

RAFAEL ALVES DE AZEVEDO

**SISTEMAS DE ALEITAMENTO CONVENCIONAL E FRACIONADO NA
CRIAÇÃO DE BEZERROS LEITEIROS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências Agrárias, concentração em Agroecologia, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Agrárias.

Área de concentração: Agroecologia

Orientadora: Prof.^a **Luciana Castro Geraseev**

Montes Claros

2012

Azevedo, Rafael Alves.

M994s 2013 Sistemas de aleitamento convencional e fracionado na criação de bezerros leiteiros / Rafael Alves de Azevedo. Montes Claros, MG: ICA/UFMG, 2013.

71 f: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração em Agroecologia) Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

Orientadora: Prof.^a Luciana Castro Geraseev.

Banca examinadora: Sandra Gesteira Coelho, Vicente Ribeiro Rocha Júnior, Neide Judith Faria de Oliveira, Eduardo Robson Duarte, Luciana Castro Geraseev.

Inclui bibliografia: f. 59-69.

1. Bovinocultura de leite. 2. Aleitamento de bezerros. I. Geraseev, Luciana Castro. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 636.244

RAFAEL ALVES DE AZEVEDO

SISTEMAS DE ALEITAMENTO CONVENCIONAL E FRACIONADO NA
CRIAÇÃO DE BEZERROS LEITEIROS

Prof.^a Sandra Gesteira Coelho
(EV/UFMG)

Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior
(UNIMONTES)

Prof.^a Neide Judith Faria de Oliveira
(ICA/UFMG)

Prof. Eduardo Robson Duarte
Coorientador (ICA/UFMG)

Prof.^a Luciana Castro Geraseev
Orientadora (ICA/UFMG)

Aprovada em 19 de dezembro de 2012.

Montes Claros

2012

Dedico ao meu maior exemplo de ser humano,
minha avó, *in memoriam*, Maria Luiza,

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, à Nossa Senhora, Jesus Cristo e ao meu Anjo da Guarda toda a proteção e por serem os principais “guias” de todo esse caminho.

Aos meus avós, *in memoriam*, Maria Luiza e Agnaldo Azevedo, por serem os meus maiores exemplos de seres humanos.

À minha madrinha, Maria Inêz, todo amor, carinho, amizade, atenção, apoio e auxílio em todos os momentos da minha vida.

Ao meu pai e ao meu irmão, Francisco e Rodrigo, o amor, por sempre estarem ao meu lado, os conselhos e o ombro amigo na hora em que mais precisei de alguém.

À minha mãe e meu irmão, Karla e Heuron Júnior, o apoio e confiança.

A minha cunhadinha predileta, o apoio e a motivação.

Ao meu primo, Felippinho, o grande incentivador e sócio disso tudo.

A toda minha família que sempre me acolheu e esteve junto em todos os momentos, ensinando-me o verdadeiro sentido de união.

À minha orientadora, Luciana Geraseev, por me mostrar que tudo tem sua hora certa; basta não desistir nunca.

Ao meu coorientador, Eduardo Robson, a ajuda com os seus conhecimentos, a amizade e, principalmente, a sua fé.

Aos professores Diogo Jayme e Sandra Coelho, por terem compartilhado e apoiado as idéias deste trabalho, ajudando-me muito.

Ao professor Otaviano, por ter me ensinado a ter calma, paciência, tranquilidade e compreensão.

À professora Neide Judith a atenção, a disponibilidade e a seriedade nas importantes correções.

Ao professor Maximiliano, á professora Joana, á professora Júlia e á professora Roberta, todo o apoio e torcida.

Aos irmãos que pude escolher: João, Rapha e Vinícius, por estarem presentes em todos os momentos e por me ensinarem que o importante é “viver...”.

Aos meus amigos Rejane, Gercino, Nathy, Jéssica, Laís, Débora, Evely, Karol, Tânia, Leo, Leandro e Vitor, os excelentes momentos que passamos juntos e por terem me apoiado em quase tudo que fiz.

À Bella, um anjo de pessoa que Deus colocou na minha vida no momento certo.

Às minhas amigas de Belo Horizonte, Mary e Carol, por me mostrarem que verdadeiras amizades não possuem fronteiras.

À Sâmara, Douglas e Ana Cláudia, os melhores IC que alguém poderia ter por perto!

Ao Carlos e ao funcionário Tonho, grandes amigos, responsáveis pelo meu interesse pela produção de leite.

Agradeço aos integrantes do GENA, por terem me ajudado a aprender a conviver entre nossas diferenças e por terem me ajudado a realizar este experimento, em especial, aos meus amigos e exemplos como zootecnistas, Antônio, Luana e Greice.

Agradeço aos colegas da minha sala de graduação em Zootecnia. Foram cinco anos de muita superação!

Agradeço aos colegas da pós-graduação em Ciências Agrárias, em especial Germana, Leydiana e Thiago. Foram poucas oportunidades de encontro, mas sempre prazerosas.

Agradeço à empresa TECNUTRI®, em nome do João Newton, por acreditar e patrocinar este experimento.

Agradeço aos animais deste experimento, por terem sido sacrificados em prol de um conhecimento para o bem de outros.

Aos professores e funcionários do ICA/UFMG, em especial ao professor Daniel, a disponibilidade e a ajuda na estatística.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a concessão da bolsa de estudos.

Agradeço, ainda, a todos que não estão aqui diretamente referidos, mas que me apoiaram e contribuíram de alguma forma.

Muito obrigado!

RESUMO

Foram realizados experimentos para avaliar o efeito dos sistemas de aleitamento convencional e fracionado na criação de bezerros Holandeses. Inicialmente objetivou-se avaliar o consumo, desempenho e a incidência de dias de diarreia, além de realizar análise técnica-econômica dos dois sistemas. Foram utilizados 22 animais, com peso corporal inicial médio de 37,26 kg ($\pm 3,42$), sendo 12 machos e 10 fêmeas, alojados em baias individuais até os 59 dias de idade, distribuídos em delineamento em blocos casualizados. O aleitamento convencional constituiu-se de quatro litros de leite diários durante 59 dias e o fracionado, de seis litros do 6º ao 25º; quatro litros, do 26º ao 45º e dois litros, do 46º ao 59º dias de idade, além de concentrado, feno de *Cynodon* sp., água e suplemento mineral, fornecidos *ad libitum*. O consumo dos alimentos e a incidência de dias com diarreia foram monitorados diariamente e os animais, pesados e medidos, semanalmente. Os dados de consumo, de ganho de peso diário, de medidas de crescimento, conversão alimentar e a incidência dias com diarreia foram analisados em parcelas subdivididas. O ganho total e o peso corporal inicial e final foram analisados em delineamento em blocos casualizados. O peso corporal inicial foi utilizado como covariável. O sistema de aleitamento não interferiu ($p > 0,05$) nos consumos de concentrado, de feno, nas médias de ganho de peso, ganho total e peso corporal final. O aleitamento fracionado resultou em consumo total de matéria seca superior ($p \leq 0,05$) no terceiro período e menor custo por quilograma de ganho de peso total, indicando-o como estratégia na bovinocultura leiteira. Posteriormente, para avaliar o efeito dos sistemas de aleitamento no desenvolvimento ruminal e no peso dos órgãos internos, os 12 bezerros machos, com peso corporal inicial médio de 37,0 kg ($\pm 4,21$), foram abatidos aos 60 dias de idade. Foram realizadas pesagens do trato digestivo e dos órgãos internos, além de medidas histológicas das papilas e do epitélio ruminal. O sistema de aleitamento fracionado proporcionou maiores ($p \leq 0,05$) consumos, no terceiro período de avaliação, de concentrado, feno e total de matéria seca, além de maiores pesos absolutos do trato digestivo, omaso e intestinos e pesos relativos do omaso, intestino grosso, bem como do índice mitótico das papilas ruminas. O peso corporal final, o peso corporal final vazio e as proporções dos compartimentos do trato digestivo, bem como os pesos do rúmen-retículo, abomaso e dos órgãos internos do animal, exceto para o coração, não foram influenciados ($p > 0,05$) pelos sistemas. O sistema de aleitamento fracionado pode ser alternativa para melhorar o desenvolvimento ruminal de bezerros, e não altera as avaliações dos órgãos internos, com exceção do coração.

Palavras-chave: Alimentação. Bovino. Concentrado. Desempenho. Desenvolvimento.

ABSTRACT

Experiments were performed to evaluate the effect of feeding systems and conventional fractionated in creating Holstein calves. Initially aimed to evaluate intake, performance and incidence of days of diarrhea, in addition to performing technical-economic analysis of the two systems. 22 animals were used, with an average initial body weight of 37.26 kg (± 3.42), with 12 males and 10 females were housed in individual pens until 59 days of age were distributed in a randomized block design. Breastfeeding conventional consisted of four liters of milk daily for 59 days and fractionated, six liters of 6° to 25°, four liters of 26° to 45° and two liters of 46° to 59° days old, and concentrated, hay *Cynodon* sp., water and mineral supplement provided *ad libitum*. The food intake and the incidence of days with diarrhea were monitored daily and animals weighed and measured weekly. Consumption data, daily weight gain, measures of growth, feed conversion and days with diarrhea incidence were analyzed in split plot. The total gain and the initial and final body weight were analyzed in a randomized block design. The initial body weight was used as a covariate. The nursing system did not affect ($p > 0.05$) in consumption, hay, in mean weight gain, total gain and final body weight. Breastfeeding fractionated total consumption resulted in higher dry matter ($p \leq 0.05$) in the third period and lower cost per kilogram of total weight gain, indicating it as a strategy in dairy cattle. Subsequently, to evaluate the effect of feeding systems on rumen development and weight of internal organs, the 12 male calves, with average initial body weight of 37.0 kg (± 4.21) were slaughtered at 60 days of age. Were weighed digestive tract and internal organs, and histologic measurements of papillae and rumen epithelium. The nursing system fractional provided higher ($p \leq 0.05$) intakes in the third period of evaluation, hay and total dry matter, and higher absolute weights of the digestive tract, intestines and omasum omasum and relative weights, large intestine, and the mitotic index of ruminas papillae. The final body weight, final body weight and proportions of empty compartments of the digestive tract as well as the weights of the rumen-reticulum, abomasum and internal organs of the animal, except for the heart, were not affected ($p > 0.05$) by the systems. The nursing system can be fractionated alternative to improve rumen development of calves, and does not change the evaluations of internal organs, except the heart.

Keywords: Concentrate. Development. Food. Veal. Performance.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	–	Altura de cernelha
AGV	–	Ácidos graxos voláteis
CA	–	Consumo de água
CAMS	–	Conversão alimentar da matéria seca
CC	–	Consumo de concentrado
CEPEA	–	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CETEA	–	Comitê Local de Ética e Experimentação Animal
CF	–	Consumo de feno
CGPT	–	Custo por ganho de peso total
CO	–	Custo de oportunidade
CT	–	Circunferência torácica
CTC	–	Custo total com concentrado
CTF	–	Custo total com feno
CTL	–	Custo total com leite
CTMS	–	Consumo total de matéria seca
FEHAM	–	Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro
ICA	–	Instituto de Ciências Agrárias
GT	–	Ganho total
GPC	–	Ganho de peso corporal
GPD	–	Ganho de peso diário
MS	–	Matéria Seca
µm	–	Micrômetro
NRC	–	<i>Nutrient Requirements Council</i>
p	–	Probabilidade
PCF	–	Peso corporal final
PCI	–	Peso corporal inicial
PCVZ	–	Peso corporal vazio
R\$	–	Reais
TAB	–	Tabela
SAS	–	<i>Statistical Analysis System</i>

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO

- 1- Volume percentual dos pré-estômagos e estômago de bezerros leiteiros em diferentes idades comparados ao animal adulto..... 15
- 2- Médias de ganho de peso corporal (GPC) de bezerros Holandeses em diferentes sistemas de aleitamento artificial..... 22

CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DE BEZERROS HOLANDESES CRIADOS EM SISTEMAS DE ALEITAMENTO CONVENCIONAL E FRACIONADO

- 1- Composição bromatológica do concentrado peletizado e do feno de *Cynodon* spp. utilizados no arraçamento de bezerros submetidos a diferentes sistemas de aleitamento até 59 dias de idade..... 30
- 2- Médias de consumos de concentrado (CC), de feno (CF), total de matéria seca (CTMS), de água (CA) e conversão alimentar da matéria seca (CAMS) de bezerros Holandeses criados em diferentes sistemas de aleitamento artificial até 59 dias de idade..... 33
- 3- Médias de ganho de peso diário (GPD), de peso corporal final (PCF), de ganho total (GT), de altura de cernelha (AC), de circunferência torácica (CT) e incidência de números de dias de diarreia (ID) de bezerros Holandeses criados em diferentes sistemas de aleitamento artificial até 59 dias de idade..... 37
- 4- Médias de consumo e custo total de leite (CTL), de concentrado (CTC) e de feno (CTF), de custo de oportunidade (CO; R\$), de ganho de peso total (GPT) e de custo por ganho de peso total (CGPT; R\$ kg⁻¹ GPT) de bezerros Holandeses criados em diferentes sistemas de aleitamento artificial até 59 dias de idade.... 39

CAPITULO 3 – DESENVOLVIMENTO DO TRATO DIGESTIVO E PESO DOS ÓRGÃOS INTERNOS DE BEZERROS CRIADOS EM SISTEMAS DE ALEITAMENTO CONVENCIONAL E FRACIONADO

- 1 Médias de pesos corporal final (PCF) e peso corporal final vazio (PCVZ), de consumos de concentrado (CC), feno (CF) e total de matéria seca (CTMS), de bezerros Holandeses criados em diferentes sistemas de aleitamento artificial até 59 dias de idade..... 47
- 2 Médias de peso absoluto (g) e relativos, em % do peso corporal vazio (PCVZ) dos compartimentos do trato digestivo de bezerros Holandeses criados em diferentes sistemas de aleitamento artificial até os 59 dias de idade..... 49
- 3 Médias para peso relativo em % do peso do trato digestivo de bezerros Holandeses criados em diferentes sistemas de aleitamento artificial até 59 dias de idade..... 52
- 4 Médias para a altura e a área das papilas ruminais, áreas do epitélio ruminal total e da queratina do epitélio das papilas e porcentagem (%) do índice mitótico das células da camada basal do epitélio ruminal de bezerros Holandeses criados em diferentes sistemas de aleitamento artificial até 59 dias de idade..... 53
- 5 Valores médios dos pesos absolutos (g) e relativos de órgãos e gordura interna de bezerros Holandeses em diferentes sistemas de aleitamentos até os 60 dias de idade..... 56

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1	Desenvolvimento do trato gastrointestinal de bovinos jovens.....	14
2.2	Sistemas de aleitamento artificial.....	17
2.2.1	Sistema convencional.....	18
2.2.2	Sistema intensivo.....	19
2.2.3	Sistema fracionado.....	20
2.4	Desempenho de bezerros leiteiros em diferentes sistemas de aleitamento artificial.....	21
3	OBJETIVO GERAL.....	25
	 CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DE BEZERROS HOLANDESES CRIADOS EM SISTEMAS DE ALEITAMENTO CONVENCIONAL E FRACIONADO.....	 26
	RESUMO.....	26
	ABSTRACT.....	27
1	INTRODUÇÃO.....	28
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4	CONCLUSÃO.....	40

	CAPITULO 3 – DESENVOLVIMENTO DO TRATO DIGESTIVO E PESO DOS ÓRGÃOS INTERNOS DE BEZERROS CRIADOS EM SISTEMAS DE ALEITAMENTO CONVENCIONAL E FRACIONADO.....	41
	RESUMO.....	41
	ABSTRACT.....	42
1	INTRODUÇÃO.....	43
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	44
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4	CONCLUSÃO.....	58
	REFERÊNCIAS.....	59
	ANEXO A.....	70

CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO

Grande parte das fazendas produtoras de leite no Brasil, em especial em Minas Gerais, apresenta a fase de criação dos bezerros realizada de forma inadequada, uma vez que não se dispensam cuidados especiais com as fêmeas, e os machos são, em sua maioria, sacrificados ao nascer, em razão do alto custo da dieta líquida, constituída de leite integral, durante a fase em que os mesmos são considerados não ruminantes (CAMPOS, 1985).

