

UNIVERSIDADE DE CRUZ ALTA
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO PESQUISA E EXTENSÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO RURAL

Chester Patrique Batista

**SUPLEMENTAÇÃO DE BUTIRATO DE SÓDIO A DIETA DE BEZERRAS
LACTANTES**

Dissertação de Mestrado

Cruz Alta - RS, 2014

UNIVERSIDADE DE CRUZ ALTA
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO PESQUISA E EXTENSÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO RURAL

Chester Patrique Batista

**SUPLEMENTAÇÃO DE BUTIRATO DE SÓDIO A DIETA DE BEZERRAS
LACTANTES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao curso de Mestrado em Desenvolvimento Rural da Universidade de Cruz Alta, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento Rural.

Orientador: Prof.º Dr. Lucas Carvalho Siqueira

Cruz Alta - RS, julho, 2014.

UNIVERSIDADE DE CRUZ ALTA
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO PESQUISA E EXTENSÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO RURAL

**SUPLEMENTAÇÃO DE BUTIRATO DE SÓDIO A DIETA DE BEZERRAS
LACTANTES**

Elaborado por

Chester Patrique Batista

Como requisito para obtenção do Título de Mestre
em Desenvolvimento Rural.

Banca Examinadora:

Prof.º Dr. Lucas Carvalho Siqueira _____ UNICRUZ

Prof.º Dr. Jorge Damían Stumpfs Diaz _____ UNICRUZ

Prof.º Dr. Décio Adair Rebellatto da Silva _____ UFFS

Cruz Alta – RS, 18 de julho de 2014.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me abençoado, guardado, e protegido nesta importante fase da minha vida.

Aos meus pais Laerte e Rosane Batista, pelo amor, palavras sábias de incentivo que me ensinaram a viver com dignidade. Minha eterna gratidão, pois sei que muitos dos seus sonhos foram renunciados em prol dos meus.

À minha namorada, Geisa Ongaratto, pelo amor, carinho, compreensão, incentivo e principalmente cumplicidade e companheirismo. Meu muito obrigado amor.

Ao meus avós Ivo e Iolanda Breunig, pela apoio e carinho com que me cuidam até hoje.

Aos amigos Cristiano Luiz Zerbieli e Giovani Noro agradeço do fundo do coração, pois se não fosse o incentivo de vocês eu não teria me inscrito no mestrado, também agradeço muito pelos ensinamentos a min transmitidos, pois foram de grande valia para minha formação profissional.

Ao orientador, Lucas Carvalho Siqueira, e ao professor Gilmar Roberto Meinerz muito obrigado pelos ensinamentos e experiência, confiança e principalmente amizade.

Aos funcionários da fazenda Santa Isabel, Anderson Stalter, e Lucas Moura, pelo companheirismo e apoio para que eu pudesse ir as aulas do mestrado e rodar os experimentos.

À amiga e colega Cecília Possenti na qual muito me ajudou no laboratório e na qual sempre pude contar.

Enfim, meu muito obrigado a todos! Serei eternamente grato a vocês.

RESUMO

SUPLEMENTAÇÃO DE BUTIRATO DE SÓDIO A DIETA DE BEZERRAS LACTANTES

Autor: Chester Patrique Batista

Orientador: Prof.º Dr. Lucas Carvalho Siqueira

A diminuição dos custos de produção nas propriedades gera, de forma direta, um aumento no faturamento geral, desde que sejam mantidos os índices de produtividade. Considerando assim que cada ponto percentual de aumento da renda *per capita* dos produtores tem um impacto positivo na redução da pobreza, desta forma ocorre uma melhor distribuição da renda, sendo esta uma das formas propostas por alguns pesquisadores para promover o desenvolvimento rural. Com isso observa-se uma tendência das propriedades rurais de se tornarem mais eficientes economicamente, promovendo rendimentos sólidos e pouco voláteis no meio rural. Desta forma, vêm sendo desenvolvidas diversas pesquisas que visam contribuir com a resolução dos problemas das propriedades, a fim de torná-las mais eficientes em todos os parâmetros, do ponto de vista produtivo e econômico. Em propriedades leiteiras que realizam a recria dos animais para reposição, o alto custo de produção das fases iniciais, principalmente na fase de aleitamento, tem instigado os pesquisadores na procura de novas técnicas que proporcionem o desaleitamento precoce dos bezerros, sem que ocorra a redução no desempenho animal e nos parâmetros zootécnicos. Através deste estudo objetivou-se avaliar o efeito da suplementação do Butirato de sódio (BS) no desempenho de bezerras recém nascidas. Foram utilizados 45 bezerras recém nascidas, da raça holandesa. Os animais foram alocados em três grupos experimentais: C - grupo controle, para o qual foi fornecido dieta base, composta por 1 K/g de concentrado, acrescido de 6 litros de leite integral diariamente; BC - grupo, para o qual foi fornecido dieta base acrescida de BS no concentrado; BL - grupo para o qual foi fornecido dieta base acrescida de BS no leite. A suplementação com BS foi realizada diariamente de BS do dia 5º ao 65º pós nascimento. Foram avaliados os parâmetros zootécnicos: medidas corporais, medidas de consumo e de saúde. Não houve diferenças entre os grupos C, BC e BL nas medidas corporais e de consumo ($p>0.05$), havendo apenas diferença entre escore de saúde, onde os grupos BC e BL obtiveram menor incidência de diarreia por bezerra, e diminuição do tempo que os animais apresentaram diarreia, menor número de dias de incidência da mesma por animal ($p<0.05$), se comparado com o grupo C. Com este estudo foi possível concluir que o fornecimento do BS na dieta das bezerras lactantes não apresentou relevância significativa nos parâmetros zootécnicos, somente no escore de saúde com a diminuição do curso e número de diarreia por bezerra.

Palavras-Chave: Bezerras, Butirato de sódio, Custos de produção e Parâmetros zootécnicos.

ABSTRACT

SODIUM BUTYRATE SUPPLEMENTATION ON LACTATING CALF DIET

Author: Chester Patrique Batista

Advisor: Prof.º Dr. Lucas Carvalho Siqueira

The decrease in production costs on properties generates, directly, an increase in overall revenues, since productivity levels are maintained. Considering that every percentage point increase in per capita income of producers has a positive impact on poverty reduction, in this way there is a better distribution of income, this being one of the forms proposed by some researchers to promote rural development. Thus there is a tendency for rural properties to become more economically efficient, promoting solid and very volatile incomes in rural areas. With that, several research studies to contribute for solving the problems of the properties, in order to become them more efficient in all parameters from the point of production and economic viewpoints have been developed. In dairy farms that realize the recreates' animal replacement, the high cost of producing the early stages, especially at the stage of lactation, has instigated researchers to explore new techniques providing early weaning of calves, without the reduction occurs in animal performance and zootechnical parameters. This study aimed to evaluate the effect of supplementation of sodium butyrate (SB) in the performance of newborn calves. 45 newborn calves of the Holstein breed were used. The animals were divided into three experimental groups: C - control group, for which it was provided based diet, consisting of 1 K / g of concentrate, plus 6 liters of whole milk daily; BC - group to which it is supplied basal diet plus the concentrated BS; BL - the group for which it was supplied base diet plus SB in milk. Supplementation with SB was realized of the days 5 ° to 65 ° after day of birth. Body measurements, measures of consumption and health: the zoo technical parameters were evaluated. There were not differences between C, BC and BL groups on body measurements and consumption ($p > 0.05$), and there is only difference between health score, where BC and BL groups demonstrated a lower incidence of diarrhea per calf and shortening the time that the animals developed diarrhea, fewer days of occurrence of the same per animal ($p < 0.05$), if compared with group C. With this study was possible to conclude that the supply of SB in the diet of lactating calves did not show significant relevance in the zoo technical parameters, only the score of health with the decrease of the course and number of diarrhea per calf.

