, 1961.