O aleitamento convencional adotado por parte das propriedades leiteiras nacionais consiste na restrição da quantidade de dieta líquida fornecida aos animais em 10% do seu peso corporal ao dia, durante os primeiros 60 dias de idade em média, além de disponibilidade de concentrado, de feno e de suplemento mineral *ad libitum*. De acordo com Van Amburgh e Drackley (2005), esse sistema atende pouco mais que as exigências de manutenção para bezerros criados em zonas termoneutras, inviabilizando altas taxas de crescimento, sendo frequentemente associadas ao baixo desempenho e à ineficiência alimentar (DAVIS; DRACKLEY, 1998; KHAN *et al.*, 2007a), também a comportamentos sugestivos de fome (THOMAS *et al.*, 2001).

Entretanto, a zona de termoneutralidade para bezerros com idade inferior a 21 dias é de 15 a 25 °C, conforme o *Nutrient Requirements Council* (NRC) em 2001. Conseqüentemente, animais criados em diferentes regiões do Brasil irão gastar ou passar parte considerável de tempo fora dessas temperaturas, com conseqüente aumento da exigência energética. Estimativas feitas para bovinos em crescimento (NRC, 2001) indicam 20 a 30% de acréscimo na necessidade de manutenção durante o estresse por calor.

O sistema de aleitamento fracionado surge como alternativa ao aleitamento convencional (SWEENEY *et al.*, 2010), e consiste no fornecimento da dieta líquida acima de 10% do peso corporal do bezerro,

com posterior redução antes do desaleitamento, para estimular o consumo de matéria seca pelos animais.

O aleitamento em volumes crescentes nas primeiras semanas de vida, seguido por redução gradual deste até o desaleitamento vem sendo indicado, pois o fornecimento de grande quantidade de leite, durante todo o período, resulta em menor consumo de concentrado, tendo como consequência o menor desenvolvimento do rúmen durante o desaleitamento (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

Ao fracionar a dieta, fornece-se maior quantidade de leite nas primeiras semanas de vida e esse volume é reduzido progressivamente, sendo esperado aumento linear do consumo de sólidos, proporcionalmente à diminuição gradual na ingestão líquida, influenciando o desenvolvimento do trato digestivo dos animais, pois a nutrição pode modificar as taxas de desenvolvimento e a estrutura do trato gastrointestinal (VELAYUDHAN *et al.*, 2008).

Estudos têm demonstrado que o aumento de volume de dieta líquida fornecido aos animais não causa diarreia nos mesmos (APPLEBY *et al.* 2001; JASPER; WEARY, 2002). Entretanto, segundo Brown *et al.* (2005), o maior fornecimento dessa dieta no período inicial pode estar associado a aumento da frequência de diarreia.

Análises dos efeitos dessa estratégia de aleitamento sobre o desempenho dos animais são fundamentais para a correta indicação da melhor opção a ser adotada nas propriedades. Assim, há necessidade de estudos em face ao alto custo e à dificuldade de escolher o melhor momento para aumentar a dieta sólida e diminuir a dieta líquida na criação de bezerros leiteiros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Desenvolvimento do trato gastrointestinal de bovinos jovens

Ao nascerem, os bezerros apresentam características anatômicas e fisiológicas de pré-ruminantes, não se caracterizando como ruminantes

propriamente ditos, apresentando o abomaso como o compartimento digestivo mais eficaz (CHURCH, 1998). Durante a amamentação, ocorrerá o desenvolvimento funcional dos pré-estômagos em volume e tamanho, principalmente das papilas ruminais (MANCIO *et al.*, 2005).

O rúmen e o omaso do neonato bovino são subdesenvolvidos e fisiologicamente inativos. A inoculação e o estabelecimento do ecossistema microbiano anaeróbio, a ingestão de alimentos sólidos, acompanhada de processos fermentativos e mecanismos absorptivos, são necessários para desencadear o desenvolvimento desses compartimentos (CHURCH, 1998; KHAN *et al.*, 2011).

O consumo de dieta sólida favorece a microbiota local, resultando em alta atividade metabólica (ANDERSON *et al.*, 1987). Entretanto, quando o concentrado não é fornecido, os efeitos do atrito sobre as paredes ruminais são ausentes, não ocorrendo a disponibilização de substrato para os microrganismos produzirem ácidos graxos voláteis (AGV) e os animais poderão apresentar transtornos metabólicos futuros (COELHO, 2005).

A composição grosseira dos alimentos é o principal predisponente para o desenvolvimento adequado das papilas ruminais (DUKES, 1993), uma vez que modifica os pesos do rúmen e omaso em duas a três semanas de vida do bezerro. Enquanto isso, o crescimento do abomaso desacelera (TAB. 1) e a partir da 12^a semana, essas proporções se estabilizam (CHURCH, 1976).

TABELA 1

Volume percentual dos pré-estômagos e estômago de bezerros leiteiros em diferentes idades comparados ao animal adulto

Compartimentos gástricos (%)	Idade (semanas)				Adulto
	0	4	8	12	
Rúmen-retículo	35	52	60	64	62
Omaso	14	12	13	14	24
Abomaso	51	36	27	22	14

Fonte: Adaptado de CHURCH, 1976 e LYFORD, 1988.

Segundo Weigand *et al.* (1975), produtos da fermentação microbiana do rúmen (AGV) induzem, de forma diferente, o desenvolvimento da mucosa. O estímulo químico primário para o epitélio local são os ácidos butírico e propiônico (BALDWIN *et al.*, 2004; COELHO, 1999; COVERDALE *et al.*, 2004), produzidos a partir da fermentação dos concentrados (CASTRO; ZANETTI, 1998).

Entretanto, para o equilíbrio no crescimento do retículo-rúmen e omaso, a dieta oferecida deve fornecer substrato para produzir AGV e estimular a movimentação dos mesmos (COELHO, 1999; COVERDALE *et al.*, 2004; LESMEISTER; HEINRICHS, 2004; SIDNEY; LYFORD, 1988; WEIGAND *et al.*, 1975). A presença da fibra do volumoso fortalece o tecido muscular e eleva, conseqüentemente, o número de movimentos e a potência das contrações ruminais (CASTRO; ZANETTI, 1998).

O consumo de alimentos sólidos está entre os principais fatores para estimular o desenvolvimento dos pré-estômagos, pois esses são destinados, preferencialmente, para a fermentação no retículo e rúmen para serem fermentados, diferentemente daqueles líquidos (CHURCH, 1976).

Porém há poucas pesquisas sobre diferenças morfológicas ruminais relacionadas à quantidade de dieta líquida ingerida por bovinos. Bezerros alimentados com quantidades restritas de leite apresentaram o trato digestivo mais pesado em relação ao peso corporal. Entretanto, independentemente do aleitamento, o ambiente ruminal caracterizou-se por pH baixo e concentrações de AGV elevadas. Animais submetidos à restrição da dieta líquida podem ser mais estimulados a consumir alimentos sólidos, justificando o peso superior do trato digestivo quando comparados aos bezerros que receberam maiores quantidades de leite (KRISTENSEN *et al.*, 2007).

Em conformidade com Roth *et al.* (2009), os comprimentos de papilas no átrio ou no saco ventral do rúmen não sofreram interferências da quantidade de leite ou da variação no consumo de alimento sólido em bezerros. Khan *et al.* (2007a) descreveram, no sistema fracionado, animais

com o trato digestivo metabolicamente mais desenvolvido e mais pesado, além de consumo de concentrado superior.

Outros fatores intrínsecos e extrínsecos, além do AGV, podem interferir no desenvolvimento ruminal de bezerros (BALDWIN *et al.*, 2004). A oferta de energia e nutrientes e a ingestão de dieta líquida em maiores quantidades podem contribuir para o crescimento de papilas ruminais, via eixo metabólico (SHEN *et al.*, 2004), pois alterações endócrinas, como a insulina e o fator de crescimento semelhante à insulina do tipo 1 (IGF-I), associadas à ingestão superior de dieta líquida, promovem o desenvolvimento do epitélio ruminal (GERRITS *et al.*, 1998; SHEN *et al.*, 2004). Fatores de crescimento presentes no leite podem aumentar a multiplicação celular no trato gastrointestinal (BLUM, 2006; BLUM; BAUMRUCKER, 2002), porém são necessárias pesquisas adicionais para estabelecer o papel exato desses fatores no desenvolvimento ruminal.

2.2 Sistemas de aleitamento artificial

Dentre as técnicas de manejo adotadas durante a fase de cria dos animais, o fornecimento da dieta líquida pode reduzir o lucro da atividade, sendo o aleitamento artificial utilizado para amortizar o investimento feito durante essa etapa, pois a sua adoção permite controlar a ingestão da dieta líquida, evitando gastos desnecessários, além de possibilitar maior aferimento da quantidade fornecida (ROCHA *et al.*, 1999).

Após mais de uma década de pesquisas, novos sistemas de criação de bezerros foram propostos (BARTLETT *et al.*, 2006; BLOME *et al.*, 2003; BROWN *et al.*, 2005; COWLES *et al.*, 2006; DE PAULA, 2012; KHAN *et al.*, 2007a, b; RAETH-KNIGHT *et al.*, 2009; SILPER, 2012; TIKOFSKY *et al.*, 2001). A quantidade de dieta líquida fornecida varia conforme o sistema de aleitamento adotado, podendo ser subdividida em convencional, intensivo e fracionado ou também chamado de programado ou *step-down* (DE PAULA, 2012).

2.2.1 Sistema convencional

O aleitamento mais comum na pecuária leiteira nacional é conhecido como convencional e consiste no fornecimento da dieta líquida em quantidade constante, correspondente a 10% do peso corporal do animal, geralmente quatro litros diários, divididos em duas refeições (DE PAULA, 2012; SILPER, 2012). Lucci (1989) recomenda, para desaleitamento de bezerros leiteiros com idade de cinco a oito semanas, a utilização de leite na quantidade de oito a 10% do peso corporal, para que essa restrição constante motive o animal a consumir, rapidamente, o concentrado.

O objetivo desse sistema é estimular a ingestão de concentrado, para o animal apresentar consumo adequado no desaleitamento. Com isso, o custo de cria é reduzido, pois a dieta líquida é o fator mais oneroso nos gastos dessa fase (DE PAULA, 2012). Entretanto o consumo de concentrado nas primeiras semanas é baixo, independentemente da quantidade de dieta líquida disponível (JASPER; WEARY, 2002; KHAN *et al.*, 2007b). Apenas depois do primeiro mês de vida, os bezerros são capazes de ingerir alimentos sólidos em quantidade suficiente para suprir as demandas energéticas (VAN AMBURGH, 2003).

As respostas e as consequências do aleitamento convencional são constantemente questionadas. Pesquisas demonstram que esse sistema pode gerar alta incidência de vocalizações características de fome, porque os animais recebem quantidade limitada, constante e insuficiente de dieta líquida (THOMAS *et al.*, 2001), além de resultar em desempenho e pior conversão alimentar, pois a quantidade de nutriente fornecidos nesse período atende somente aos requerimentos de manutenção e ganhos de peso corporal mínimos, em condições termoneutras (DRACKLEY, 2008).

De acordo com Van Amburgh e Drackley (2005), bezerros nascidos com 45 kg de peso corporal necessitam de aproximadamente 2,5 kg de leite integral para manutenção e se o teor de sólidos da dieta líquida consumida for superior a essa necessidade, poderá ser direcionado para o crescimento.

O método convencional tem proporcionado baixos ganhos de peso (HAMMON *et al.*, 2002; JASPER; WEARY, 2002), maior risco de doenças

(GODDEN *et al.*, 2005; KHAN *et al.*, 2007b) e comportamentos anormais e de fome (JENSEN; HOLM, 2003; THOMAS *et al.*, 2001; VIEIRA *et al.*, 2008), associados ao menor bem-estar dos bezerros na pecuária leiteira (VON KEYSERLINGK *et al.*, 2009).

2.2.2 Sistema intensivo

O aleitamento intensivo visa a fornecer maior quantidade de dieta líquida durante todo o período, em volume normalmente superior a 20% do peso corporal dos bezerros, sendo dividido em duas refeições diárias e representando, em média, oito litros diários para animais da raça Holandesa, com objetivo de acelerar o crescimento durante o aleitamento (DE PAULA, 2012). Conforme Raeth-Knight *et al.* (2009), o desenvolvimento e o ganho de peso de bezerros podem ser melhorados nessa fase quando são alimentados com maiores quantidades de dieta líquida.

Maiores taxas de crescimento nos primeiros estágios da vida do bovino podem ser rentáveis, pois resultam em animais mais desenvolvidos para resistirem ao pós-desaleitamento (DAVIS; DRACKLEY, 1998). Além disso, Ballard *et al.* (2005) demonstraram produção de leite superior em 700 kg nos primeiros 200 dias de lactação em vacas que receberam aleitamento intensivo quando comparadas com as criadas no sistema convencional. Rincker *et al.* (2006) verificaram similaridade no peso corporal ao parto, mas a produção de leite nos primeiros 150 dias de lactação, projetada para 305 dias, demonstrou-se superior em 500 kg para as fêmeas alimentadas intensivamente antes do desaleitamento. Drackley *et al.* (2007) obtiveram resposta positiva na primeira lactação, encontrando média produtiva de 580 kg a mais em fêmeas aleitadas, quando jovens, com maiores volumes de substituto de leite.

Correlação positiva entre produção na primeira lactação e taxa de crescimento inicial foi descrita, sendo cada 450 g de ganho de peso diário antes do desaleitamento correspondente ao acréscimo de 450 kg de leite. Além disso, 20% foram associadas à taxa de crescimento até a desmama. Para atingir essas respostas, as bezerras precisam duplicar o seu peso, a

partir do nascimento até o desaleitamento, em aproximadamente 56 dias, sugerindo-se consumo de dieta líquida superior ao recomendado no sistema convencional, principalmente nas três a quatro primeiras semanas de vida (VAN AMBURGH; DRACKLEY, 2005).