Keywords: Calves, Sodium butyrate, production costs and zootechnical parameters.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 –	Peso das bezerras ao longo de 12 meses.....	40
-------------	---	----

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Efeito do butirato de sódio sobre o ganho de peso de bezerras da raça Holandês entre o 5° (inicial) e o 65° (final) dia de vida de acordo com os tratamentos: dieta padrão (C), dieta padrão adicionado de butirato de sódio no concentrado (BC) ou dieta padrão adicionado de butirato de sódio no Leite (BL). Não houve diferença entre grupos ($p>0,05$)..... 37
- Tabela 2 Efeito do butirato de sódio sobre o consumo de concentrado e conversão alimentar de bezerras da raça Holandês 5° (inicial) e 65° (final) dia de vida de acordo com os tratamentos: dieta padrão (C), dieta padrão adicionado de butirato de sódio no concentrado (BC) ou dieta padrão adicionado de butirato de sódio no Leite (BL). Não houve diferença entre grupos ($p>0,05$)..... 38
- Tabela 3 Efeito do butirato de sódio sobre as medidas corporais de bezerras ao 5° (inicial) e 65° (final) dia de vida. Medidas de altura da cernelha, perímetro torácico, largura de posterior e ganho semanal de bezerras da raça Holandês de acordo com os tratamentos: dieta padrão (controle), dieta padrão adicionado de butirato de sódio no concentrado (BC) ou dieta padrão adicionado de butirato de sódio no Leite (BL). Não houve diferença entre grupos ($p>0,05$)..... 39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGV – Ácidos Graxos Voláteis
BC – Grupo Butirato de sódio no concentrado
BL – Grupo Butirato de sódio no leite
BS – Butirato de Sódio
C – Grupo controle
IGF – Fator de Crescimento Semelhante a Insulina
S/A – Sociedade Anônima
GMD – Ganho médio diário

LISTA DE SÍMBOLOS

% - Porcentagem

° - Graus

' - Minutos

'' - Segundos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Características morfológicas do trato digestório dos ruminantes.....	15
2.2 Sistema digestório e sua atuação nos dias iniciais	17
2.3 Desenvolvimento do trato digestivo e a composição alimentar	18
2.4 A função dos alimentos no período de transição.....	19
2.5 Características do concentrado.....	20
2.6 Efeito dos AVG sobre o crescimento da mucosa do trato gastrointestinal	21
3 RESULTADOS.....	24
3.1 Manuscrito a ser submetido ao periódico ciência rural.....	25
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

A diminuição dos custos de produção nas propriedades gera, de forma direta, um aumento no faturamento geral, desde que sejam mantidos os índices de produtividade. Considerando que cada ponto percentual de aumento da renda *per capita* dos produtores tem um impacto positivo na redução da pobreza, que pode oscilar de 1 a 5% (VEIGA, 2001), desta forma a otimização das atividades primárias pode ser uma ferramenta de grande relevância social.

Com a diminuição da pobreza, ocorre uma melhor distribuição da renda, sendo esta uma das formas propostas por alguns pesquisadores para promover o desenvolvimento rural. Porém, essa forma de promover o desenvolvimento rural é muito heterogênea e varia fortemente nas diferentes regiões do país (VEIGA, 2001).

Assim sendo, observa-se uma tendência das propriedades rurais de se tornarem mais eficientes economicamente, promovendo desta forma rendimentos sólidos e pouco voláteis no meio rural. Considerando estas variáveis, vem sendo desenvolvidas diversas pesquisas que visam contribuir com a resolução dos problemas das propriedades, ou gerar mais informações sobre elas, a fim de torná-las mais eficientes em todos os parâmetros, do ponto de vista produtivo e econômico.

Em propriedades leiteiras que realizam a recria dos animais para reposição, o alto custo de produção das fases iniciais, principalmente na fase de aleitamento, tem instigado os pesquisadores na procura de novas técnicas que proporcionem o desaleitamento precoce dos bezerros, sem que ocorra a redução no desempenho animal e nos índices zootécnicos.

De acordo com Davis & Drackley, (1998) no início da vida do bezerro, devemos estimular o consumo precoce de grãos, a fim de permitir o desmame precoce, com um adequado crescimento, resultando em custos de trabalho e alimentação menores.

Segundo Baldwin et al. (2004) para que o desaleitamento precoce ocorra com sucesso, fisiologicamente o animal deve apresentar o sistema digestório desenvolvido a tal ponto que possa ser capaz de suprir as exigências nutricionais do seu desenvolvimento corpóreo, obtendo nutrientes a partir do consumo de concentrados e volumosos.

Sabe-se que a fase inicial após o nascimento, é um período muito importante aos bovinos leiteiros, pois nessa fase eles apresentam o abomaso extremamente

desenvolvido, porém os pré-estômagos se apresentam pouco funcionais (Guilloteau et al., 2010). Para o desenvolvimento dos animais recém-nascidos até o estágio de ruminante funcional, é necessária uma série de mudanças anatômicas e fisiológicas do aparelho digestório (BEHARKA et al., 1998). Mesmo que esse desenvolvimento seja inato, a idade do animal tem uma baixa influência no processo de maturação do epitélio ruminal e no desenvolvimento das papilas ruminais. As papilas ruminais são estruturas de fundamental importância para a absorção dos produtos finais oriundos da fermentação microbiana pela flora ruminal. Alguns trabalhos realizados na década de 60 já indicavam que ácidos graxos de cadeia curta, principalmente o butírico e o propiônico, atuam como fatores específicos que envolvem o desenvolvimento do epitélio ruminal (TAMATE et al., 1962). Segundo Górká et al. (2011) esse efeito no desenvolvimento do trato gastrointestinal já está bem esclarecido. A fermentação microbiana que origina os ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen é um fator nutricionalmente importante para os ruminantes, uma vez que aproximadamente 70% das exigências energéticas nesses animais podem ser atendidas por acetato, propionato e butirato (BERGMAN, 1990). A composição dos AGV que está presente no conteúdo ruminal pode afetar a taxa de crescimento das células do epitélio, sendo que o propionato e o butirato parecem ser mais estimuladores do crescimento papilar que o acetato (VAIR et al., 1960). Se o ácido butírico é o principal estimulador do desenvolvimento do epitélio do rúmen, a adição direta de ácido butírico ou o seu sal de sódio na dieta inicial de bovinos jovens poderia acelerar o desenvolvimento do rúmen (HILL et al., 2007).

Quando adicionada a ração sólida o ácido butírico é liberado principalmente no rúmen, estimulando diretamente o desenvolvimento do epitélio (Górká et al., 2014). De acordo com Górká et al. (2011) isso leva a uma maior ingestão de alimentos sólidos nas primeiras semanas pós-nascimento, potencializando dessa forma um melhor desenvolvimento pós-desmama. Mas é importante salientar que até a ingestão de sólidos se estabeleça plenamente, o leite é a principal fonte de nutrientes para suprir as exigências nutricionais do bezerro.

Ainda segundo o mesmo autor (GÓRKA et al., 2011) o abomaso e o intestino delgado são os principais locais de digestão dos alimentos na fase inicial e o seu desenvolvimento pode ser estimulado através da suplementação BS. Quando o butirato de sódio é adicionado ao leite fornecido ao lactante, ele promove a maturação do

epitélio, e também estimula algumas funções do intestino delgado (GUILLOTEAU et al., 2010).

Segundo Górká (et al., 2014), o BS adicionado na ração sólida, afeta principalmente o desenvolvimento ruminal e a sua adição no alimento líquido (sucedâneo lácteo) afeta o desenvolvimento do intestino delgado, mas não podemos excluir a possibilidade de que o BS na ração pode também afetar o intestino delgado e o fornecimento no leite possa afetar o rúmen. Já demonstrou-se que a suplementação de BS pode afetar não só o desenvolvimento do intestino delgado, mas também o rúmen (GÓRKA et al., 2011). O BS fornecido na ração sólida é liberado e absorvido em grande parte no rúmen, mas uma parte do ácido butírico pode passar para o intestino delgado, estimulando algumas funções intestinais (GÓRKA et al., 2014).

Nesse sentido, aditivos que forneçam ácidos orgânicos importantes no desenvolvimento do rúmen e que promovam desta forma alterações no padrão de fermentação ruminal, destacam-se como estratégias para redução no período de aleitamento da fase inicial. Portanto, o objetivo desta pesquisa é determinar se a inclusão de BS na alimentação líquida (leite) e no concentrado de bezerros recém-nascidos pode promover a melhora no desenvolvimento dos parâmetros zootécnicos e na saúde dos animais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A criação da bezerra deve ser considerada na propriedade leiteira como a etapa inicial para o desenvolvimento do produto final da propriedade, o leite. Para que o desmame das bezerras ocorra com sucesso, o animal deve apresentar o sistema digestório desenvolvido para ser capaz de suprir as exigências nutricionais do seu desenvolvimento corpóreo, obtendo nutrientes apenas a partir do consumo de concentrados e volumosos.