Melhorias são notáveis na eficiência de crescimento e alimentação em sistemas intensivos de aleitamento (DIAZ *et al.*, 2001; FLOWER; WEARY, 2001; JASPER; WEARY, 2002). Entretanto o sucesso desses programas tem sido questionado por causa da redução no ganho de peso na fase pós-desmame (COWLES *et al.*, 2006; JASPER; WEARY, 2002), relacionada à menor ingestão de concentrado e à ineficiência alimentar desses animais (HILL *et al.*, 2006a, b; STRZETELSKI *et al.*, 2001) e à diminuição da velocidade de desenvolvimento ruminal (TERRÉ *et al.*, 2006) ou da digestão dos nutrientes (TERRÉ *et al.*, 2007).

O alto consumo de dieta líquida em sistemas intensivos parece substituir o consumo de ração no começo de vida e pode reduzir o desenvolvimento ruminal e a produção de amilase pancreática, contribuindo para as quedas observadas no ganho de peso durante e após o desmame (HILL *et al.*, 2010), além de menor taxa de digestão pós-desaleitamento (TERRÉ *et al.*, 2007).

2.2.3 Sistema fracionado

Para superar o menor ganho de peso após a desmama e aumentar o consumo de ração, desenvolveu-se o programa gradual de fornecimento da dieta líquida, pois sistemas acelerados de alimentação podem ser bem sucedidos, se implantados com diminuições graduais da quantidade ofertada até o desmame (JASPER; WEARY, 2002).

Intermediário aos sistemas intensivos e convencionais de alimentação (HILL *et al.*, 2006a; SILPER, 2012), há variação considerável nos volumes fornecidos, de acordo com o sistema de produção adotado (DE PAULA, 2012).

Aleitamentos fracionados resultaram em menores decréscimos no crescimento até o desmame e geraram menos distúrbios digestivos, se

comparados aos animais aleitados de forma intensiva (HILL *et al.*, 2006a), além de proporcionarem melhoria do estado nutricional no período crítico inicial da vida dos bezerros, pois, durante essa fase, a ingestão de concentrado é insignificante (APPLEBY *et al.*, 2001).

Consumo precoce de concentrado é fator-chave e limitante na nutrição de bezerros (DRACKLEY, 2008) e a transição da dieta líquida para a sólida deve ocorrer de forma suave, minimizando a perda de peso e o estresse do animal (WEARY *et al.*, 2009).

Entretanto, mesmo no aleitamento fracionado, a ingestão de concentrado inicial é inferior à dos sistemas convencionais e, posteriormente, ocorre aumento, uma vez que a quantidade da dieta líquida é reduzida na fase de criação (HILL *et al.*, 2006a, b; HILL *et al.*, 2007).

2.4 Desempenho de bezerros leiteiros em diferentes sistemas de aleitamento artificial

O fornecimento de maior volume de dieta líquida proporciona melhores taxas de crescimento aos bezerros, os quais respondem a esses sistemas de aleitamento com maiores ganhos de peso (BROWN *et al.*, 2005; DIAZ *et al.*, 2001; JASPER; BARTLETT *et al.*, 2006; KHAN *et al.*, 2007a, b; RAETH-KNIGHT *et al.*, 2009; WEARY, 2002). Entretanto observa-se variação nos desempenhos nos diferentes sistemas de aleitamento (TAB. 2).

TABELA 2

Médias de ganho de peso corporal (GPC) de bezerros Holandeses em diferentes sistemas de aleitamento artificial

Sistema	Dieta líquida	Idade (dias)	GPC (g dia ⁻¹)	Referências
Convencional	Leite de descarte; 10% PC	1 a 14 14 a 28	360,00 580,00	Appleby <i>et al.</i> (2001)
	Sucedâneo (22%PB); 1,25% PC (em MS)	14 a 49	409,00	Bartlett <i>et al.</i> (2006)
	Sucedâneo (20%PB); 10% PC	1 a 60	469,10	De Paula (2012)
	Leite de descarte; 10% PC	1 a 36	480,00	Jasper e Weary (2002)
	Leite integral; 10% PC	1 a 50	408,00	Khan <i>et al.</i> (2007b)
	Sucedâneo (22,5% PB); 4 litros	1 a 30 30 a 60	065,00 429,00	Silper (2012)
Intensivo	Sucedâneo (22%PB); 1,25% PC (em MS)	14 a 49	690,00	Bartlett <i>et al.</i> (2006)
	Sucedâneo (22,5% PB); 6 litros	1 a 30 30 a 60	208,00 516,00	Silper (2012)
	Sucedâneo (20%PB); 20% PC	1 a 60	466,40	De Paula (2012)
Fracionado	Leite; 20% PC até 25 dias e 10% PC de 25 a 50 dias	1 a 50	710,00	Khan <i>et al.</i> (2007b)
	Sucedâneo (20%PB); 1ª semana (10% PC), da 2ª a 6ª semana (20% PC) semana 7ª a 8ª semana (10% PC)	1 a 60	455,00	De Paula (2012)
	Sucedâneo (22,5% PB); 6 litros até 29 dias e 4 litros até 60 dias	1 a 30 31 a 60	235,00 402,00	Silper (2012)

Fonte: Adaptada de SILPER, 2012.

Animais criados em sistema intensivo apresentaram ganhos de peso superiores no período inicial de vida. A limitação no fornecimento de leite nas primeiras três semanas gera fome, sendo prejudicial ao bem-estar (APPLEBY *et al.*, 2001; BORDERAS *et al.*, 2009). O consumo de quantidades mensuráveis de sólidos ocorre, em média, a partir de 14 dias de idade (KHAN *et al.*, 2008) e aumenta rapidamente quando a dieta líquida é suprimida (JASPER; WEARY, 2002; KHAN *et al.*, 2007a, b).

Borderas *et al.* (2009) verificaram que o sistema intensivo proporcionou aumento no consumo de concentrado entre os 22 a 43 dias de idade, entretanto foi inferior ao do sistema convencional. Segundo esses autores, as vantagens do maior subsídio de dieta líquida podem ser menores nesse período, pois os bezerros possuem maior capacidade de compensação ingerindo sólidos. Roth *et al.* (2009) relataram semelhanças na ingestão de concentrado inicial em bezerros aleitados de forma fracionada ou convencional.

As taxas de crescimento durante o aleitamento podem ser melhoradas se os animais receberem maior quantidade de dieta líquida (RAETH-KNIGHT *et al.*, 2009). Silper (2012) identificou maior ganho de peso em animais criados de forma intensiva e, na semana cinco, os animais apresentaram redução de ganho, por causa da redução de dieta líquida oferecida. Em conformidade com De Paula (2012), o peso corporal e o ganho diário não apresentaram diferenças entre os programas convencional, fracionado ou intensivo de aleitamento, sendo mantido apenas o perímetro torácico maior para os animais em sistema intensivo.

Além de resultados de consumo e de desenvolvimento corporal, melhorias na saúde de bezerros alimentados com maiores quantidades de dieta líquida provavelmente são associadas ao aporte nutricional aumentado dos animais bem alimentados (KHAN *et al.*, 2011). Alterações específicas no sistema imunológico, em resposta ao sistema de aleitamento, determinaram poucas diferenças entre bezerros criados convencional ou intensivamente (FOOTE *et al.*, 2005; FOOTE *et al.*, 2007; NONNECKE *et al.*, 2003).

Ofertar quantidade de dieta líquida acima da convencional gera receio nos produtores, pois os mesmos esperam aumento de diarreia em animais

criados nesses sistemas (DE PAULA, 2012). Entretanto o fornecimento desse maior volume de dieta líquida não causou diarreia (APPLEBY *et al.*, 2001; JASPER; WEARY, 2002) ou reduziu os escores fecais (KHAN *et al.*, 2007b).

2 OBJETIVO GERAL

O objetivo com esta pesquisa foi avaliar e comparar o aleitamento convencional e fracionado no desempenho e no desenvolvimento de bezerros leiteiros, bem como realizar análise técnica-econômica dos sistemas.

CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DE BEZERROS HOLANDESES CRIADOS EM SISTEMAS DE ALEITAMENTO CONVENCIONAL E FRACIONADO

RESUMO

Objetivou-se avaliar o consumo, o desempenho e a incidência de dias com diarreia de bezerros Holandeses, além de realizar análise técnica-econômica dos sistemas de aleitamento convencional e fracionado. Foram utilizados 22 animais, sendo 12 machos e 10 fêmeas, com peso corporal inicial médio de 37,26 kg ($\pm 3,42$), distribuídos em delineamento em blocos casualizados, de acordo com o sexo, alojados em baias individuais até os 59 dias de idade. O aleitamento convencional constituiu-se de quatro litros de leite diários durante 59 dias e o fracionado, de seis litros do 6º ao 25º; quatro litros do 26º ao 45º e dois litros do 46º ao 59º dia de idade, além de concentrado, de feno de *Cynodon* sp., de água e de suplemento mineral fornecidos *ad libitum*. O consumo dos alimentos e incidência dos dias com diarreia foram monitorados diariamente e os animais, pesados e medidos, semanalmente. Os dados de consumo, de ganho de peso diário, medidas de crescimento, conversão alimentar e a incidência de dias com diarreia foram analisados em parcelas subdivididas. O ganho total e o peso corporal final foram analisados em delineamento em blocos casualizados. O peso corporal inicial foi utilizado como covariável. O sistema de aleitamento não interferiu ($p > 0,05$) nos consumos de concentrado, feno, água e o desempenho dos animais. O aleitamento fracionado proporcionou maior ($p \leq 0,05$) consumo total de matéria seca no terceiro período de avaliação e menor custo por quilograma de ganho de peso total, indicando o mesmo como estratégia na bovinocultura leiteira.

Palavras-chave: Alimentação. Análise econômica. Bovino. Concentrado. Diarreia. Feno. Leite. Ganho de peso.

CHAPTER 2 - PRODUCTION AND ECONOMIC PERFORMANCE OF DUTCH CALVES RAISED IN CONVENTIONAL AND FRACTIONATED BREASTFEEDING SYSTEMS

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the intake, performance and incidence of days with diarrhea in Dutch calves, besides perform the technical-economic analysis of the conventional and fractionated breastfeeding systems. There were used 22 animals, 12 males and 10 females, with an average initial of body weight of 37.26 kg (\pm 3.42), allotted in a randomized block design housed in individual pens until 59 days of age. the conventional breastfeeding consisted of four liters of milk daily for 59 days and fractionated, six liters of 6 ° to 25 °, four liters of 26 ° to 45 ° and two liters of 46 ° to 59 ° days old, besides, hay *Cynodon sp.*, water and mineral supplement provided ad libitum. The food consumption and incidence of days with diarrhea were monitored daily and the animals were weighed and measured weekly. The consumption data, daily weight gain, measures of growth, feed conversion and the incidence of days with diarrhea were analyzed in split plot. The total gain and final body weight were analyzed in a randomized block design. The initial body weight was used as a covariate. The nursing system did not affect ($p > 0.05$) intakes, hay, water and animal performance. The fractionated breastfeeding provided greater ($p \leq 0.05$) total intake of dry matter in the third period of evaluation and lowest cost per kilogram of total weight gain, indicating the same strategy as in dairy cattle.

Keywords: Cattle. Concentrate. Diarrhea. Economic Analysis. Food. Hay. Milk. Weight gain.

1 INTRODUÇÃO

O aleitamento convencional adotado em muitas propriedades leiteiras mundiais consiste na restrição da quantidade de dieta líquida diária fornecida aos animais em 10% do seu peso corporal ao dia, durante 60 dias em média. Esse sistema atende pouco mais que as exigências de manutenção, inviabilizando altas taxas de crescimento, sendo frequentemente associado a baixo desempenho e à ineficiência alimentar (DAVIS; DRACKLEY, 1998; KHAN *et al.*, 2007a; VAN AMBURGH; DRACKLEY, 2005), também a comportamentos sugestivos de fome (THOMAS *et al.*, 2001).

O aleitamento fracionado é alternativo ao convencional (SWEENEY *et al.*, 2010) e prevê fornecimento de dieta líquida superior a 10% do peso corporal e posterior redução antes do desaleitamento, para estimular o consumo de matéria seca pelos animais.

O aleitamento inicial acelerado e restrições gradativas até o desaleitamento pode permitir aos bezerros receberem quantidades de dieta líquida semelhante ao acesso *ad libitum* nas primeiras semanas de vida. Entretanto esse maior fornecimento pode associar-se a menores consumos de concentrado (DE PASSILLÉ *et al.*, 2008; JASPER; WEARY, 2002) e ao aumento da frequência de diarreia (BROWN *et al.*, 2005).

Análises dos efeitos dessa estratégia de aleitamento sobre o desempenho dos animais são fundamentais para a indicação da melhor opção a ser adotada nas propriedades. Assim, estudos são necessários em face ao alto custo e à dificuldade de escolher o melhor momento para diminuir a oferta da dieta líquida na criação de bezerros leiteiros.

Objetivou-se avaliar o consumo, o desenvolvimento e a incidência de dias de diarreia de bezerros Holandeses e comparar a análise técnico-econômica dos sistemas de aleitamento convencional e fracionado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Nutrição de Ruminantes do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais

(ICA/UFMG), Montes Claros-MG, sendo previamente aprovado pelo Comitê Local de Ética em Experimentação Animal (CETEA), sob o protocolo número 39/2009.

Foram utilizados 22 bezerros da raça Holandesa, 12 machos e 10 fêmeas, com peso corporal inicial médio de 37,26 kg ($\pm 3,42$), provenientes da Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro (FEHAM) do ICA/UFMG, sendo distribuídos em delineamento em blocos casualizados, de acordo com o sexo, em dois sistemas de aleitamento.

Os animais foram alojados em baias individuais (1,20 m de largura, 2 m de comprimento e 1,30 m de altura), com pisos cobertos por areia, equipadas com baldes para água, concentrado, feno e mistura mineral, sendo avaliados do sexto ao 59º dia de idade, totalizando 54 dias de avaliação.

Após o nascimento, os bezerros permaneceram com as matrizes por 24 horas e ingeriram colostro *ad libitum*. Em seguida, foram alojados no galpão experimental, sendo identificados com brincos. No segundo dia, foram alimentados com colostro das respectivas mães, fornecido em mamadeiras de dois litros, às 8:00 e às 16:00 h. A adaptação às dietas ocorreu do terceiro ao quinto dias.

Os tratamentos foram aleitamento convencional, com quatro litros de leite diários, e fracionado, com seis, quatro e dois litros de leite diários do 6º ao 25º, do 26º ao 45º e do 46º ao 59º dias de idade, respectivamente. A partir do sexto dia forneceram-se ambos em duas refeições de quantidades equivalentes a 50% do total, as oito e 16 h, em mamadeiras com capacidade para dois litros, sendo a água retirada 30 minutos antes do fornecimento do leite.

Pela manhã, foi trocada a água e, à tarde, foram renovados o concentrado peletizado e o feno de tifton (*Cynodon* sp.) fornecidos *ad libitum*, em comedouros de plástico, ajustando-se as sobras em 10%. O suplemento mineral foi fornecido *ad libitum*.

O leite integral utilizado foi proveniente de vacas Holandesas, em diferentes períodos de lactação, pertencentes à FEHAM, sendo analisado no Laboratório de Análise de Leite da Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, apresentando média de 3,0% de proteína

bruta, 4,7% de gordura, 4,4% de lactose e 12,0% de sólidos totais. A determinação da composição do concentrado e feno foi realizada de acordo com Silva e Queiroz (2002), sendo ambas demonstradas na TAB 1.