Os métodos de criação mais comumente praticados e que têm por princípio o fornecimento de leite ou seu substituto por um período médio de 60 dias apresentam algumas desvantagens:

- A necessidade de fornecimento de leite ao bezerro por um longo período de tempo ao invés de vendê-lo à indústria;

- O fornecimento de leite faz com que ocorra um atraso no desenvolvimento ruminal;
- Há o aumento na necessidade de mão-de-obra e de seus custos, pois o fornecimento do leite ou seu substituto aos bezerros requer pessoas treinadas para a atividade;
- A predisposição de diarreias aumenta nos animais lactantes, e a suscetibilidade ao atraso no desenvolvimento dos animais é maior nesse caso.

Segundo Beharka et al. (1998) a fase inicial é de extrema importância, pois neste período ocorrem uma série de mudanças anatômicas e fisiológicas onde os bezerros passam de lactantes a ruminantes. Segundo Khan et al. (2007) mesmo que esse desenvolvimento seja inato, a idade do animal tem uma baixa influência no processo de maturação do epitélio ruminal e no desenvolvimento das papilas ruminais. Essas são estruturas de fundamental importância para a absorção dos produtos finais oriundos da fermentação microbiana pela flora ruminal.

A fermentação microbiana que origina os ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen é um fator nutricionalmente importante para os ruminantes, uma vez que aproximadamente 70% das exigências energéticas nesses animais podem ser atendidas por acetato, propionato e butirato (BERGMAN, 1990).

A composição do AGV que está presente no conteúdo ruminal pode afetar a taxa de crescimento das células do epitélio, sendo que o propionato e o butirato parecem ser mais estimuladores do crescimento papilar que o acetato (VAIR et al., 1960). Se o ácido butírico é o principal estimulador do desenvolvimento do epitélio do rúmen, a adição direta de ácido butírico ou o seu sal de sódio na dieta inicial de bovinos jovens poderia acelerar o desenvolvimento do rúmen (HILL et al., 2007).

Nesse sentido, aditivos que forneçam ácidos orgânicos importantes no desenvolvimento do rúmen e que promovam dessa forma alterações no padrão de fermentação ruminal, destaca-se como possíveis estratégias para redução no período de aleitamento da fase inicial.

2.1 Características morfológicas do trato digestório dos ruminantes

Os ruminantes se caracterizam por apresentarem um estômago dividido em quatro câmaras, cada uma com características distintas. Ele se divide em uma parte aglandular, formada pelo rúmen, retículo, e omaso e uma parte glandular, formada pelo abomaso.

O rúmen é o maior dos compartimentos do estômago e se localiza no lado esquerdo da cavidade abdominal. Se visto da parte externa, o rúmen apresenta vários sulcos que, na parte interna, são chamados de pilares. Os sulcos, externamente, e os pilares, internamente, delimitam os sacos cranial, dorsal, cego caudo-dorsal e saco cego caudo-ventral; a extremidade cranial do saco ventral é denominada recesso do rúmen (NICKEL et al., 1981).

Na luz ruminal percebe-se, macroscopicamente, a presença das papilas ruminais, que são projeções do órgão que aumentam a sua superfície de contato. Seu tamanho e densidade variam de acordo com a sua localização, sendo que, na região ventral, elas são maiores e mais densas e na região dorsal são menores e em menor densidade. As papilas se projetam para o lúmen do órgão, formando estruturas com formatos anatomicamente variáveis (HENRIKSON, 1970).

O rúmen tem sua composição histológica formada pelas túnicas mucosa, submucosa, muscular e serosa. O epitélio do rúmen pode ser classificado como estratificado pavimentoso queratinizado, apresentando espessura variável e sendo formado por quatro camadas de células: basal, espinhosa, granulosa e córnea, morfológicamente semelhante a epiderme da pele (BANKS, 1992). O epitélio é a parte metabolicamente ativa da mucosa e exerce as funções fisiológicas de absorção, metabolismo de AGV e proteção (GÁLFI et al., 1991). A camada queratinizada do rúmen apresenta uma pequena capacidade metabólica, devido ao baixo número de organelas ativas. Ainda que esta estrutura seja permeável, ela é seletiva e tem a capacidade de formar uma barreira protetora impedindo a entrada de microrganismos invasores. Já as camadas mais profundas apresentam alta capacidade de absorção e metabolização de AGV (BANKS, 1992).

No epitélio estratificado, a proliferação celular tem início a partir da camada basal, na qual as células entram em divisão mitótica. Essas, por sua vez, sofrem diferenciação e migram para as camadas superiores do epitélio até alcançar a camada córnea e descamar para dentro do lúmen ruminal (BANKS, 1992).

De acordo com o mesmo autor, região submucosa é constituída pelo tecido conjuntivo frouxo, que é rico em fibras colágenas e elásticas, e algumas destas fibras se projetam para o interior da papila. Essa região é bem vascularizada e apresenta nervos, constituídos pelos gânglios do sistema nervoso autônomo.

A camada muscular é constituída por músculo liso, formando as camadas circular interna e longitudinal externa. O tônus e o tamanho da camada muscular tem relação com a intensidade do trabalho físico de digestão do alimento. Já a camada serosa é composta por epitélio simples pavimentoso, que é chamado de mesotélio, voltado para a cavidade abdominal, e por uma faixa de tecido conjuntivo, localizada internamente a primeira, e que contém vasos sanguíneos, linfáticos, nervos e tecido adiposo (BANKS, 1992).

2.2 Sistema digestório e sua atuação nos dias iniciais

A fase mais delicada da criação dos bovinos leiteiros é a dos bezerros em aleitamento. Durante os primeiros dias de vida, estes animais que ainda têm um sistema imune e termorregulador em desenvolvimento, possuem poucas reservas corporais e uma grande exigência energética. Além disso, o ambiente onde vivem é repleto de agentes patógenos oportunistas aos quais estes animais podem estar suscetíveis. Este fato é potencializado se, nas primeiras vinte quatro horas de vida, não houver consumo adequado de colostro (HUTJENS, 2014).

O ruminante infantil é, funcionalmente, um não ruminante, com todas as exigências nutricionais para vitaminas, e aminoácidos características de um não ruminante (VAN SOEST, 1994). O desenvolvimento intestinal se inicia logo após o nascimento e quando a maturação das células intestinais está completa, elas perdem a capacidade de absorção das imunoglobulinas e iniciam a secreção de enzimas digestórias (DYCE, SACK & WENSING, 2004). Para os mesmos autores, além deste evento, nos ruminantes, existe a particularidade do desenvolvimento físico e fisiológico da porção anterior do trato digestório, para promover a digestão de grande parte dos alimentos que serão consumidos durante a fase adulta. E ainda, o início da funcionalidade dos pré-estômagos de um ruminante depende, basicamente, da dieta fornecida a ele, considerando que, na fase inicial, a atividade digestória é executada pelo abomaso. Essa é a fase mais crítica do ponto de vista nutricional, devido a limitações enzimáticas e ausência de síntese microbiana, os bezerros apresentam exigências dietéticas mais complexas quanto aos aminoácidos e vitaminas, não utilizando com eficiência certas fontes proteicas e energéticas (ROCHA et al. 1999).

É importante destacar que a rapidez no desenvolvimento dos pré-estômagos é multifatorial. Isto porque, inclusive em condições de pastejo, essa dependerá dos níveis de leite consumidos pelo recém-nascido, suas necessidades para crescimento e ainda da disponibilidade e consumo de alimentos sólidos facilmente digestíveis (CHURCH, 1983).

2.3 Desenvolvimento do trato digestivo e a composição alimentar

Durante a fase de aleitamento, o alimento básico é a dieta líquida e a atividade gástrica digestiva é realizada pelo abomaso (VAN SOEST, 1994). Quigley et al. (1996) afirmam que a flora microbiana ruminal nesta fase é imatura, havendo desta forma baixa capacidade de digestão de celulose e, por consequência, baixa capacidade digestiva de forragens. Também segundo este autor, o bezerro é dependente do leite materno até o desenvolvimento da capacidade fermentativa, o que permitirá a digestão de carboidratos.