TABELA 1

Composição bromatológica do concentrado peletizado e do feno de *Cynodon* spp. utilizados no arraçoamento de bezerros submetidos a diferentes sistemas de aleitamento até 59 dias de idade

Variável	Concentrado ^{®; 1}	Feno ¹
Matéria seca (% da Matéria Natural)	87,00	93,00
Matéria mineral (% da MS)	6,95	5,35
Proteína bruta (% da MS)	19,00	12,10
Extrato etéreo (% da MS)	3,00	1,85

Notas: [®]Concentrado comercial peletizado, Tecnutri Bezerro Elite, empresa Tecnutri®, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil; ¹Análises realizadas no laboratório de Bromatologia do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais.

Fonte: Do autor.

Os consumos de concentrado, feno e água foram obtidos por diferença entre a quantidade fornecida e as sobras do dia. Para os cálculos de consumo de água, descontou-se a evaporação diária aferida em balde de referência, por proveta com capacidade para 1000 ml.

A ingestão foi avaliada com a mensuração dos consumos diários, com base na matéria seca, no concentrado (CC), no feno (CF), no total de matéria seca da dieta (CTMS), considerando-se os sólidos totais do leite e a conversão alimentar da matéria seca (CAMS), calculada pela divisão entre o CTMS pela ganho de peso total), além do consumo de água (CA).

Semanalmente, a partir dos seis dias de idade, antes do fornecimento das dietas, os animais foram pesados em balança móvel com capacidade de 300 kg. Já a altura de cernelha e a circunferência torácica foram mensuradas

em fita métrica. O desenvolvimento produtivo dos animais foi aferido por meio do ganho de peso diário (GPD), do ganho de peso total (GT), da altura de cernelha (AC) e da circunferência torácica (CT).

A avaliação da diarreia seguiu os parâmetros de consistência fecal segundo escores propostos por Lucci (1989), sendo consideradas fezes normais (1), firmes, mas não duras, com forma original levemente distorcida quando cai no chão e se assentam; mole (2), não apresenta forma, embora forme montes, espalha-se levemente; corrente (3), esparrama-se rapidamente em lâmina de seis mm de profundidade e aquosa (4), com consistência líquida. As incidências de escore 1, 2, 3 e 4 foram determinadas pelo número de dias com o respectivo escore em relação aos dias até a desmama, sendo o 1 e 2 considerados normais. A incidência de dias de diarreia foi reportada pelo somatório do número de dias com os escores 3 e 4.

Procedeu-se à análise estatística, em delineamento em blocos casualizados para o peso corporal final e ganho total no período total de avaliação (6 a 59 dias de idade), sendo aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico *Statistical Analysis System* (SAS) (2002, versão 9.0). Os dados de consumo, de desempenho produtivo e de incidência de dias com diarreia foram analisados em parcelas subdivididas (dois sistemas nas parcelas e três períodos nas subparcelas), utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o programa estatístico SAS (2002, versão 9.0). O peso corporal inicial dos bezerros foi utilizado como covariável.

Para a análise técnica-econômica dos sistemas, foram calculadas as mudanças nos gastos com alimentação nos diferentes manejos alimentares. Calculou-se o valor de cada componente da dieta (concentrado, feno e leite) e as variáveis de custo de oportunidade, custo por quilograma de ganho de peso e a porcentagem de participação dos insumos da dieta total sobre o custo dos sistemas. O valor individual dos insumos foi calculado multiplicando-se o consumo total de cada item pelos respectivos valores de mercado praticados em Montes Claros, Minas Gerais, Brasil, no período

experimental. O custo de oportunidade foi obtido com a soma dos custos individuais dos ingredientes.

O custo por kg de ganho de peso foi gerado com a divisão do custo de oportunidade pelo ganho de peso total. A porcentagem de custo de cada componente presente na dieta foi calculada em relação à participação percentual de cada um sobre o custo total da dieta.

As cotações do leite foram estimadas com as médias dos preços pagos aos produtores de Minas Gerais durante o período experimental, segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2011). Os preços do concentrado e do feno foram obtidos nas empresas fornecedoras dos produtos para o experimento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido às estratégias de aleitamento pré-determinadas, o consumo médio de leite em cada período, em litros dia^{-1} , foi diferente entre os dois grupos avaliados. O consumo médio no primeiro período do tratamento fracionado foi superior ($p \leq 0,05$) à quantidade oferecida ao tratamento convencional. No segundo período, ambos os sistemas ofertaram a mesma quantidade de leite aos animais, e, no terceiro período, os animais do grupo convencional consumiram menores ($p \leq 0,05$) quantidades de leite quando comparados aos animais alimentados convencionalmente.

O fracionamento proposto considera as reservas energéticas limitadas dos bezerros ao nascerem e que há necessidade de fontes externas para suprir essa demanda (TANAN, 2005), sendo o leite o alimento mais indicado (ORSKOV, 1972). A capacidade digestiva aumenta durante os primeiros meses de vida, de acordo com o perfil enzimático do trato digestório desses animais; a digestão de proteínas e carboidratos mais complexos se torna mais eficiente, estimulada pela ingestão de alimentos sólidos (LE HUEROU-LURON *et al.*, 1992).

Houve efeito ($p > 0,05$) dos sistemas para o consumo de concentrado, sendo observada uma superioridade de consumo médio de 18,7% para os animais aleitados de forma fracionada (TAB. 2). O período influenciou esse

parâmetro ($p \leq 0,05$), com valores crescentes durante o período avaliado para ambos os sistemas de aleitamento, com médias de 105,65; 593,50 e 1105,55 g dia⁻¹, respectivamente, para o primeiro, segundo e terceiro período de avaliação.

TABELA 2

Médias de consumos de concentrado (CC), de feno (CF), total de matéria seca (CTMS), de água (CA) e conversão alimentar da matéria seca (CAMS) de bezerros Holandeses criados em diferentes sistemas de aleitamento artificial até 59 dias de idade

Tratamento ¹	CC (gMS dia ⁻¹)		CF (gMS dia ⁻¹)		
Convencional	539,59 ^b		119,05 ^a		
Fracionado	663,55 ^a		124,97 ^a		
EPM ²	59,96		10,80		
Interações ³					
Sistema	Período			P	EPM
	1º (6 a 25 d)	2º (26 a 45 d)	3º (46 a 59 d)		
CTMS (g MS dia ⁻¹)					
Convencional	173,80 ^{aC}	668,45 ^{aB}	1155,50 ^{bA}	0,04	59,96
Fracionado	126,87 ^{aC}	810,34 ^{aB}	1489,51 ^{aA}		
CA (l dia ⁻¹)					
Convencional	1,86 ^{aB}	2,39 ^{aB}	3,95 ^{aA}	0,01	0,22
Fracionado	0,81 ^{aC}	2,01 ^{aB}	5,00 ^{aA}		
CAMS (g MS g peso ganho ⁻¹)					
Convencional	0,40 ^{aA}	0,81 ^{aB}	0,98 ^{aB}	0,01	0,05
Fracionado	0,20 ^{aA}	0,95 ^{aB}	1,22 ^{bC}		

Notas: Médias seguidas de mesma letra na coluna, dentro de cada fator, não se diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey; ²EPM = Erro padrão das médias; ³Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna ou por letras maiúsculas iguais na linha não se diferem entre si pelo teste de Tukey; As médias de CA foram ajustadas para a covariável peso ao nascimento ($p \leq 0,05$).

Fonte: Do autor.

O consumo de concentrado no primeiro período de avaliação, independente do sistema de aleitamento, foi baixo, com média de 105,65 g de MS dia⁻¹ (TAB. 2). Silper (2012) observou resultado similar, com consumo médio de 65 g de MS dia⁻¹. Animais em aleitamento *ad libitum* apresentaram consumos médios de concentrado de 90 g de MS dia⁻¹ de concentrado (JASPER; WEARY, 2002).

O maior consumo médio de concentrado pelos animais do grupo fracionado demonstra que o sistema de aleitamento proposto, mesmo com maiores quantidades de leite fornecidas no início de vida dos animais, favoreceu o consumo desse sólido pelos animais.

Há relação positiva entre o consumo de concentrado e o desenvolvimento ruminal e, por isso, esse parâmetro serve como um dos critérios a ser adotado para o desaleitamento de bezerros (BITTAR *et al.*, 2009). Tradicionalmente, Quigley (1996) recomenda o desaleitamento de bezerros Holandeses quando o CC for de aproximadamente 700 g dia⁻¹, durante três dias consecutivos, o que foi verificado no terceiro período de avaliação (TAB. 2), fase próxima ao desaleitamento, para os dois sistemas avaliados nesta presente pesquisa.

O maior consumo de concentrado pelo grupo fracionado no terceiro período de avaliação em relação aos animais do grupo alimentado convencionalmente, era esperado, pois a redução da quantidade de leite fornecida nesse momento poderia ter estimulado os animais a buscarem o atendimento de suas exigências pelo aumento no consumo desse alimento sólido, o que não foi observado.

O consumo de feno não foi influenciado ($p>0,05$) pelo sistema de aleitamento, sendo verificado aumento crescente entre os períodos avaliados (TAB. 2). Segundo Quigley (1998), o feno deve ser fornecido a bezerros somente após o desaleitamento, pois antes disso, o consumo é baixo e a exigência em energia dos animais pode ser mantida com a dieta líquida e com o concentrado. Khan *et al.* (2011) sugerem o fornecimento de feno no momento de redução da dieta líquida, pois, nessa fase, os animais apresentam menor suprimento de nutrientes via dieta líquida e tendem a procurar fontes alternativas de alimento, ocorrendo estímulo a esse consumo.

Embora fosse esperado maior consumo de feno no terceiro período de avaliação pelos animais em aleitamento fracionado, isso não ocorreu. Como relatado para o consumo de concentrado, a semelhança entre os ganhos de peso entre os grupos demonstra que os animais em aleitamento fracionado não foram estimulados a uma maior busca por outros alimentos sólidos com a redução da dieta líquida, quando comparados aos animais do grupo convencional.

O consumo total de matéria seca apresentou interação entre o sistema e os períodos avaliados, refletindo a eficiência do aleitamento fracionado. No terceiro período, fase próxima ao desaleitamento dos animais, esse sistema possibilitou maior ($p \leq 0,05$) consumo total de matéria seca quando comparado ao sistema convencional. No primeiro e segundo períodos, os sistemas foram similares ($p > 0,05$), possivelmente pelo baixo consumo de concentrado e de feno no primeiro período e pela quantidade de leite equivalente em ambos os sistemas no segundo período (TAB. 2).

Mesmo com a similaridade entre os consumos de concentrado e de feno entre os grupos avaliados no último período, quando se observa o consumo total de matéria seca na fase final, verifica-se que os animais do sistema fracionado foram estimulados a consumirem maior quantidade de matéria seca após a redução da disponibilidade de dieta líquida. Esse resultado demonstra que animais aleitados de forma fracionada, possivelmente, serão desaleitados em condições mais favoráveis para enfrentarem o período de pós- desaleitamento.

Raeth-Knight *et al.* (2009) relataram melhor crescimento dos bezerros na fase de aleitamento quando o fornecimento de dieta líquida foi superior. Entretanto autores demonstram que este sistema pode reduzir o consumo da dieta sólida, gerando impacto negativo no desenvolvimento ruminal (DE PAULA, 2012; JASPER; WEARY, 2002).

O maior consumo total de matéria seca observado no terceiro período pelos animais do sistema fracionado evidencia que esse sistema pode ser opção para minimizar a redução de consumo de sólidos apresentada em alguns sistemas de aleitamento intensivos.

O consumo de água diferiu entre os sistemas de aleitamento dentro dos períodos de avaliação ($p \leq 0,05$). No sistema convencional, os animais apresentaram consumos similares no primeiro e no segundo períodos, com aumento somente no terceiro período (TAB. 2), possivelmente relacionado ao aumento gradativo do consumo de sólidos. Na oferta fracionada, os consumos foram crescentes entre os períodos, possivelmente como reflexo da redução de consumo de leite e estímulo ao aumento do consumo de dieta sólida.

Ocorreu interação ($p \leq 0,05$) do sistema de aleitamento com os períodos de avaliação para a conversão alimentar da matéria seca (TAB. 2). Houve piora da conversão, nos dois grupos, de acordo com o crescimento e o maior consumo e participação dos alimentos sólidos na dieta total dos animais, resultados justificáveis pela maior digestibilidade e aproveitamento do leite em relação ao concentrado nessa fase de vida, pois, segundo Orskov (1972) e Church (1998), bovinos jovens possuem particularidades fisiológicas e atuação enzimática eficiente que possibilitam o aproveitamento adequado da dieta líquida.

No terceiro período de avaliação, a conversão alimentar dos animais em sistema fracionado foi pior do que a verificada para os animais em aleitamento convencional, justificando-se pela redução da disponibilidade de leite nesse período para os animais do grupo fracionado.

O peso corporal final, o ganho total, o ganho de peso diário, a altura de cernelha e a circunferência torácica foram semelhantes ($p > 0,05$) entre os sistemas de aleitamento (TAB. 3).

TABELA 3

Médias de ganho de peso diário (GPD), de peso corporal final (PCF), de ganho total (GT), de altura de cernelha (AC), de circunferência torácica (CT) e incidência de números de dias de diarreia (ID) de bezerras Holandeses criados em diferentes sistemas de aleitamento artificial até 59 dias de idade

Tratamento	GPD (g dia ⁻¹)	GT (kg)	PCF (kg)	AC (cm)	CT (cm)	ID (dias)
Convencional	822,53 ^a	39,44 ^a	76,76 ^a	84,88 ^a	90,86 ^a	0,63 ^a
Fracionado	882,65 ^a	43,72 ^a	80,31 ^a	85,14 ^a	91,22 ^a	1,31 ^a
EPM ¹	39,16	1,38	1,70	0,66	0,92	0,25

Notas: Médias seguidas de mesma letra na coluna, dentro de cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey; ¹EPM = Erro padrão das médias; As médias de PCF, AC e CT foram ajustadas para a covariável peso ao nascimento ($p \leq 0,05$).

Fonte: Do autor.

O ganho de peso diário médio dos animais, de ambos os grupos, aumentou a cada período de avaliação, sendo observados ganhos de 564,06; 816,22 e 1177,48 g dia⁻¹, respectivamente ao primeiro, segundo e terceiro período.

A similaridade de ganhos de peso entre os grupos para o primeiro e segundo período se deve à semelhança do consumo total de matéria seca. Já no terceiro período, apesar dos animais do grupo fracionado apresentarem maior consumo total de matéria seca, os mesmos apresentaram pior conversão alimentar nessa fase, justificando a similaridade no ganho pelos mesmos no período final.

É importante ressaltar que, no terceiro período de avaliação, os animais aleitados de forma fracionada, estavam recebendo a metade de dieta líquida quando comparados aos animais aleitados de forma convencional e, mesmo assim, os mesmos, não reduziram o ganho de peso nessa fase.