Os bezerros ao nascimento apresentam capacidade enzimática para digerir lactose, já com a idade média de 22 dias maltose, sacarose e uma menor capacidade de digestão de amido, já com 50 dias de idade, o bezerro tem aumentada a sua habilidade de digestão de maltose e, por volta dos 100 dias, o amido já é digerido eficientemente (SNIFFER & HERDT, 1991).

Com o passar do tempo, a microbiota presente no trato digestório se altera, especialmente a fim de permitir a fermentação de alimentos secos. A alteração da população e dos microrganismos da flora digestória geralmente ocorre em função do substrato a ser digerido, pois cada microrganismo tem afinidade e se desenvolve melhor na presença de um dado alimento. Bezerros que consomem principalmente feno e desenvolvem uma flora diferente de outros que se alimentam somente de grãos (QUIGLEY, 2001).

A velocidade que ocorre o desenvolvimento dos pré-estômagos, dependerá dos níveis de leite consumido pelo recém-nascido, considerando as necessidades para seu crescimento e da disponibilidade e consumo de rações iniciadoras facilmente digestivas (CHURCH, 1983). Segundo Van Soest (1994), quando os animais iniciam o consumo

de alimentos secos, como feno ou concentrado inicial, as contrações ruminais podem ser medidas a partir da terceira semana de vida. No entanto, animais consumindo exclusivamente leite apresentam atraso no início das contrações (QUIGLEY, 1996).

No que diz respeito aos nutrientes requeridos pelos bezerros, o NRC (2001), divide-se em três fases o desenvolvimento da função digestória: a fase de alimentação líquida, onde todos os nutrientes são agregados no leite ou no sucedâneo lácteo, e vão de forma direta até o abomaso pela goteira esofágica onde serão expostos a enzimas digestórias; a fase de transição, onde os alimentos líquidos e secos são agrupados para atender a demanda por nutrientes dos bezerros; e a terceira fase, onde o bezerro já pode ser chamado de ruminante, pois passa a direcionar sua alimentação para ingredientes sólidos que serão expostos a degradação por parte da microbiota ruminal.

2.4 A função dos alimentos no período de transição

Segundo Davis & Drackley (1998), o consumo de concentrado no período inicial é decisivo para o desenvolvimento funcional do rúmen das bezerras, além de resultar em decréscimo nos custos de mão-de-obra, alimentação e promover um crescimento de forma adequada dos animais. Quigley (2001) relata que o desenvolvimento ruminal é causado, em maior parte, pela ação química dos ácidos graxos voláteis no rúmen. O volumoso é importante na promoção do crescimento do tecido muscular do rúmen e na manutenção da saúde do epitélio ruminal (PHILLIPS, 2004). Além disso, o início precoce do consumo de sólidos e a possível atividade ruminal relacionada podem atenuar os efeitos negativos do pré e pós-desmame dos bezerros leiteiros (JENSEN, 2004).

De acordo com Baldwin et al. (2004), quando os bezerros consomem água e concentrado já nas primeiras semanas de vida, a maturação do rúmen ocorre mais cedo, se comparado com animais que não têm essa mesma ingestão de concentrado. Segundo Anderson et al. (1987), bezerros que haviam sido desmamados entre 4^a e 6^a semanas de vida, apresentavam maiores concentrações de ácidos graxos voláteis no rúmen. Esse processo de maturação do rúmen, quando eficaz, pode permitir que os bezerros sejam desaleitados antes da 4^a semana de vida (FRANKLIN et al., 2003).

Quando a dieta base de um ruminante inicial é o leite, o desenvolvimento ruminal pode ser drasticamente suprimido, pois o leite tem baixa capacidade de formação de ácidos graxos voláteis, que são de fundamental importância para o desenvolvimento ruminal (BALDWIN et al., 2004). Mas, ao reduzir a ingestão de leite, o consumo de alimento sólido pelo animal é estimulado, e conseqüentemente, ele se tornará um ruminante precoce (VAN SOEST, 1994).

Sabe-se que os bezerros começam a ingerir alimentos sólidos com aproximadamente uma semana de idade. Isso significa que, são necessárias aproximadamente duas semanas para que a motilidade do complexo retículo-rúmen seja estabelecida (QUIGLEY, 2001). Os ácidos graxos voláteis, quando introduzidos no rúmen, tem o poder de iniciar o desenvolvimento papilar e do epitélio ruminal, porém sem ter influência no crescimento do tecido muscular. O ácido butírico é o composto mais eficaz, quando a medição se efetua mediante o peso tissular e os índices de mitose (SAKATA & TAMATE, 1979).

O desenvolvimento físico e anatômico do rúmen sugere uma estreita relação entre desenvolvimento e atividade da flora ruminal (BIAGI et al., 2007). A seqüência de estabelecimento de uma população bacteriana ruminal, no entanto, parece ser primeiramente dependente da dieta do bezerro (ANDERSON et al., 1987).

2.5 Características do concentrado

Quando o bezerro está na fase de aleitamento, a dieta fornecida é de fundamental importância, pois ela tem influência direta no desenvolvimento do animal e na sua vida produtiva futura. De acordo com Baldwin et al. (2004) as exigências de nutrientes de crescimento e de manutenção não se diferenciam entre dietas contendo somente leite ou contendo leite e alimentos sólidos. Mas o concentrado deve ter uma série de características, tais como: palatabilidade adequada, fácil digestibilidade, além de um bom nível energético e proteico (WARNER, 1991).

Adequados tamanhos de partículas do concentrado iniciador são importantes para prevenir o desenvolvimento anormal e a queratinização das papilas ruminais pela impactação das partículas finas entre as papilas (BEHARKA et al., 1998).

Segundo Davis & Drackley (1998) a vantagem de trabalhar com um sistema de alimentação que visa a um desenvolvimento precoce do rúmen é a possibilidade de baratear o custo das dietas, que exclusivamente com leite se tornam mais dispendiosas, além de facilitar o manejo da propriedade, e otimizar a mão-de-obra. Segundo Warner (1991), o desenvolvimento precoce do rúmen permite não somente a exclusão da dieta láctea, mas também incentiva o crescimento da flora bacteriana saprófito dos bezerros.

2.6 Efeito dos AGV sobre o crescimento da mucosa do trato gastrointestinal

À medida em que ocorre o desenvolvimento do rúmen, as papilas aumentam a área de superfície para a absorção de AGV (WARNER, 1991). No recém-nascido, a capacidade de absorção de ácidos graxos voláteis é muito baixa ou quase nula, e se a dieta for exclusivamente com leite, esse efeito pode se prolongar por meses. De acordo com Quigley (2001), os AGVs são responsáveis por promover o desenvolvimento químico do rúmen através do crescimento das papilas ruminais, enquanto que o volumoso promove o desenvolvimento físico da camada muscular.

O desenvolvimento das papilas promove o aumento da área das células epiteliais e sofre influência da taxa de mitose das células, bem como o período transcorrido entre a mitose e a morte celular (SAKATA & TAMATE, 1978). O índice de mitose das células tem sido usado para expressar a capacidade proliferativa do epitélio ruminal (ALONSO, 2002). Bergam (1990), sugere que o efeito estimulatório dos AGVs sobre o desenvolvimento das papilas ruminais seria mediado através do metabolismo dos AGVs no epitélio, já para Sakata & Yajima (1984) esse efeito seria decorrente do aumento do aporte energético das células epiteliais. Segundo Gálfi et al. (1991), se consideramos o mecanismo de ação dos AGVs, eles atuam de forma indireta na proliferação do epitélio ruminal, pelo fato de estimularem a liberação de insulina, que proporcionará o aumento do aporte energético necessário para o desenvolvimento celular.

Para Alonso (2002), à medida em que as papilas ruminais se desenvolvem, elas aumentam o número de células epiteliais, sendo influenciadas de forma direta pela taxa de mitose das células. Ainda, o índice de mitose das células epiteliais é um bom parâmetro para mensurar sua atividade proliferativa.

2.7 Adição de ácido butírico a dieta dos bezerros

De acordo com Baldwin et al. (2004) o tipo de alimentação líquida e a sua composição podem afetar o desenvolvimento e a função do trato gastrointestinal distal, abomaso, rúmen, e intestino delgado. Se essa dieta possuir efeito negativo sobre a alimentação das bezerras em desenvolvimento, diminuirá o consumo de ração sólida, e como resultado, retardará o desenvolvimento ruminal, comprometendo assim o desempenho dos animais (GÓRKA et al., 2011).

Muitos autores citam formas artificiais de melhorar o desenvolvimento do epitélio ruminal. Os resultados de trabalhos desenvolvidos na década de 50 e 60 identificaram a presença dos ácidos graxos de cadeia curta, principalmente butírico e propiônico, como os fatores específicos que promovem o desenvolvimento do epitélio ruminal (TAMATE et al., 1962).

Para os bezerros se tornarem ruminantes funcionais precocemente, é necessário estimular o consumo de alimentos, uma vez que o desenvolvimento do tecido epitelial ruminal está associado ao consumo de concentrado e a consequente produção de ácidos graxos de cadeia curta (OCHOA et al., 1994).

Conforme o estudo de Baldwin & McLeod (2000), foram isoladas células do epitélio ruminal de carneiros após a infusão direta de ácidos graxos de cadeia curta, onde o butirato e o propionato foram identificados como sendo os ácidos graxos mais absorvidos pelo epitélio ruminal. Para estes mesmos autores, o ácido de maior estimulação do desenvolvimento do epitélio ruminal é o butírico.

Segundo Davis & Drackley (1998) os ácidos butírico e propiônico são estimulantes primários do crescimento do tecido, por serem extensamente metabolizados pelo epitélio ruminal durante a absorção. A adição de soluções fracas de ácidos graxos no rúmen de bezerros alimentados com leite (sem o fornecimento de dieta sólida), ocasionou maiores mudanças na taxa de crescimento do tecido papilar desse compartimento e maior desenvolvimento da capacidade absorptiva (SUTTON et al., 1963).

É documentado que o ácido butírico, e em menor extensão, ácido propiônico, são os estimuladores químicos primários do desenvolvimento do epitélio ruminal (MENTSCHHEL et al., 2001). Se o ácido butírico é o estimulador principal do

desenvolvimento do epitélio do rúmen, é possível postular que sua adição ou o seu sal à mistura inicial, poderia acelerar o desenvolvimento do rúmen (HILL et al., 2007).

Recentemente, comprovou-se que o BS é um importante regulador e estimulador das células epiteliais, proliferação, diferenciação, apoptose e no estômago e intestino delgado de bezerros e leitões (MAZZONI et al, 2008), e da secreção de suco pancreático (GUILLOTEAU et al., 2010). Além do BS estimular a secreção pancreática e proliferação de células intestinais, também atuou no crescimento das vilosidades e na ativação das enzimas pancreáticas, o que resultou na melhor digestibilidade, desempenho e saúde de bezerros (HILL et. al., 2007).

Entre as principais características relacionadas ao ácido butírico, destacam-se resultado *in vivo*, onde esse se apresenta como um grande estimulador do crescimento celular (JANSSENS & NOLLET, 2002). Segundo o trabalho de Baldwin & McLeod (2000), quando fornecidos no rúmen sais purificados de sódio em ovinos, o BS se apresentou como ótimo promotor do desenvolvimento epitelial.

Costa (2003) observou resposta diferente com alterações no crescimento normal de papilas de bezerros submetidos à infusão de BS no rúmen. A partir desta informação, o autor concluiu que a administração do ácido graxo de cadeia curta foi incapaz de promover o aumento esperado em tamanho e área de papila ruminal. Também para Gálfi (1993), o fornecimento do butirato pareceu resultar em hiperqueratose do epitélio ruminal e em atrofia papilar. Mas segundo Górká et al. (2011) quando o BS é acrescentado à ração sólida, ele é liberado principalmente no rúmen, criando estimulação de forma direta, o que resultou num maior consumo de alimentos sólidos nas primeiras semanas de vida dos bezerros.

Porém, até que a ingestão dos alimentos sólidos seja plena, os alimentos líquidos são a principal fonte de nutrientes para o bezerro. Isto viabilizaria a estimulação destes compartimentos pela adição do butirato de sódio na dieta líquida. Nos bezerros recém nascidos, o alimento líquido é desviado através da goteira esofágica diretamente para o abomaso sem passar pelo rúmen e os demais pré-estômagos (GÓRKA et al. 2014). Segundo o mesmo autor, o BS acelera a maturação do epitélio do intestino delgado e também exerce um efeito trófico sobre a mucosa e estimula algumas funções tróficas do abomaso.

De acordo com Mazzoni et al. (2008), o BS também possui propriedades antimicrobianas no trato gastrointestinal. Este efeito também foi visto por Franco et.

al.,(2005) que concluiu que o BS apresenta melhora no sistema imunológico, tornando ele mais competente além de possuir uma ação antimicrobiana. Manzanilla et al. (2006) observou que estes efeitos se davam tanto em animais saudáveis com em doentes. Estudos sobre os mecanismos de ação do BS indicam que ele pode atuar através do sistema IGF (Tsubaki et al., 2001). Já para Bocker et al. (2003), demonstrou que o BS pode estimular o sistema de defesa através da modulação do sistema imune e das reações inflamatórias. Também para Biagi et al. (2007) o BS influencia na saúde dos bezerros por estimular o desenvolvimento da microflora do trato gastrointestinal. Entretanto esses dados não foram confirmados por Gilloteau et al. (2009), que concluíram que o BS não pode agir diretamente no desenvolvimento da microflora gastrointestinal.

O BS também estimula a secreção pancreática e conseqüentemente a digestibilidade de nutrientes (GUILLOTEAU et al., 2010). De acordo com Górká et al. (2011) quando BS é fornecido na ração sólida ele afeta principalmente o desenvolvimento ruminal, já a sua suplementação na ração líquida promove o desenvolvimento do intestino delgado, mas também pode promover o desenvolvimento ruminal. O BS acrescentado na dieta sólida, é liberada no rúmen, mas também pode diminuir a apoptose das células intestinais, e promover o aumento do glucagon no plasma que desempenha um importante papel no desenvolvimento do intestino delgado (GÓRKA et al., 2011).

Segundo Górká et al. (2014) a adição de BS também afetou positivamente o ganho de peso corporal, a saúde e alguns metabolitos dos bezerros. Ainda para mesmo autor, o BS na ração sólida afetou de forma direta o desenvolvimento ruminal, mas quando fornecido com o alimento líquido atuou de forma indireta.

3 RESULTADOS

3.1 Manuscrito a ser submetido ao periódico ciência rural

SUPLEMENTAÇÃO DE BUTIRATO DE SÓDIO A DIETA DE BEZERRAS LACTANTES

SODIUM BUTYRATE SUPPLEMENTATION ON LACTATING CALF DIET

Chester Patrique Batistaⁱ; Cristiano Luiz Zerbielliⁱⁱ; Lucas Carvalho Siqueiraⁱⁱⁱ; Gilmar Roberto Meinerz^{iv},

RESUMO

Através deste estudo buscou-se avaliar o efeito da suplementação do Butirato de Sódio (BS) no leite e concentrado fornecido para bezerras recém nascidas. Foram utilizados 45 bezerras recém nascidas, da raça holandesa. Os animais foram divididos em três grupos: C- grupo controle, para o qual foi fornecida dieta base, composta por 1Kg de concentrado, acrescido de 6 litros de leite integral diariamente; BC- grupo, para o qual foi fornecida dieta base acrescido de BS no concentrado; BL- grupo para o qual foi fornecida dieta base acrescida de BS no leite. Durante o período de aleitamento (5 – 65 dias de vida), foram avaliados os parâmetros zootécnicos: ganho de peso, ganho médio diário, consumo, medidas corporais e de saúde. Após o desmame as bezerras foram mensalmente pesadas até os 12 meses de vida. Não houve diferenças entre os grupos C, BC e BL nas medidas corporais e de consumo ($p > 0.05$), havendo apenas diferença no escore de saúde. Os animais dos grupos BC e BL apresentaram menor incidência de diarreia por bezerra, e menor número de dias de curso clínico da mesma por animal em comparação ao grupo C ($p < 0.05$). A adição de Butirato de Sódio à dieta durante os dois primeiros meses de vida de bezerras, não influencia suas medidas corporais, ganho de peso e consumo, porém reduz o tempo de curso clínico da diarreia.