O fornecimento fracionado de sucedâneo proporcionou maior PCF dos animais no trabalho de Terré *et al.* (2006). Entretanto, de acordo com De Paula (2012), apesar do menor consumo de concentrado no aleitamento intensivo e fracionado, ao final do experimento, os bezerros de todos os grupos alcançaram o mesmo peso corporal final.

Em conformidade com Van Amburgh e Drackley (2005), 20% da variação na primeira produção de leite de novilhas leiteiras podem relacionar-se à taxa de crescimento até o desaleitamento. Para controlar isso, os autores sugerem taxas de crescimentos ideais em que os animais dobrem o peso corporal inicial até o desaleitamento. Conforme a TAB. 3, os dois sistemas propiciaram essa taxa de crescimento.

A altura de cernelha e a circunferência torácica não foram influenciadas ($p>0,05$) pelos sistemas de aleitamento, o que pode relacionar-se ao observado para os ganhos médios diários e ao peso corporal final. Segundo Gonsalves Neto *et al.* (2008), a altura de cernelha e o perímetro torácico são mensurações utilizadas para estimar o tamanho do esqueleto, sendo medidas fundamentais para a avaliação do crescimento e do desenvolvimento dos animais.

A incidência de dias com diarreia não foi influenciada ($p>0,05$) pelo sistema e pelos períodos de avaliação. Não foi demonstrada interação ($p>0,05$) entre os sistemas e os períodos de avaliação para esse parâmetro. Apesar do aumento da quantidade de leite fornecida acima da convencional provocar receio nos produtores, por acreditarem em aumento de diarreia, esse incremento não causa diarreia nos animais segundo diversos estudos (APPLEBY *et al.*, 2001; JASPER; WEARY, 2002; KHAN *et al.*, 2007b), de maneira semelhante ao observado na presente pesquisa, pois houve similaridade entre as frequências observadas durante o primeiro período em ambos os sistemas (TAB. 3).

Os resultados da análise técnica-econômica dos dois sistemas de aleitamento são apresentados na TAB. 4. O custo do feno representou 3,10% dos custos médios dos dois sistemas, seguido pelo concentrado (13%) e o leite (84%). Durante o aleitamento, o custo do feno, pelo baixo consumo

(QUIGLEY, 1998) e por ser relativamente barato, quando comparado ao leite, foi pouco representativo no custo das dietas.

TABELA 4

Médias de consumo e custo total de leite (CTL), de concentrado (CTC) e de feno (CTF), de custo de oportunidade (CO; R\$), de ganho de peso total (GPT) e de custo por ganho de peso total (CGPT; R\$ kg⁻¹ GPT) de bezerros Holandeses criados em diferentes sistemas de aleitamento artificial até 59 dias de idade

Sistema	Variável	Consumo	(R\$)	Custo (R\$)	CO (R\$)	GPT (kg)	CGPT (R\$ kg ⁻¹ GPT)
Convencional	CTL (l) *	216,00	0,73	157,68			
	CTC (kg) *	28,64	0,80	22,91	186,24	39,44	4,72
	CTF (kg) *	6,28	0,90	5,65			
Fracionado	CTL (l) *	228,00	0,73	166,44			
	CTC (kg) *	33,61	0,80	26,89	199,62	43,72	4,56
	CTF (kg) *	6,99	0,90	6,29			

Nota: *Matéria natural

Fonte: Do autor.

O custo operacional foi superior para o sistema fracionado, com diferença de R\$13,38 por animal. Esse resultado pode ser explicado pelo maior consumo de leite no primeiro período e pelo maior consumo total de matéria seca do concentrado pelos animais no sistema fracionado (TAB. 2). Observa-se que o custo com concentrado foi 14,8% superior no sistema fracionado quando comparado ao convencional, seguido pelo feno e pelo leite, o qual representou 5,26% de aumento no custo do sistema fracionado.

Mesmo com o maior custo operacional no sistema fracionado, o custo por ganho de peso total dos animais nesse grupo foi 3,51% inferior ao

convencional, possivelmente pelo maior valor numérico do ganho total dos animais aleitados de forma fracionada.

Silper (2012) verificou redução de 11,0% do CGPT no sistema intensivo em relação aos demais e semelhança para essa variável entre o fracionado e o convencional, tornando economicamente inviável o sistema fracionado proposto pelo autor, uma vez que resultou em GPD similar e maior custo, se comparado ao convencional.

4 CONCLUSÃO

O sistema de aleitamento fracionado possibilitou maior consumo total de matéria seca pelos animais no período anterior ao desaleitamento. Mesmo apresentando ganhos de pesos e peso corporal final ao desaleitamento similares, os animais mantidos em sistema de aleitamento fracionado apresentaram menor custo por kg de peso ganho.

CAPITULO 3 – DESENVOLVIMENTO DO TRATO DIGESTIVO E PESO DOS ÓRGÃOS INTERNOS DE BEZERROS CRIADOS EM SISTEMAS DE ALEITAMENTO CONVENCIONAL E FRACIONADO

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito dos sistemas de aleitamento convencional e fracionado no desenvolvimento ruminal e peso dos órgãos internos de bezerros da raça Holandesa. Foram utilizados 12 animais, com peso corporal inicial médio de 37,0 ($\pm 4,21$) kg, alojados individualmente em baias e distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. O sistema convencional constituiu-se de quatro litros de leite diários durante 59 dias e o fracionado, de seis litros do 6º ao 25º dia; quatro litros dos dias 26 a 45 e dois litros de 46 a 59 dias de idade, além de concentrado, do feno de *Cynodon* sp., de água e de suplemento mineral oferecidos *ad libitum*. O consumo dos alimentos foi monitorado diariamente. Aos 60 dias de idade, os animais foram pesados e abatidos, sendo posteriormente realizadas as pesagens do trato digestivo e dos órgãos internos e aferidas as medidas histológicas das papilas e do epitélio ruminal. Os dados de consumo foram analisados em parcelas subdivididas. Os dados de pesagens, desenvolvimento e histológicos foram analisados em delineamento inteiramente casualizado. O peso corporal inicial foi utilizado como covariável. O peso corporal final, peso corporal final vazio, as proporções dos compartimentos do trato digestivo, as medidas histológicas das papilas e do epitélio ruminal e os pesos do rúmen-retículo, abomaso e dos órgãos internos, exceto para o coração, não foram influenciados ($p > 0,05$) pelos sistemas de aleitamento. O sistema de aleitamento fracionado proporcionou maiores ($p \leq 0,05$) consumos de concentrado, de feno e de total de matéria seca no terceiro período de avaliação, além de maiores pesos absolutos do trato digestivo, omaso e intestinos, e dos pesos relativos do omaso, intestino grosso e maiores índices mitótico das papilas ruminas. O sistema de aleitamento fracionado pode ser alternativa para melhorar o desenvolvimento ruminal de bezerros, e não altera as avaliações dos órgãos internos, com exceção do coração.

Palavras-chave: Baço. Coração. Índice mitótico. Leite. Omaso. Papilas. Rendimento de carcaça. Rúmen.

CHAPTER 3 – DEVELOPMENT OF THE DIGESTIVE TRACT AND WEIGHT OF INTERNAL ORGANS OF CALVES RAISED IN CONVENTIONAL AND FRACTIONATED BREASTFEEDING SYSTEMS

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of the conventional fractionated breastfeeding systems on rumen development and internal organ weight of Dutch calves. They were used 12 animals, with an average initial of body weight of 37.0 (\pm 4.21) kg, housed individually in pens and distributed in a completely randomized design. The conventional system consisted of four liters of milk daily for 59 days and fractionated, six liters of the 6th to the 25th day, four liters of 26 to 45 and two liters 46-59 days old, and concentrated , hay *Cynodon* sp., water and mineral supplement offered ad libitum. The food intake was monitored daily. At 60 days of age, the animals were weighed and killed, and later held the weights of the digestive tract and internal organs measured and histological measures of papillae and rumen epithelium. The consumption data were analyzed in a split plot. The data weighing, development and histology were analyzed in a completely randomized. The initial body weight was used as a covariate. The final body weight, final body weight empty, the proportions of the compartments of the digestive tract, the histologic measurements of papillae and rumen-reticulum and the weights of the rumen-reticulum, abomasum and internal organs, except the heart, were not affected ($p > 0.05$) by breastfeeding systems. The nursing system fractionated provided higher ($p \leq 0.05$) intakes, hay and total dry matter in the third period of evaluation, as well as higher absolute weights of the digestive tract, omasum and intestines, and the relative weights of the omasum, large intestine and higher mitotic index ruminas papillae. The fractionated breastfeeding system can be alternative to improve the rumen development of calves, and does not change the evaluations of internal organs, except the heart.

Keywords: Carcass yield. Heart. Milk. Mitotic index. Omasum. Papillae. Rumen. Spleen.

1 INTRODUÇÃO

Ao nascerem, os bovinos apresentam características anatômicas e fisiológicas que não os caracterizam como ruminantes propriamente ditos, sendo o leite integral a principal fonte de nutrientes para esses animais nas primeiras semanas de vida, pois o consumo de alimentos sólidos na fase inicial é insignificante (JASPER; WEARY, 2002).

Durante o aleitamento, ocorre o desenvolvimento funcional dos compartimentos do trato digestivo (MANCIO *et al.*, 2005) e as maiores mudanças acontecem no retículo-rúmen, o qual será colonizado por microrganismos e desenvolverá a sua musculatura e papilas (NUSSIO *et al.*, 2003).

O aleitamento convencional, adotado em grande parte das propriedades leiteiras nacionais, consiste na restrição da quantidade de leite fornecida aos animais em 10% do seu peso corporal ao dia, durante 60 dias. De acordo com Van Amburgh e Drackley (2005), as práticas convencionais de aleitamento geralmente não atendem aos requerimentos nutricionais de bezerros leiteiros para o crescimento e o desenvolvimento.

Adotar o aleitamento acelerado inicialmente, com restrições gradativas até a desmama, pode permitir que os bezerros recebam quantidades de leite mais próximas as condições em que os bezerros teriam acesso *ad libitum* ao leite (STAMEY *et al.*, 2005).

O aleitamento em volumes crescentes nas primeiras semanas de vida, seguido pela redução gradual deste até o desaleitamento vem sendo indicado, pois o fornecimento de grande quantidade de leite durante todo o período resulta em menor consumo de concentrado nas fases iniciais, tendo como consequência o menor desenvolvimento do rúmen ao desaleitamento (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

Ao fracionar a dieta fornece-se maior quantidade de leite nas primeiras semanas de vida e esse volume é reduzido progressivamente, sendo esperado aumento linear do consumo de sólidos, proporcionalmente à diminuição gradual na ingestão líquida, influenciando o desenvolvimento do trato digestivo dos animais e produzindo animais mais pesados (STAMEY *et*

al., 2005), pois a nutrição pode modificar as taxas de desenvolvimento e a estrutura do trato gastrointestinal (VELAYUDHAN *et al.*, 2008).

Por não participar da composição da carcaça, há poucos estudos sobre o desenvolvimento esplâncnico de bovinos. No entanto essas variáveis podem influenciar, diretamente, o rendimento comercial (CARVALHO *et al.* 2003), além de estarem associadas às diferenças nas exigências nutricionais de manutenção dos animais (ROCHA, 1997).

Objetivou-se avaliar o desenvolvimento do trato digestivo e de órgãos internos de bezerros leiteiros da raça Holandesa, aos 60 dias de idade, criados em sistema de aleitamento fracionado e compará-lo ao convencional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Nutrição de Ruminantes do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), Montes Claros, Minas Gerais, Brasil, sendo previamente aprovado pelo Comitê Local de Ética em Experimentação Animal (CETEA), sob o protocolo número 39/2009. As análises histológicas foram realizadas no Laboratório de Histologia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

Foram utilizados 12 bezerros da raça Holandesa, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com peso inicial médio de 37,04 Kg ($\pm 4,21$), provenientes da Fazenda Experimental Professor Hamilton Navarro do ICA/UFMG. Os manejos pré-experimental e experimental, bem como os tratamentos e as dietas foram os mesmos adotados para os animais do experimento apresentado no capítulo 2.

As sobras de concentrado e de feno foram retiradas e pesadas diariamente, para determinar o consumo diário, sendo esses expressos em gramas dia^{-1} . Para o consumo total de matéria seca, foram considerados também os sólidos totais do leite. Os teores de matéria seca foram analisados, segundo metodologia de Silva e Queiroz (2002).

Ao completarem 60 dias de idade, os animais foram pesados individualmente em balança previamente aferida, após jejum alimentício de

16 h, para a obtenção do peso corporal final após o jejum (PCFJ), com livre acesso a água. Para eutanásia, administrou-se medicação pré-anestésica (Cloridrato de xilazina a 2%, Roumpun® – 1,5 mg/kg de peso corporal) e anestésica geral (Pentorbital sódico Tiopental®, 10mg/kg de peso corporal), seguida por sangria jugular.

Imediatamente após o abate e a abertura da cavidade abdominal, procedeu-se à ligadura da porção caudal do esôfago com o cárdia, da cranial do duodeno com o esfíncter pilórico, do orifício retículo omasal, assim como também do orifício omaso-abomasal. Posteriormente, o trato gastrointestinal cheio foi removido e pesado, e, posteriormente, esvaziado e lavado, sendo novamente pesado, obtendo-se, assim, o seu peso vazio.

Deduzindo-se o peso do trato gastrointestinal cheio do seu peso vazio, obtinha-se o peso do conteúdo do trato gastrointestinal, que, subtraindo-se do peso corporal final após o jejum, além do conteúdo presente na vesícula biliar e na bexiga, obteve-se o peso corporal vazio (PCVZ) de cada animal.

Os pesos do rúmen-retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e intestino grosso, baço, coração, língua, pulmões, fígado, rins, além das gorduras omental e mesentérica foram avaliados de forma absoluta e relativo ao peso corporal final vazio (% PCVZ). Os pré-estômagos e o abomaso também foram expressos em porcentagem ao trato digestivo total.

Para a histologia, amostras de aproximadamente três cm² da parede do recesso do rúmen foram fixadas em formalina a 10%, desidratadas em série crescentes de álcool etílico, diafanizados em xilol, infiltradas e incluídas em parafina histológica. Os blocos de parafina foram seccionados em micrótomo manual Olympus CUT 4055, obtendo-se secções de cinco µm. Para análise morfométrica da altura e área das papilas ruminais e determinação do índice mitótico das células da camada basal do epitélio do rúmen, usou-se a coloração Hematoxilina-Eosina (H.E), segundo Luna (1968). Para mensurar as áreas de epitélio total e de queratina, os cortes foram corados com Tricrômico de Masson (LUNA, 1968).

Para a captura das imagens, empregou-se microscópio Olympus CX31, acoplado à câmera fotográfica Olympus OSIS SC30, com o auxílio do

software Cell-B (Olympus). As imagens foram analisadas e mensuradas pelo *software* AxioVision 4.8.2 -06/2010, da marca *Carl Zeiss Images Systems®*.

Para determinar o índice mitótico, utilizou-se microscópio de luz (Olympus), em aumento de 400X, sendo contadas aproximadamente 2000 células da camada basal do epitélio, incluindo aquelas com núcleo apresentando figuras mitóticas. Calculou-se o índice pelo quociente entre o número de núcleos em divisão do total contado.