Palavras chave: Bezerras, Butirato de sódio, Dieta, Parâmetros zootécnicos.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of supplementation of Sodium Butyrate (SB) in milk and concentrate fed to newborn calves. 45 newborn calves of the Holstein breed were used. The animals were divided into three groups: C- control group that were daily fed with regular diet (1kg of solid concentrate plus 6 liters of whole milk); BC- group in which Sodium Butyrate were added to solid concentrate before feeding; BL- Group in which Sodium Butyrate were added to whole milk before feeding. During the period of lactation (5- 65 days of life), the zootechnical parameters were evaluated:

Weight gain, average daily gain, consumption, body measurements and health. After weaning, calves were weighed monthly until 12 months of life. There were not differences between C, BC and BL groups on body measurements and consumption ($p > 0:05$), with only difference in the score of health. The animals in groups BC and BL had a lower incidence of diarrhea per calves, and fewer days of clinical course per animal compared to group C ($p < 0.05$). The addition of sodium butyrate to calf's diet for the first two months of life, does not influence their body measurements, body weight gain and consumption, but reduces the clinical course of diarrhea.

Keywords: Calves, Sodium butyrate, Diet, zootechnical parameters.

INTRODUÇÃO

Em propriedades leiteiras o alto valor da reposição de bezerras tem instigado os pesquisadores na procura de novas técnicas, que proporcionem redução nos custos, sem o comprometimento no desempenho dos animais. O início precoce do consumo de grãos permite a antecipação do desmame, resultando em custos de trabalho diminuídos e potencialmente menores custos de alimentação enquanto alcança um adequado crescimento (DAVIS & DRACKLEY, 1998). Porém, segundo Baldwin et al. (2004), para que o desmame precoce ocorra com sucesso, o animal deve apresentar o sistema digestório desenvolvido a tal ponto que possa ser capaz de suprir as exigências nutricionais do seu desenvolvimento corpóreo, obtendo nutrientes a partir do consumo de concentrados e volumosos.

O baixo consumo de alimento sólido durante a fase de aleitamento gera um lento desenvolvimento ruminal, ocasionando assim um menor desempenho pós-desmame (BALDWIN et al., 2004). Neste sentido, o desenvolvimento ruminal é causado, em maior parte, pela ação química dos ácidos graxos voláteis no rúmen (QUIGLEY, 2001). É documentado que o ácido butírico, e em menor extensão, ácido propiônico, são os estimuladores químicos primários do desenvolvimento do epitélio ruminal (MENTSCHHEL et al., 2001). Se o ácido butírico é o estimulador principal do desenvolvimento do epitélio do rúmen, então uma adição direta do ácido butírico ou o seu sal de sódio à mistura inicial poderia acelerar o desenvolvimento do rúmen (HILL et al., 2007).

Recentemente, comprovou-se que o BS é um importante regulador e estimulador das células epiteliais, de proliferação, diferenciação, apoptose e do estômago e intestino delgado de bezerros e leitões (MAZZONI et al., 2008) bem como da secreção de suco pancreático nestes animais (GUILLOTEAU et al., 2010). Além do BS estimular a secreção pancreática e proliferação de células intestinais, também atuou no crescimento das vilosidades e na ativação das enzimas pancreáticas, o que resultou na melhor digestibilidade, desempenho e saúde de bezerros (HILL et al., 2007).

Costa (2003), no entanto observou resposta diferente com alterações no crescimento normal de papilas de bezerros submetidos à infusão de butirato no rúmen. A partir desta informação, o autor concluiu que a administração do ácido graxo de cadeia curta foi incapaz de promover o aumento esperado em tamanho e área de papila ruminal. Também para Gálfi (1993), o fornecimento do butirato pareceu resultar em hiperqueratose do epitélio ruminal e em atrofia papilar.

O BS também estimula a secreção pancreática e conseqüentemente a digestibilidade de nutrientes (GUILLOTEAU et al., 2010). De acordo com Górká et al., (2011) quando BS é fornecido na ração sólida ele afeta principalmente o desenvolvimento ruminal, já a sua suplementação na ração líquida, promove o desenvolvimento do intestino delgado, mas também pode promover o desenvolvimento ruminal. O BS acrescentado à dieta sólida é liberado no rúmen, mas também pode diminuir a apoptose das células intestinais, e promover o aumento do glucagon no plasma que desempenha um importante papel no desenvolvimento do intestino delgado (GÓRKA et al., 2011).

Segundo Górká et al. (2014) a adição de BS também pode afetar de forma indireta o ganho de peso corporal, a saúde e alguns metabólitos dos bezerros. Ainda para o mesmo autor, o BS na ração sólida afetou de forma direta o desenvolvimento ruminal, mas quando fornecido com o alimento líquido atuou de forma indireta. No entanto, nunca se testou o fornecimento do BS no leite integral, nem foram feitas estas avaliações mensurando parâmetros zootécnicos desses animais, apenas foram feitas observações dos mesmos. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da suplementação do butirato de sódio no leite integral e no concentrado no desempenho de bezerras recém nascidas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento realizou-se no período de 15 de maio de 2013 até 15 de junho, de 2014, na Fazenda Santa Isabel, de propriedade do Grupo Irmãos Strobel S/A, no município de Condor, região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. A propriedade se localiza a uma altitude média de 605 metros acima do nível do mar (latitude 28°, 12', 13'', longitude 53°, 28', 41''). Foram utilizadas 45 fêmeas da raça holandesa preto e branco. Os animais eram oriundos da propriedade e apresentavam linhagem genealógica conhecida. Após o nascimento dos animais, houve a identificação do bezerro com brinco de numeração corrente dentro da propriedade, a desinfecção do umbigo dos animais com iodo a 10%, que se repetia por mais 4 dias, e a aplicação de Doramectina a 1%. Após o nascimento, os animais foram alojados em baias elevadas individuais. O tamanho das mesmas é de 1,5 metros de largura, por 2 metros de comprimento, também possuía um balde para a água e outro para o alimento sólido, o leite era fornecido no balde da água.

O BS era adicionado na dose de 2 gramas por kg de matéria seca (no concentrado ou no leite) a dieta entre o 5° e o 65° dia. Os grupos de tratamento foram: C- grupo controle; BC- grupo tratado com BS no concentrado; BL- grupo tratado com BS no leite. Ao grupo C foi fornecido apenas a dieta base composta por 1 kg de concentrado, seis litros de leite integral (três litros pela manhã e três pela tarde) a água era fornecida *ad libidum*. O grupo BC recebeu a dieta base acrescido de BS no concentrado diariamente. Já o grupo BL também recebia a dieta base, porém com a adição de BS ao leite integral.

Diariamente alimentou-se os animais as 7 horas da manhã, sendo fornecidos três litros de leite a 37 graus, aos grupos C, BC, e BL, ao último grupo também foi acrescido metade da dose diária de BS pela manhã. Após o aleitamento, fornecia-se a água *ad libidum* no balde do leite, também fornecia-se 1kg de concentrado para os grupos C, BC, e BL, porém ao grupo BC ocorria nesse mesmo momento o fornecimento de BS. Às 18 horas realizava-se novamente o mesmo procedimento da manhã com o leite. O leite utilizado era proveniente da propriedade e passava por um processo térmico de pasteurização antes do fornecimento aos animais. O concentrado era composto pelos seguintes ingredientes: Farelo de milho, farelo de soja, farelo de trigo, e

mix mineral. O concentrado era composto quimicamente por: 90.86% de Matéria seca, 21.32% de Proteína bruta, 2.43% de Extrato etéreo, 19.42% de Fibra em detergente neutro, 9.21% de fibra em detergente ácido, e 71.26% de nutrientes digestivos totais, sendo balanceada segundo as recomendações do NRC (2001).

Neste experimento avaliaram-se os seguintes parâmetros zootécnicos: medidas corporais, de consumo, e escore de saúde. Os dados de medidas corporais foram embasados segundo o índice de Osório et al. (2012), onde foi avaliado o peso corporal, perímetro torácico, altura da cernelha e a largura de quadril ao nascimento, aos 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 65 dias pós-nascimento. Todas as medidas foram obtidas pela mesma pessoa ao longo do experimento, 4 horas após a alimentação. O consumo do concentrado iniciador foi mensurado diariamente antes da reposição do mesmo, esse procedimento ocorreu a partir do 5° até o 65° dia pós - nascimento. O escore de saúde (escore fecal) foi classificado diariamente de acordo com o índice criado por Walker et al. (1998), sendo usada uma escala de 0 a 3, onde 0 era fezes bem formadas e firmes (normal), 1 era fezes tendendo a pastosas sem ser diarréicas, 2 era fezes pastosas, diarréia moderada, e 3 fezes aquosas, com diarreia intensa. A partir do dia 65° as bezerras seguiram sendo pesadas mensalmente, para determinar quaisquer efeitos residuais que poderiam ser observados nos grupos C, BC, e BL.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e quinze repetições. Os dados diários, semanais e mensais, foram submetidos à análise de variância as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade do erro. O teste de contrastes foi utilizado para comparar os tratamentos com e sem BS. As análises foram efetuadas com auxílio do pacote estatístico SAS (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A hipótese inicial do trabalho foi de que a suplementação de BS no leite promoveria um incremento dos parâmetros zootécnicos através de um maior consumo de concentrado no período inicial até a desmama. O peso vivo inicial dos animais não diferiu (Tabela 1), demonstrando que a formação dos grupos foi adequada. Também

pode-se observar na mesma tabela, que as variáveis peso vivo final e ganho médio diário, não apresentaram diferença entre o grupo controle e os tratamentos. Da mesma maneira que se pode observar no estudo de Costa (2003), o qual evidenciou que o fornecimento do BS por infusão no rúmen não tem influência positiva sobre o epitélio ruminal, neste estudo também não apresentou influência positiva sobre as medidas corporais e de consumo. No entanto são diferentes dos encontrados por Guilloteau et al. (2010), onde o fornecimento de BS tanto no sucedâneo lácteo quanto no concentrado e por Górká et al. (2014) na qual o fornecimento do sal de BS tanto no leite integral quanto no concentrado acelerou o desenvolvimento ruminal dos animais no período inicial de vida.

O peso vivo médio das bezerras aos 65 dias foi de 91.48 kg ($p>0,05$). O peso dos animais desta idade está de acordo com o trabalho de Roth (2008), Passillé et al. (2010). Comparativamente, a média de idade de desmame em fazendas leiteiras dos Estados Unidos é de 8.2 semanas (NAHMS, 2007). Assim, este peso inicial elevado pode diminuir a idade ao primeiro parto, reduzindo os custos de produção (CADY & SMITH, 1996). Além disso, ao contrário de novilhas mais velhas, altas taxas de crescimento para bezerras com menos de 90 kg não têm efeitos negativos sobre o desenvolvimento mamário (SEJRSEN et al., 2000). O GMD (Ganho médio diário) dos grupos foi de 0.86 kg ($p>0,05$), não havendo diferença entre os entre os grupos C, BC e BL, mas foi adequado para a fase de criação das bezerras. Segundo Jasper & Weary (2002) os animais que apresentam GMD na ordem de 750 a 850 gramas, obtiveram ótimo peso ao desmame. O consumo de concentrado (Tabela 2) e a conversão alimentar do mesmo também foram similares entre o grupo controle e os grupos tratados com BS, com médias de 27,15 kg ($p>0,05$) e 0.66 kg/kg de PV ($p>0,05$). A média de conversão alimentar para bezerros até 85 kg é de 0.65 kg/kg de PV (DIAZ et al., 2001). Estes dados são diferentes dos sugeridos por Górká et al. (2011), na qual sugere que o fornecimento do BS, tanto no leite quanto no concentrado otimiza o consumo e a conversão alimentar. Porém a conversão alimentar média de ambos os grupos é adequada para as fases que as bezerras se encontram.

Pode-se observar que o consumo de concentrado médio neste estudo foi adequado para suprir a demanda nutricional das bezerras. Salienta-se que, como o consumo de concentrado se desenvolveu de forma adequada para todos os grupos, estes parâmetros não foram limitantes para um adequado desenvolvimento ruminal. Essa

hipótese está de acordo com a pesquisa descrita por Baldwin et al. (2004), na qual os animais que tiveram um adequado consumo de concentrado pré-desmame apresentaram maior peso vivo pós-desmame e uma melhor função ruminal.

De acordo com Stamey et al. (2012), o consumo de concentrado antes do desmame, foi um forte preditor do ganho de peso diário durante a semana após o desmame, o que indica que o monitoramento inicial do consumo de concentrado antes da desmama continua a ser uma importante prática de gestão para facilitar a transição para o desmame. Bezerros devem consumir pelo menos 1 kg de concentrado diariamente a fim de garantir a manutenção da taxa de crescimento pós-desmame (STAMEY et al., 2012). Nesse sentido, o consumo médio diário de concentrado dos animais ao sexagésimo quinto dia do experimento foi de 1.452 kg ($p>0,05$).

Essa é uma informação importante no manejo de bezerras, pois após o início da ingestão de alimentos sólidos e subsequente estabelecimento de fermentação ruminal pelo bezerro, o rúmen sofre desenvolvimento físico e metabólico (BALDWIN et al., 2004). Assim, pode-se sugerir que a plena ingestão de alimentos sólidos que os grupos tiveram promoveu o desenvolvimento ruminal, resultando em mudanças metabólicas que contribuíram para o adequado crescimento dos bezerros.

A ingestão de alimentos sólidos, especialmente de uma dieta rica em carboidratos, estimula a proliferação microbiana ruminal e produção de AGV (SUÁREZ et al., 2006). No presente trabalho, os animais de todos os grupos consumiram quantidades de alimentos sólidos que supriam as necessidades de carboidratos na forma de grãos (NRC, 2001). De acordo com Baldwin et al., (2004) dietas a base de grãos ou hidratos de carbono estimulam a proliferação microbiana e produção de AGV, promovendo de forma subsequentemente o desenvolvimento do rúmen. A base das dietas sólidas das lactantes é formada por grãos, que são importantes fontes de amido. A maior disponibilidade de amido no intestino delgado aumenta sua taxa de digestão (KHAN et al. 2007). Além disso, um maior consumo de amido pode desencadear atividade gluconeogênica hepática em bezerros (HUNTINGTON et al., 2006). No presente estudo uma maior ingestão de grão com grande teor de amido pode ter, em parte, contribuído para melhorar a eficiência energética e o desempenho das bezerras.

As medidas corporais aumentaram ($p<0,05$) ao longo do tempo, porém não houve influencia do grupo experimental ($p>0,05$, Tabela 3). Segundo Górka et al.,

(2014) o fornecimento de BS poderia promover uma melhora no desenvolvimento das medidas corporais dos animais tanto no sucedâneo lácteo quanto no concentrado. As variáveis altura da cernelha, perímetro torácico e largura de quadril apresentaram aumento até o momento do desmame, porém não apresentaram diferença entre os grupos C, BC e BL ($p>0,05$). A largura de quadril, altura de cernelha e perímetro torácico são determinados pelo potencial genético, mas o ambiente e o regime de alimentação podem ter uma forte influência na expressão do genótipo promovendo ou retardando o crescimento dos animais (OWENS et al., 1993). Nesse estudo, observou-se um adequado desenvolvimento da altura da cernelha, do perímetro torácico e da largura do posterior, o que pode ser atribuído a uma interação da nutrição e um manejo adequado que foram capazes de promover o total desenvolvimento genético, tornado assim sem relevância o fornecimento de BS aos grupos BC e BL.

Como podemos observar no gráfico 1, a média de peso mensal por doze meses das bezerras não apresentou variação significativa entre os animais dos grupos C, BC, e BL. Estes dados são diferentes dos apresentados por Guilloteau et al., (2010), e Górka et al., (2011), que apresentam um resultado positivo para os grupos com inclusão do BS no desenvolvimento corporal. Uma das hipóteses para o desenvolvimento semelhante dos grupos foi de que não há um efeito do BS sobre o ganho de peso no acumulado de doze meses, evidenciando que os três grupos tiveram um crescimento de arranque e um período de desmame amparado por uma correta nutrição, com alimentos de qualidade ideal que proporcionou seguir o desenvolvimento, chegando aos doze meses com peso corpóreo das bezerras próximo aos 350 KG de peso vivo ($p>0,05$).