Procedeu-se à análise estatística em delineamento inteiramente casualizado para as variáveis de peso corporal e peso corporal vazio, bem como os pesos dos órgãos internos, expressos de forma absoluta ou relativa, e as variáveis histológicas, sendo aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico *Statistical Analysis System* (SAS) (2002, versão 9.0). Os dados de consumo foram analisados em parcelas subdivididas (sistemas nas parcelas e períodos nas subparcelas), utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o programa estatístico SAS (2002, versão 9.0). Os dados foram avaliados em três períodos: primeiro (entre 6 a 25 dias), segundo (de 26 a 45 dias) e terceiro (46 a 59 dias de idade). O peso corporal inicial dos bezerros foi utilizado como covariável.

Para as variáveis de peso absoluto e relativo do baço, rins e gordura omental, efetuou-se a transformação, extraindo-se a raiz quadrada dos resultados, aplicando-se o teste de médias, considerando os valores transformados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de aleitamento interferiu ($p \leq 0,05$) nos consumos médios de concentrado, feno e total de matéria seca, entretanto não alterou ($p > 0,05$) o peso corporal final e o peso corporal final vazio entre os grupos avaliados (TAB. 1).

TABELA 1

Médias de pesos corporal final (PCF) e peso corporal final vazio (PCVZ), de consumos de concentrado (CC), feno (CF) e total de matéria seca (CTMS), de bezerros Holandeses criados em diferentes sistemas de aleitamento artificial até 59 dias de idade

Tratamento ¹	PCF (Kg)		PCVZ (Kg)		
Convencional	78,73 ^a		71,36 ^a		
Fracionado	84,55 ^a		74,90 ^a		
EPM ²	2,50		2,08		
Interações ³					
Sistema	Período			P	EPM
	1º(6 a 25 d)	2º(26 a 45 d)	3º(46 a 59 d)		
CC (gMS dia ⁻¹)					
Convencional	183,66 ^{aC}	608,35 ^{aB}	1047,56 ^{bA}	0,05	85,49
Fracionado	106,72 ^{aC}	793,22 ^{aB}	1411,62 ^{aA}		
CF (gMS dia ⁻¹)					
Convencional	39,21 ^{aB}	99,14 ^{aB}	134,97 ^{bA}	0,01	12,87
Fracionado	35,06 ^{aC}	127,89 ^{aB}	219,64 ^{aA}		
CTMS (g MS dia ⁻¹)					
Convencional	241,30 ^{aA}	717,57 ^{aB}	1187,81 ^{bC}	0,01	96,45
Fracionado	157,14 ^{aA}	946,69 ^{aB}	1633,90 ^{aC}		

Notas: ¹Médias seguidas de mesma letra na coluna, dentro de cada fator, não se diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey; ²EPM = Erro padrão das médias; ³Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna ou por letras maiúsculas iguais na linha não se diferem entre si pelo teste de Tukey; As médias de PCF e PCVZ foram ajustadas para a covariável peso ao nascimento ($p \leq 0,05$).

Fonte: Do autor.

O maior ($p \leq 0,05$) consumo de concentrado verificado no terceiro período para o grupo fracionado pode ser justificado pela redução da quantidade de leite fornecida nesse momento, o que serviu de estímulo aos animais buscarem o atendimento de suas exigências nutricionais pelo aumento no consumo de alimentos sólidos.

Normalmente, o consumo de concentrado aumenta quando o volume de leite fornecido é reduzido ou cessado (HILL *et al.*, 2006a; HILL *et al.*, 2007; STAMEY *et al.*, 2005;), sendo essa relação inversa entre o leite e o consumo de ração sólida demonstrada em pesquisas (KHAN *et al.*, 2007a; RAETH-KNIGHT *et al.*, 2009; TERRÉ *et al.*, 2007).

O consumo de alimentos sólidos, especificamente de concentrado, possui relação direta com o desenvolvimento do rúmen, sendo utilizado como critério para o desaleitamento de bezerros (BITTAR *et al.*, 2009).

Kristensen *et al.* (2007), embora sem grandes mudanças no desenvolvimento ruminal, observaram que bezerros, até cinco semanas de idade, alimentados com quatro quantidades diferentes de sucedâneos (3,1; 4,8; 6,6 e 8,3 litros por dia) e com concentrado à vontade, apresentaram maiores consumos de concentrado nos grupos com menor ingestão de sucedâneo. Silper (2012) também verificou que bezerros Holandeses alimentados com 6 litros de leite por 29 dias e 4 litros de leite por 60 dias apresentaram consumo de concentrado similar aos sistemas com quantidades fixas de leite durante todo o período experimental.

O consumo de feno (TAB. 1) foi superior ($p \leq 0,05$) no terceiro período pelos animais do grupo fracionado, e apresentou médias inferiores ao consumo de concentrado, fato esperado para essa fase da vida dos animais. Observa-se que os animais do grupo convencional apresentaram consumos similares entre o segundo e terceiro períodos, demonstrando que a constância na disponibilização de leite estimula menos os animais a buscarem os alimentos sólidos como forma de atendimento de suas exigências.

O maior ($p \leq 0,05$) consumo total de matéria seca no terceiro período para os animais em aleitamento fracionado reflete os resultados observados para os consumos de concentrado e de feno.

O peso médio corporal inicial dos bezerros foi de 35,36 e 38,71, respectivamente, para os grupos convencional e fracionado, não sendo observada diferença ($p>0,05$) entre os mesmos. O peso corporal final e o peso corporal vazio ao desaleitamento foram semelhantes ($p>0,05$) entre os sistemas (TAB. 1). Possivelmente, os maiores consumos de sólidos observados no terceiro período pelos animais do grupo fracionado serão refletidos somente na fase pós desaleitamento.

Os pesos absolutos e relativos do trato digestivo, omaso e intestino grosso foram influenciados ($p\leq 0,05$) pelo sistema de aleitamento, bem como o peso relativo do intestino delgado, sendo verificadas médias superiores nos bezerros no sistema de aleitamento fracionado (TAB. 2).

TABELA 2

Médias de peso absoluto (g) e relativos, em % do peso corporal vazio (PCVZ) dos compartimentos do trato digestivo de bezerros Holandeses criados em diferentes sistemas de aleitamento artificial até os 59 dias de idade

Parâmetro ¹	Convencional	Fracionado	EPM ²	P
Trato digestivo (g)	4360,50 ^b	5210,67 ^a	182,35	0,03
Trato digestivo (% PCVZ)	6,30 ^b	6,80 ^a	0,17	0,03
Rúmen-retículo (g)	1124,33 ^a	1393,33 ^a	67,65	0,11
Rúmen-retículo (% PCVZ)	1,61 ^a	1,81 ^a	0,06	0,12
Omaso (g)	246,33 ^b	351,33 ^a	23,74	0,03
Omaso (% PCVZ)	0,35 ^b	0,45 ^a	0,02	0,02
Abomaso (g)	348,50 ^a	375,66 ^a	16,88	0,67
Abomaso (% PCVZ)	0,50 ^a	0,48 ^a	0,02	0,85
Intestino delgado (g)	1969,66 ^a	2264,66 ^a	85,64	0,14
Intestino delgado (% PCVZ)	2,85 ^a	2,95 ^a	0,28	0,01
Intestino grosso (g)	671,66 ^b	825,66 ^a	31,89	0,01
Intestino grosso (% PCVZ)	0,93 ^b	1,13 ^a	0,05	0,01

Notas: ¹Médias seguidas de mesma letra na linha, dentro de cada fator, não se diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey; ²EPM = Erro padrão das médias; As médias de intestino grosso (%PCVZ) foram ajustadas para a covariável peso ao nascimento ($p\leq 0,05$).

Fonte: Do autor.

Os resultados obtidos para os pesos absolutos do trato digestivo total, omaso e intestino grosso podem ser justificados, provavelmente, pelo aumento no consumo de alimentos sólidos no terceiro período pelos animais do grupo de aleitamento fracionado (TAB. 1).

Variáveis relativas ao peso corporal vazio dos animais demonstram semelhanças ($p > 0,05$) entre os sistemas de aleitamento, com exceção do trato digestivo total, omaso e intestinos. Esses dados corroboram, em partes, ao encontrado por Khan *et al.* (2007b), os quais relataram que bezerros aleitados com redução gradual de sucedâneos lácteos apresentaram todo o trato digestivo metabolicamente mais ativo e mais pesado, comparados àqueles alimentados convencionalmente.

O maior peso percentual do trato digestivo, omaso e intestinos para os animais aleitados de forma fracionada podem ser justificados pelos maiores consumos de alimentos sólidos pelos mesmos no terceiro período (TAB. 1).

Diferenças entre os pesos dos compartimentos do trato digestivo dos ruminantes geralmente refletem as variações observadas no consumo alimentar e no padrão fermentativo (NUSSIO *et al.*, 2003). Segundo Baldwin *et al.* (2004), o desenvolvimento do rúmen associa-se ao consumo de dieta sólida e à produção de ácidos graxos voláteis (AGV) de cadeia curta.

Silper (2012) não verificou efeito da estratégia de aleitamento sobre o peso do rúmen-retículo e do omaso vazios, sendo ainda justificados pela ausência de diferença na ingestão de concentrado entre os grupos.

Bezerros alimentados com concentrado à base de cevada e diferentes quantidades diárias de leite, 3,1 *versus* 8,3 litros, apresentaram diferenças no trato digestivo (em % do PC). Independentemente do subsídio de leite, o ambiente ruminal caracterizou-se por pH baixo e concentrações de AGV elevada, e o maior peso do trato digestivo ocorreu nos animais alimentados com menores quantidades de leite, associando-se ao maior consumo de alimentos sólidos (KRISTENSEN *et al.*, 2007).

As diferenças de consumo de sólidos no terceiro período (TAB. 1), com superioridade pelos animais do grupo fracionado ($p \leq 0,05$), refletiram no peso absoluto e no percentual do omaso. A redução da quantidade de leite fornecida a esses animais no final do experimento pode ter favorecido o

maior consumo de alimentos sólidos, aumentando o fluxo de partículas para o omaso, justificando assim, o maior desenvolvimento.

Segundo Beharka *et al.* (1998), o peso omasal pode ser diretamente proporcional ao aumento do fluxo de partículas ruminais, estimulando o desenvolvimento desse órgão. De acordo com Costa *et al.* (2008), infusões intra ruminais de propionato e butirato induziram aumento na massa do omaso em bezerros alimentados com dieta exclusivamente líquida, demonstrando que animais que consomem maiores quantidades de alimentos sólidos, possivelmente, terão maiores estímulos para o desenvolvimento desse pré-estômago.

O omaso já foi considerado insignificante na fermentação microbiana (NICKEL *et al.*, 1981). Entretanto Daniel *et al.* (2006) indicaram sua importância, pois a relação da superfície com a digesta tende a ser maior no mesmo em comparação ao rúmen-retículo, possuindo área superficial 83,3% superior por unidade de digesta, indicando o omaso como órgão relevante na absorção de AGV.

As diferentes proporções dos compartimentos do estômago dos bezerros não foram ($p>0,05$) influenciadas pelos sistemas de aleitamento (TAB. 3). Com a alteração dos consumos dos alimentos sólidos somente no terceiro período (TAB. 1), pode ser que os efeitos dos maiores consumos observados no grupo de animais aleitados de forma fracionada sejam refletidos somente na pós-desmama desses animais.

TABELA 3

Médias para peso relativo em % do peso do trato digestivo de bezerros Holandeses criados em diferentes sistemas de aleitamento artificial até 59 dias de idade

Parâmetro ¹	Convencional	Fracionado	EPM ²	P
Rúmen-retículo (%)	65,27 ^a	65,76 ^a	0,89	0,80
Omaso (%)	14,20 ^a	16,57 ^a	0,65	0,07
Abomaso (%)	20,52 ^a	17,66 ^a	0,85	0,09

Notas: ¹Médias seguidas de mesma letra na linha, dentro de cada fator, não se diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey; ²EPM = Erro padrão das médias.

Fonte: Do autor.

Com o avanço da idade e do consumo de alimento sólido, o rúmen começa a se desenvolver e as proporções dos quatro compartimentos gástricos em relação ao trato total sofrem mudanças (NUSSIO *et al.*, 2003). Entretanto as taxas de crescimento são diferenciadas entre os compartimentos, ocorre aceleração do crescimento ruminal e retração abomasal, sendo que, em bezerros desaleitados precocemente, a inversão nas proporções desses compartimentos estomacais ocorre antes dos 50 dias (CARVALHO *et al.*, 2003).

Resultados convergentes foram descritos por Silper (2012), o qual verificou diferença na proporção de cada pré-estômago e abomaso nas três idades avaliadas, sendo observado que, aos 30, 60 e 90 dias, o retículo-rúmen correspondeu à maior parte.

As médias obtidas aos 60 dias foram 66% para o rúmen-retículo, 15% para o omaso e 19% para o abomaso (TAB. 3). A maior proporção de abomaso, em relação ao omaso relaciona-se ao fato dos animais ainda estarem sendo alimentados com leite até os 59 dias de idade, em sistema de desaleitamento abrupto, sendo esperado que, no pós-desmame, essa proporção seja alterada.

Davis e Drackley (1998) relataram que a proporção do rúmen-retículo, omaso e abomaso, em bezerros de 12 a 16 semanas de idade, é de 67%, 18% e 15%, respectivamente, valores semelhantes às de animais adultos. Segundo Church (1976), às oito semanas de idade, o retículo-rúmen de bezerros é responsável por 60%; o omaso, por 13% e abomaso por 27 %, apresentando proporções mais próximas ao observado no presente pesquisa (TAB. 3).

A altura das papilas ruminais, a área das papilas ruminais, a área de epitélio ruminal total e a área de queratina do epitélio das papilas não foram influenciadas pelo sistema de aleitamento ($p>0,05$). Porém o índice mitótico das células da camada basal do epitélio ruminal foi maior ($p\leq 0,05$) em animais criados no sistema de aleitamento fracionado (TAB. 4).

TABELA 4

Médias para a altura e a área das papilas ruminais, áreas do epitélio ruminal total e da queratina do epitélio das papilas e porcentagem (%) do índice mitótico das células da camada basal do epitélio ruminal de bezerros Holandeses criados em diferentes sistemas de aleitamento artificial até 59 dias de idade

Parâmetros ¹	Convencional	Fracionado	EPM ²	P
Altura das papilas ruminais (μm)	23,83 ^a	27,24 ^a	2,78	0,57
Área das papilas ruminais (μm^2)	171,98 ^a	209,79 ^a	21,77	0,41
Área de epitélio ruminal (μm^2)	173,46 ^a	158,20 ^a	19,68	0,72
Área de queratina papilar ruminal (μm^2)	43,13 ^a	44,29 ^a	4,68	0,91
Índice mitótico (%)	0,54 ^b	0,92 ^a	0,07	0,01

Notas: ¹Médias seguidas de mesma letra na linha, dentro de cada fator, não se diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey. ²EPM = Erro padrão das médias.

Fonte: Do autor.

Na presente pesquisa o tamanho e a área das papilas ruminais foram similares entre os sistema de aleitamento ($p>0,05$), o que não era esperado, uma vez que houve diferenças entre os consumos de sólidos no terceiro período (TAB. 1), com superioridade para os animais do sistema fracionado. Entretanto esse resultado pode ser refletido no período após o desaleitamento.

O desenvolvimento adequado de papilas é resultante da ação de produtos de fermentação ruminal e estímulo físico causado pelo alimento consumido (BITTAR *et al.*, 2009). Segundo Quigley (1996), esse desenvolvimento depende, principalmente, da presença de alimentos sólidos no rúmen e da produção de AGV de cadeia curta provenientes da fermentação.

Roth *et al.* (2009) relataram que o comprimento de papilas do rúmen não sofreu interferência da quantidade de leite fornecida ou da variação no consumo de alimento sólido em bezerros. Khan *et al.* (2007b) observaram consumo de alimentos sólidos superior desde a redução na quantidade de leite oferecido, resultando em maior desenvolvimento ruminal, verificando-se maior peso e espessura da parede do rúmen, papilas mais altas, largas e concentradas. Esses autores relataram maior comprimento e largura de papilas, além da concentração dessas por área no rúmen em bezerros alimentados com maior quantidade de leite, justificado com o maior consumo de concentrado no grupo de aleitamento fracionado.

Era esperado que a área de epitélio ruminal aumentasse em espessura para o grupo com animais aleitados de forma fracionada, bem como a área de queratina ruminal, pois, conforme Silper (2012), o aumento do epitélio é coerente com o índice mitótico superior e com o desenvolvimento do epitélio ruminal.

Os bezerros que receberam leite fracionado apresentaram maiores ($p\leq 0,05$) índice mitótico das células da camada basal do epitélio ruminal em relação aos animais aleitados convencionalmente (TAB. 4). Costa *et al.* (2008) sugerem que o maior índice mitótico pode indicar maior atividade proliferativa do epitélio ruminal.

O aumento do índice mitótico pode relacionar-se com a redução da quantidade de leite fornecida no último período experimental para os animais no sistema fracionado, os quais passaram a ingerir maior quantidade de alimentos sólidos para suprir o déficit de exigências nutricionais e, assim, possivelmente, produziram mais AGV e apresentaram multiplicação celular superior, como relato por Silper (2012).

No trabalho de Silper (2012), bezerros alimentados com maiores quantidade de sucedâneo apresentaram índices mitóticos superiores aos animais do grupo convencional, indicando maior proliferação do epitélio ruminal pela presença de AGV no rúmen. Segundo esse autor, provavelmente, o propionato no sistema fracionado, ou ainda o aumento da insulina no aleitamento realizado com maior volume de leite, tenha influenciado o desenvolvimento do epitélio ruminal.

O índice mitótico inferior no grupo convencional pode estar associado à constância de leite fornecido durante todo o experimento, em consequência de menor consumo de concentrado nos últimos dias.

Substâncias intrínsecas e extrínsecas podem influenciar a proliferação e a diferenciação epitelial, como os hormônios da tireoide, hidrocortisona, insulina, prolactina, os fatores de crescimento epidérmico e de transformação do crescimento; micronutrientes, vitamina D₃ e ácido retinóico (SILPER 2012; STAIANO-COICO *et al.*, 1990; SUTER *et al.*, 1997).

Os resultados para a avaliação dos órgãos internos revelaram efeito ($p \leq 0,05$) do sistema de aleitamento somente para peso absoluto do coração (TAB. 5). Os maiores ($p \leq 0,05$) consumos de alimentos sólidos no terceiro período de avaliação (TAB. 1) observados para os animais em aleitamento fracionado não alteraram o desenvolvimento da maioria dos órgãos internos, sendo esperado que os mesmos tenham algum efeito na fase pós desaleitamento.

TABELA 5

Valores médios dos pesos absolutos (g) e relativos de órgãos e gordura interna de bezerros Holandeses em diferentes sistemas de aleitamentos até os 60 dias de idade

Parâmetro ¹	Convencional	Fracionado	EPM ²	P
Fígado (g)	1580,66 ^a	1626,83 ^a	67,88	0,53
Fígado (% PCVZ)	2,27 ^a	2,12 ^a	0,08	0,89
Pulmão (g)	814,00 ^a	885,66 ^a	24,98	0,46
Pulmão (% PCVZ)	1,17 ^a	1,15 ^a	0,02	0,87
Baço (g)	435,67 ^a	250,27 ^a	56,67	0,22
Baço (% PCVZ)	0,63 ^a	0,32 ^a	0,08	0,17
Coração (g)	455,52 ^b	510,47 ^a	17,48	0,01
Coração (% PCVZ)	0,63 ^a	0,68 ^a	0,01	0,10
Rins (g)	326,66 ^a	377,00 ^a	21,46	0,16
Rins (% PCVZ)	0,46 ^a	0,47 ^a	0,03	0,23
Pâncreas (g)	71,00 ^a	77,66 ^a	5,18	0,62
Pâncreas (% PCVZ)	0,10 ^a	0,10 ^a	0,01	0,86
Língua (g)	378,33 ^a	411,00 ^a	16,08	0,47
Língua (% PCVZ)	0,54 ^a	0,53 ^a	0,02	0,80
Gordura omental (g)	330,33 ^a	296,50 ^a	30,57	0,56
Gordura omental (% PCVZ)	0,46 ^a	0,37 ^a	0,04	0,40
Mesentério mais gordura (g)	431,33 ^a	437,00 ^a	51,46	0,95
Mesentério mais gordura (% PCVZ)	0,61 ^a	0,55 ^a	0,06	0,75

Notas: ¹Médias seguidas de mesma letra na linha, dentro de cada fator, não se diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey; ²EPM = Erro padrão das médias; As médias de coração (g) foram ajustadas para a covariável peso ao nascimento ($p \leq 0,05$).

Fonte: Do autor.

Lima (2008), ao avaliar a influência de diferentes dietas líquidas sobre o peso de órgãos viscerais de bezerros Holandeses aos 60 dias de idade, não verificou efeitos dos tratamentos para as variáveis analisadas.

Os órgãos internos apresentam elevadas taxas metabólicas e, principalmente, o fígado tende a responder por alterações na ingestão de alimentos (FERRELL; JENKINS, 1998), o que não foi observado na presente pesquisa, pois o fígado, órgão que tende a responder com aumentos de peso em dietas com maior densidade energética (OWENS *et al.*, 1993), apresentou peso similar entre os sistemas ($p>0,05$), possivelmente pelo fato dos animais terem sido alimentados com dietas com níveis energéticos similares em ambos os grupos, embora em sistemas diferentes (TAB. 6).

Ribeiro *et al.* (2001), ao avaliarem o tamanho de órgãos viscerais de bezerros Holandeses para produção de vitelos, observaram que, à medida que se aumentaram os níveis de concentrado nas dietas, os pesos absolutos do fígado, rins, pulmões, mesentério e gordura presentes nas carcaças aumentaram linearmente, sendo observado efeito quadrático para coração e efeito linear crescente para rins, fígado e pulmões.

O peso do coração foi superior ($p\leq 0,05$) nos animais no aleitamento fracionado em comparação ao sistema convencional, em valores absolutos. Como o peso corporal final foi similar entre os animais de ambos os sistemas (TAB.1), não foi encontrada uma explicação para tal resultado.

Em animais alimentados com níveis nutricionais baixos, mesmo que por longo período de tempo, o coração e o pulmão tendem a manter a sua integridade, demonstrando prioridade na utilização dos nutrientes (LIMA, 2008). Ferreira *et al.* (2000) relataram que, independentemente do nível nutricional, os pesos absolutos do coração e dos pulmões dificilmente são influenciados. Melo *et al.* (2007) constaram que o peso absoluto do coração não foi diferente nos sistemas com ou sem restrição alimentar para bezerros leiteiros, diferentemente do observado para o peso absoluto dos pulmões.

Os resultados de gordura interna foram similares entre os sistemas ($p>0,05$). Segundo Solis *et al.* (1988), maiores proporções de gordura visceral em animais de aptidão leiteira resultariam, na prática, em maiores exigências

de energia para manutenção, em virtude da maior atividade metabólica do tecido adiposo interno em relação ao tecido adiposo periférico.

4 CONCLUSÃO

O sistema de aleitamento fracionado proporcionou maior consumo de alimentos sólidos no terceiro período de avaliação e maior massa absoluta do trato digestivo, omaso e intestinos e do peso relativo do omaso e intestino delgado, além de maiores índices mitóticos das células do epitélio ruminal.

Os sistemas de aleitamento convencional e fracionado influenciaram de forma similar o peso dos órgãos viscerais dos bezerros, sendo que somente o coração apresentou diferença de massa absoluta entre os sistemas.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, K. L.; NAGARAJA, T. G.; MORRIL, J. L. Ruminant metabolic development in calves weaned conventionally or early. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 70, n. 5, 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, n. 3, p. 191-201, 2001.
- BALDWIN VI, 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 Dairy Science**, Champaign, v. 87, supl., p. 55-65, 2004.
- 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, supl. 1, p. 22 (Abstract), 2005.
- 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, n. 6, p. 1454-1467, 2006.
- BEHARKA, A. A.; NAGARAJA, T. G.; MORRILL, G. A.; KENNEDY, G. A.; KLEMM, R. D. Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 7, p. 1946-1955, 1998.
- BITTAR, C. M. M.; FERREIRA, L. S.; SANTOS, F. A. P.; ZOPOLLATO, M. Desempenho e desenvolvimento do trato digestório superior de bezerros leiteiros alimentados com concentrado de diferentes formas físicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 8, p. 1561-1567, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38n8/21.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2012.
- BLOME, R. M.; DRACKLEY, J. K.; MCKEITH, F. K.; HUTIENS, M. F.; MCCOY, G. C. Growth, nutrient intake, and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 6, p. 1641-1655, 2003. Disponível em: <<http://www.animal-science.org/content/84/6/1454.full>>. Acesso em: 14 nov. 2012.
- BLUM, J. W. Nutritional physiology of neonatal calves. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlim, v. 90, n. 1-2, p. 1-11, 2006.

BLUM, J. W.; BAUMRUCKER, C. R. Colostral and milk insulinlike growth factors and related substances: Mammary gland and neonatal (intestinal and systemic) targets. **Domestic Animal Endocrinology**, Auburn, v. 23, n. 1-2, p. 101-110, 2002.

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, n. 6, p. 2843-2852, 2009.

BROWN, E. G.; VANDEHAAR, M. J.; DANIELS, K. M.; LIESMAN, J. S. CHAPIN, L. T.; KEISLER, D. H.; NIELSEN, M. S. Effect of increasing energy and protein intake on body growth and carcass composition of heifer calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, n. 2, p. 585- 594, 2005.

CAMPOS, O. F. **Criação de bezerros até a desmama**. Coronel Pacheco: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Gado Leite, 1985. (Documento, 14) p.5-63.

CARVALHO, P. A.; SANCHEZ, L. M. B.; VIÉGAS, J. Desenvolvimento de estômago de bezerros holandeses desaleitados precocemente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1461-1468, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v32n6/18435.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2012.

CASTRO, A. K. M.; ZANETTI, M. A. Estudo da inclusão de fibra na dieta de bezerros da raça Holandesa. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1193-1198, 1998. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/revista/artigos/2063.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2012.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA, 2011. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/leite/?page=155>>. Acesso em: 20 nov. 2012.

CHUA, B.; COENEN, E.; VAN DELEN, J.; WEARY, D. M. Effects of pair versus individual housing on the behavior and performance of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, n. 7, p. 360-364, 2002.

CHURCH, D. C. Anatomy of the stomach of ruminants and pseudoruminants. In: **Digestive physiology and nutrition of ruminants**. Metropolitan Printing, Estados Unidos: Metropolitan Printing, 1976. p. 7-33.

CHURCH, D. C. **The ruminant: animal digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs, NJ: Pentice-Hall, 1998. 564p.

COELHO, S. G. Criação de Bezerros. II Simpósio Mineiro de Buiatria. Belo Horizonte. Minas Gerais. **Anais...II Simpósio Mineiro de Buiatria**. 2005.

COELHO, S. G. **Ganho de peso e desenvolvimento do estômago de bezerros desaleitados aos trinta dias de idade e alimentados com concentrado e com ou sem feno.** 1999. 123 f. Tese (Doutorado em Nutrição Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

COSTA, S. F.; PEREIRA, M. N.; MELO, L. Q.; RESENDE JÚNIOR, J. C.; CHAVES, M. L. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e a epiderme de bezerros. I. Aspectos histológicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 1, p. 1-9, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v60n1/a01v60n1.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2012.

COVERDALE, J. A.; TYLER, H. D.; QUEGLEY, J. D.; BRUMM, J. A. Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, n. 8, p. 2554-2562, 2004.

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, n. 12, p. 4835-4845, 2006.

DANIEL, J. L. P.; RESENDE JÚNIOR, J. C.; CRUZ, F. J. Participação do ruminorretículo e omaso na superfície absorviva total do proventrículo de bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 43, n. 5, p. 688-694, 2006. Disponível em: <<http://www.revistasusp.sibi.usp.br/pdf/bjvras/v43n5/15.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2012.

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.; MARNET, P. G.; LAPIERRE, H.; RUSHEN, J. Effects of twice-daily nursing on milk ejection and milk yield during nursing and milking in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 4, p. 1416-1422, 2008.

DE PAULA. **Alterações no metabolismo energético e no desempenho de bezerros leiteiros em programas de aleitamento intensivo ou convencional.** 2012. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade Estadual de São Paulo, Piracicaba, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-08082012-141813/pt-br.php>. Acesso em: 14 nov. 2012.

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, n. 4, p. 830-842, 2001. Disponível em: <http://download.journals.elsevierhealth.com/pdfs/journals/0022-302 /PIIS0022030201745419.pdf> . Acesso em: 14 nov. 2012.

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, sup. 1, p. 614 (Abstract), 2007.

DRACKLEY, J. K. Calf nutrition from birth to breeding. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 24, n. 1, p. 55-86, 2008.

DUKES, H. H. **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1993. 856 p.

FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; MUNIZ, E. B.; VÉRAS, A. S. C. Características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal, tamanho dos órgãos internos e conteúdo gastrointestinal de bovinos F1 Simental x Nelore alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1174-1182, 2000.

FERRELL, C. L.; JENKINS, T. G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high concentrate diet during the finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli Sires. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 3, p. 647-657, 1998.

FLOWER, F. C.; WEARY, D. M. Effects of early separation on the dairy cow and calf: 2. Separation at 1 day and 2 weeks after birth. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 70, n. 4, p. 275-284, 2001.

FOOTE, M. R.; NONNECKE, B. J.; BEITZ, D. C.; WATERS, W. R. High growth rate fails to enhance adaptive immune responses of neonatal calves and is associated with reduced lymphocyte viability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 1, p. 404-417, 2007. Disponível em: <<http://naldc.nal.usda.gov/download/9414/PDF>>. Acesso em: 14 nov. 2012.

FOOTE, M. R.; NONNECKE, B. J.; WATERS, W. R.; PALMER, M. V.; BEITZ, D. C.; FOWLER, M. A.; MILLER, B. L.; JOHNSON, T. E.; PERRY, H. B. Effects of increased dietary protein and energy on composition and functional capacities of blood mononuclear cells from vaccinated, neonatal calves. **International Journal Vitamin and Nutrition Research**, Bern, v. 75, n. 5, p. 357-368, 2005.

GERRITS, W. J. J.; DECUYPERE, E.; VERSTEGEN, M. W. A.; KARABINAS, V. Effect of protein-free energy intake on plasma concentrations of insulin-like growth factor I and thyroid hormones in preruminant veal calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 5, p. 1356-1363, 1998. Disponível em: <<http://www.animal-science.org/content/76/5/1356.full.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2012.

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

GONSALVES NETO, J.; SILVA, F. F.; BONOMO, P.; NASCIMENTO, P. V. N.; FERNANDES, S. A. A.; PEDREIRA, M. S.; VELLOSO, C. M.; TEXEIRA, F. A. Desempenho de bezerros da raça Holandesa alimentados com concentrado farelado ou peletizado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Ondina, v. 9, n. 4, p. 726-733, 2008. Disponível em: <<http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/1102/702>>. Acesso em: 21 nov. 2012.

HAMMON, H. M.; SCHIESSLER, G.; NUSSBAUM, A.; BLUM J. W. Feed intake patterns, growth performance and metabolic and endocrine traits in calves fed unlimited amounts of colostrum and milk by automate, starting in the neonatal period. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, n. 12, p. 3352-3362, 2002.

HILL, T. M.; ALDRICH, J. M.; SCHLOTTERBECK, R. L.; BATEMAN II, H. G. Effects of feeding calves different rates and protein concentrations of twenty percent fat milk replacers on growth during the neonatal period. **The Professional Animal Scientist**, Saint Louis, v. 22, n. 3, p. 252-260, 2006a.

HILL, T. M.; ALDRICH, J. M.; SCHLOTTERBECK, R. L.; BATEMAN II, H. G. Effects of feeding rate and concentrations of protein and fat of milk replacers fed to neonatal calves. **The Professional Animal Scientist**, Saint Louis, v. 22, n. 5, p. 374-381, 2006b.

HILL, T. M.; ALDRICH, J. M.; SCHLOTTERBECK, R. L.; BATEMAN II, H. G. Effects of changing the fat and fatty acid composition of milk replacers fed to neonatal calves. **The Professional Animal Scientist**, Saint Louis, v. 23, n. 2, p. 135-143, 2007.

HILL, T. M.; BATEMAN II, H. G.; ALDRICH, J. M.; SCHLOTTERBECK, R. L. Effect of milk replacer program on digestion of nutrients in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n. 3, p. 1105-1115, 2010.

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

JENSEN, M. B.; HOLM, L. The effect of milk flow rate and milk allowance on feeding behaviour in dairy calves fed by computer controlled milk feeders. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 82, n. 2, p. 87-100, 2003.

KHAN, M. A.; LEE, H. J.; LEE, W. S.; KIM, H. S.; KI, K. S.; HUR, T. Y.; SUH, G. H.; KANG, S. J.; CHOI, Y. J. Structural growth, rumen development, and metabolic and immune responses of Holstein male calves fed milk through step-down and conventional methods. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 7, p. 3376-3387, 2007a.

KHAN, M. A.; LEE, H. J.; LEE, W. S.; KIM, H. S.; KIM, S. B.; KI, K. S.; HA, J. K.; LEE, H. G.; CHOI, Y. J. Pre- and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 2, p. 876-885, 2007b.

KHAN, M. A.; LEE, H. J.; LEE, W. S.; KIM, H. S.; KIM, S. B.; PARK, S. B.; BAEK, K. S.; HA, J. K.; CHOI, Y. J. Starch source evaluation in calf starter: II. Ruminant parameters, rumen development, nutrient digestibilities, and nitrogen utilization in Holstein calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 3, p. 1140-1149, 2008.

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, n. 3, p. 1071-1081, 2011.

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, n. 9, p. 4346-4355, 2007.

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**, Rockville, v. 122, n. 7, p. 1434-1435, 1992

LESMEISTER, L. E.; HEINRICHS, A. J. Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, n. 10, p. 3439-3450, 2004.

LIMA, P. O. **Substituição parcial do leite por soro de queijo e ovo na dieta líquida de bezerras leiteiras**. 2008. 123 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2008. Disponível em: <http://www.zootecnia.ufc.br/wa_files/tese2008_patricia_20de_20oliveira_20li ma.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2012.

LUCCI, C. **Bovinos leiteiros jovens**. São Paulo: Nobel/Editora da Universidade de São Paulo, 1989. 371 p.

LUNA, L. G. **Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology**. 3.ed. New York: McGraw-Hill Book; 1968. 258 p.

LYFORD, S. J. J. Growth and development of the ruminant digestive system. In: CHURCH, D. C. (Ed). **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**, 1988, p. 44-63.

MANCIO, A. B.; GOES, R. H. T. B.; CASTRO, A. L. M.; CAMPOS, O. F.; CECON, P. R.; SILVA, A. T. S. Colostro fermentado, associado ao óleo de soja e promotor de crescimento, em substituição ao leite, na alimentação de bezerros mestiços leiteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1314-1319, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n4/26403.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2012.

MELO, W. S.; VÉRAS, A. S. C; FERREIRA, A. M.; DUTRA JÚNIOR, W. M.; ANDRADE, D. K. B.; SANTOS, G. R. A. Cortes nobres, componentes do peso vivo e órgãos viscerais de bovinos mestiços de origem leiteira em condições de pastejo, restrito ou “*ad libitum*”. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 1, p. 90-97, 2007. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1190/119017336015.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington: National Academic Science Press, 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC. 2001. 242 p.

NICKEL, R., SCHUMMER, A., SEIFERLE, E. **The anatomy of the domestic animals**. 1 ed. Berlin: Paul Parey, 1981. v. 1, 499 p.

NONNECKE, B. J.; FOOTE, M. R.; SMITH, J. M.; PESCH, B. A.; VAN AMBURGH, M. E. Composition and functional capacity of blood mononuclear leukocyte populations from neonatal calves on standard and intensified milk replacer diets. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 11, p. 3592-3604, 2003.

NUSSIO, C. M. B.; SANTOS, F. A. P.; ZOPOLLATTO, M.; PIRES, A. V.; MORAIS, J. B.; FERNANDES, J. J. R. Parâmetros de fermentação e medidas morfológicas dos compartimentos ruminais de bezerros leiteiros suplementados com milho processado (Floculado vs. Laminado a vapor) e monensina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1021-1031, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v32n4/17882.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2012.

ORSKOV, E. R. Reflex closure of the oesophageal groove and its potential application in ruminant nutrition. **South African Journal Animal Science**, Pretória, v. 2, p. 169-176, 1972.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 11, p. 3138-3150, 1993.

QUIGLEY, J. D. **Does hay develop the rumen?**. APCcalf notes. Disponível em: <<http://www.americanprotein.com>>. Acesso em: 27 mar. 1998.

QUIGLEY, J. D. Effects of lasalocid in milk replacer and calf starter on growth, intake, and fecal oocyst shedding in calves challenged with *Eimeria*. **Journal of Dairy Science**, Champaign, Supl., v. 79, p. 154, 1996.

RAETH-KNIGHT, M.; CHESTER-JONES, H.; HAYES, S.; LINN, J.; LARSON, R.; ZIEGLER, D.; ZIEGLER, B.; BROADWATER, N. Impact of conventional or intensive milk replacer programs on Holstein heifer performance through six months of age and during first lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 2, p. 799-809, 2009.

RIBEIRO, T. R.; PEREIRA, J. C.; LEÃO, M. I.; OLIVEIRA, M. V. M.; QUEIROZ, A. C.; CECON, P. R.; MELO, R. C. A. Tamanho de órgãos e vísceras de bezerros holandeses, para produção de vitelos recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 2163-2168, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n6s0/7431.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2012.

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, sup. 1, p. 438 (Abstract), 2006.

ROCHA, E. O. **Estudo do desaleitamento precoce, exigências nutricionais e características produtivas de bovinos de origem leiteira, para corte**. 1997. 151 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Viçosa, Viçosa, 1997.

ROCHA, E. O.; FONTES, C. A. A.; PAULINO, M. F.; LADEIRA, M. M. Ganho de peso, eficiência alimentar e características de carcaça de novilhos de origem leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 148-158, 1999.

ROTH, B. A.; KEIL, N. M.; GYGAX, L.; HILLMANN, E. Influence of weaning method on health status and rumen development in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 2, p. 645-656, 2009.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**. Version 9.0. Cary: SAS Institute, 2002.

SHEN, Z.; SEYFERT, H. M.; LOHRKE, B.; SCHNEIDER, F.; ZITNAN, R.; CHUDY, A.; KUHLA, S.; HAMMON, H. M.; BLUM, J. W.; MARTENS, H.; HAGEMEISTER, H.; VIOGT, J. An energy rich diet causes rumen papillae proliferation associated with more IGF type 1 receptors and increased plasma IGF-1 concentrations in young goats. **The Journal of Nutrition, Springfield**, v. 134, n. 1, p. 11-17, 2004.

SIDNEY, J.; LYFORD, J. R. Growth and development of the ruminant digestive system. In: CHURCH, D.C. (Ed). **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**, 1988, p. 44- 63.

SILPER, B. F. **Efeitos de três estratégias de aleitamento sobre ganho de peso, desenvolvimento ruminal e perfil metabólico e hormonal de bezerros Holandeses**. 2012. 96 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-8SKN5V/disserta__o__bruna_f._silper.pdf?sequence=1>. Acesso em: 14 nov. 2012.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SOLIS, J. C.; BYERS, F. M., SCHELLING, G. T.; LONG, C. R.; GREENE, L. W. Maintenance requirements and energetic efficiency of cows of different breed types. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 66, n. 3, p. 764, 1988.

STAIANO-COICO, L.; KHANDKE, K.; KRANE, J. F.; GOTTLIEB, B.; KRUEGER, J. G.; RIGAS, B.; HIGGINS, P. J. TGF-alpha and TGF-beta expression during sodium-N-butyrate-induced differentiation of human keratinocytes: evidence for subpopulations-specific up-regulation of TGF-beta mRNA in suprabasal cells. **Experimental Cell Research**, San Diego, v. 191, n. 2, p. 286-291, 1990.

STAMEY, J. A.; JANOVICK GURETZKY, N.A.; DRACKLEY, J. K. Influence of starter protein content on growth of dairy calves in an enhanced early nutrition program. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, Supl. 1, p. 254. (Abstract), 2005.

STRZETELSKI, J.; NIWINSKA, B.; KOWALEZYK, J.; JURKIEWIEZ, A. Effect of milk replacer feeding frequency and level of concentrate intake and rearing performance of calves. **Journal of Animal and Feed Sciences**, Jabłonna, v. 10, n. 3, p. 413-420, 2001.

SUTER, M. M.; CRAMERI, F. M.; OLIVRY, T.; MUELLER, E.; TSCHARNER, C. V.; JENSEN, P. J. Review article: Keratinocyte biology and pathology. **Veterinary Dermatology**, Oxford, v. 8, n. 2, p. 67-100, 1997.

SWEENEY, B. C.; RUSHEN, J.; WEARY, D. M.; DE PASSILLÉ, A. M. Duration of weaning, starter intake and weight gain of dairy calves fed large amounts of milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n. 1, p. 148-152, 2010.

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. 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, n. 1, p. 109-119, 2006.

TERRÉ, M.; DEVANT, M.; BACH, A. Effect of level of milk replacer fed to Holstein calves on performance during the preweaning period and starter digestibility at weaning. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 110, n. 1, p. 82-88, 2007.

THOMAS, T. J.; WEARY, D. M.; APPLEBY, M. C. Newborn and 5-week-old calves vocalise in response to milk deprivation. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 74, n. 3, p. 165-173, 2001.

TIKOFISKY, J. N.; VAN AMBURGH, M. E., ROSS, D. A. Effect of varying carbohydrate and fat content of milk replacer on body composition of calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 9, p. 2260-2267, 2001.

VAN AMBURGH, M. E. Calf growth and development: New requirements and implications for future performance. In: Southwest nutrition and management conference. Tucson. **Anais...**, Tucson, 2003. p. 1-13.

VAN AMBURGH, M.; DRACKLEY, J. Current perspectives on the energy and protein requirements of the pre-weaned calf. In: GARNSWORTHY, P.C. (Ed.), **Calf and Heifer Rearing: Principles of Rearing the Modern Dairy Heifer from Calf to Calving**. Nottingham University Press, Nottingham, (Chapter 5), p. 67-82, 2005.

VELAYUDHAN, B. T.; DANIELS, K. M.; HORREL, D. P.; MCGILLIARD, M. L.; CORL, B. A.; JIANG, H.; AKERS, R. M. Developmental histology, segmental expression, and nutritional regulation of somatotrophic axis genes in small intestine of preweaned dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 9, p. 3343-3352, 2008.

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, n. 2-4, p. 180-189, 2008.

VON KEYSERLINGK, M. A. G.; RUSHEN, J.; DE PASSILLÉ, A. M. B.; WEARY D. M. Invited review: The welfare of dairy cattle-key concepts and the role of science. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 9, p. 4101-4111, 2009. Disponível em: <<http://www.adsa.org/archive/discover/19thDiscover/vonKeyserlingketal2009.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2012.

WEARY, D. M; HUZZEY, J. M; VON KEYSERLINGK, M. A. G. Board-invited review: using behavior to predict and identify ill health in animals. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 2, p. 770-777, 2009.

WEIGAND, E.; YOUNG J. W; MCGILLIARD, A. D. Volatile fatty acid metabolism by rumen mucosa from cattle fed hay or grain. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 58, n. 9, p. 1294-1300, 1975.

ANEXO A- Certificado do Conselho de Ética em Experimentação Animal (CETEA)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL
- C E T E A -**

CERTIFICADO

Certificamos que o **Protocolo nº 39/2009**, relativo ao projeto intitulado "**Efeito de diferentes níveis de aleitamento e utilização da silagem de colostro sobre o desempenho de bezerros leiteiros**", que tem como responsável(is) **Luciana Castro Geraseev**, está(ão) de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pelo **Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA/UFMG)**, tendo sido aprovado na reunião de **6/ 05/2009**.

Este certificado expira-se em **6/ 05/ 2014**.

CERTIFICATE

We hereby certify that the **Protocol nº 39/2009**, related to the project entitled "**Effect of different lactation levels and use of the silagem colostrum on performance of milk calves**", under the supervisors of **Luciana Castro Geraseev**, is in agreement with the Ethical Principles in Animal Experimentation, adopted by the **Ethics Committee in Animal Experimentation (CETEA/UFMG)**, and was approved in **May 6, 2009**.

This certificate expires in **May 6, 2014**.

Belo Horizonte, 8 de Maio de 2009.

Prof. Humberto Pereira Oliveira
Coordenador do CETEA/UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Avenida Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha
Unidade Administrativa II – 2º Andar, Sala 2005
31270-901 - Belo Horizonte, MG - Brasil
Telefone: (31) 3499-4515 – Fax: (31) 3499-4592
www.ufmg.br/bioetica/cetea • cetea@proa.ufmg.br