Salienta-se que os animais tratados com BS, independentemente da forma de suplementação, apresentaram menos dias de diarreia em relação ao grupo C (BL=0,71, BC=0,87 e C=1,67; $p<0,05$). Estes achados podem ser sugestivos da estabilidade e diversidade da flora do trato gastrointestinal que o BS pode ter induzido aos animais dos grupos BL e BC, dificultando assim a multiplicação de microrganismos patógenos que desencadeiam a diarreia. A diversidade microbiana é uma medida da quantidade dos diferentes microrganismos detectados que funcionam como um indicador da estabilidade da microbiota do trato Gastrointestinal (ZOETENDAL et al., 2004). No presente estudo a diversidade da flora pode ter contribuído para não abrir espaço a multiplicação de agentes patógenos causadores da diarreia. Para Biagi et al. (2007) o BS tem efeito acidificante do trato gastrointestinal, que promove a modulação da flora

do mesmo, contribuindo para a proteção contra os microrganismos patógenos através da competição pelos locais de ligação na parede do epitélio.

Outro efeito descrito na literatura que pode ter contribuído para o presente resultado é o poder antimicrobiano do BS sobre agentes patógenos do trato digestório que causam diarreia. Este achado corrobora com os encontrados por Mazzoni et al. (2008), que afirma que o BS tem propriedades antimicrobianas. O BS apresenta melhora nos sistemas de defesa (sistema imunológico mais competente, ação antimicrobiana e sistema imune mais pronunciado; FRANCO et al., 2005). As propriedades antimicrobianas dos ácidos orgânicos tais como BS poderão ser resultado da capacidade da produção de substâncias antimicrobianas (tais como bactericidas) e da criação de um ambiente fisiologicamente restritivo a bactérias patógenas tais como Salmonela e E.coli. (CASTILLO et al., 2006).

Outra hipótese cogitada no presente estudo é a de que o BS pode ter modulado de forma positiva o sistema imune dos grupos BL e BC, de forma a atenuar os possíveis efeitos negativos dos agentes patógenos causadores da diarreia. Segundo Jiang et al. (2000) o BS promove uma maior atividade do sistema imune intestinal. Porém, esses dados não se refletiram em diferença das medidas zootécnicas, nem nas medidas de consumo dos grupos BL, e BC em relação ao grupo C, uma provável hipótese para isso é a de que, mesmo com um maior número de dias de diarreia que o grupo C sofreu, aparentemente não foi capaz de afetar o suprimento nutricional destes animais. Nos bezerros lactantes, o plano de nutrição afeta especificamente o eixo somatotrópico (SMITH et al., 2002). Segundo o mesmo autor, a ingestão adequada de nutrientes é essencial para otimizar o crescimento e promover o aumento de IGF-1, insulina, e glicose. Também para Clark, (1997) o eixo somatotrópico influencia de forma positiva o sistema imunitário das bezerras.

CONCLUSÃO

A adição de Butirato de sódio à dieta de bezerras, durante os dois primeiros meses de vida, não influencia suas medidas corporais, ganho de peso e consumo, porém reduz tempo do curso clínico da diarreia.

COMITE DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

O trabalho foi realizado de acordo com princípios adotados pelo conselho de ética do uso de animais da Universidade de Cruz Alta, sob o protocolo de número 009/2014.

REFERÊNCIAS

BALDWIN, R. L., et al. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and post-weaning ruminant. *J. Dairy Sci.* 87(E. Suppl.):E55–E65, 2004.

BIAGI, G., A. Piva, M. Moschini, E. Vezzali, and F. X. Roth. Performance, intestinal microflora, and wall morphology of weanling pigs fed sodium butyrate. *J. Anim. Sci.* 2007.

CADY, RA , TR SMITH. Economia de programas de sensibilização novilha. *Proc. Bezerros Novilhas e Rentabilidade Dairy NAT. Con., Harrisburg, PA. NRAES Publ. 74, Ithaca, NY.* 1996.

CASTILLO, M., et al. The response of gastrointestinal microbiota to the use of avilamycin, butyrate, and plant extract in early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 84:2725-2734; 2006.

CLARK, R. The somatogenic hormones and insulin-like growth factor-1: Stimulator of lymphopoiesis and immune function. *Endocr. Rev.* 1997.

COSTA, S. F. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e epiderme de bezerros. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. p.122-123, 2003.

DAVIS, C. L.; DRACKLEY, J. K. Starter feed: Importance, composition, and intake. The development, nutrition, and management of the young calf. Ames: Iowa State University Press. p. 283-292, 1998.

DIAZ M. C., et al., Composition of Growth of Holstein Calves Fed Milk Replacer from Birth to 105-Kilogram Body Weight. *J. Dairy Sci.* 84:830–842 American Dairy Science Association, 2001.

FRANCO, L. D., et al., Effect of combinations of organic acids in weaned pig diets on microbial species of digestive tract contents and their response on digestibility. *J. Anim. Phys. Anim. Nutr.*, 2005.

GÁLFI, P. et. al. Influence of intracellular matrix components on the growth and differentiation of ruminal epithelial cells in primary culture. *Research Veterinary Science*, London, v. 54, n. 1, p.102-109, 1993.

GUILLOTEAU, P. G. et. al. Dietary sodium-butyrate supplementation increases digestibility and pancreatic secretion in young milk fed calves. *Journal of Animal Science*, v.93, n.12, p.5842–5850, 2010.

GÓRKA, P., et al., Effect of method of delivery of sodium butyrate on rumen development in newborn calves. 2011.

GÓRKA, P. et. al. Effect of method of delivery of sodium butyrate on maturation of the small intestine in newborn calves. *J. Dairy Sci.* 97 :1026–1035. American Dairy Science Association, 2014.

HILL, T. M. et. al. Effects of changing the fat and fatty acid composition of milk replacers fed to neonatal calves. *The Professional Animal Scientist*, v.23, n. 2, p.135–143, 2007.

HUNTINGTON, G. B., et al., Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. *J. Anim. Sci.* 84(E Suppl.), 2006.

JASPER J, WEARY D M. Efeitos da Ad Libitum ingestão de leite em leiteiras Bezerros. *Animais Programa de Bem-Estar, da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade de British Columbia, Vancouver V6T 1Z4, Canadá.* 2002.

JIANG, R., et al. Dietary plasma protein reduces small intestinal growth and lamina propria cell density in early-weaned pigs. *J. Nutr.* 130:12-26; 2000.

KHAN M. A., et al., Structural Growth, Rumen Development, and Metabolic and Immune Responses of Holstein Male Calves Fed Milk Through Step-Down and Conventional Methods. *Dairy Cattle Research Division, National Livestock Research Institute, Cheonan, 330-880, Republic of Korea.* 2007.

MAZZONI, M., M. Le Gall, S. De Filippi, L. Minieri, P. Trevisi, J. Wolinski, G. Lalatta-Costerbosa, J. P. Lallès, P. Guilloteau, and P. Bosi. Supplemental sodium butyrate stimulates different gastric cells in weaned pigs. *J. Nutr.* 138:1426–1431.2008.

MENTSCHHEL, J., R. Leiser, C. Mülling, C. Pfarrer, and R. Claus. Butyric acid stimulates rumen mucosa development in the calf mainly by a reduction of apoptosis. *Arch. Tierernahr.* 55:85–102, 2001.

NAHMS (National Animal Health Monitoring System). Part I: Reference of Dairy Cattle Health and Management Practices in the United States, 2007. Publ. N480.1007. US Department of Agriculture: Animal and Plant Health Inspection Service: Veterinary Services (USDA:APHIS:VS), Centers for Epidemiology and Animal Health (CEAH), Fort Collins, CO. Dairy 2007

NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press, Washington, DC., 2001.

OWENS, F. N., et al., Factors that alter the growth and development of ruminants. J. Anim. Sci. 1993.

QUIGLEY, J. D. et. al. Changes in blood glucose, nonesterified fatty acids, and ketones in response to weaning and feed intake in young calves. Journal of Animal Science. 74: p.250–257, 2001.

ROTH B.A et al., Influência do método de desmame sobre o estado de saúde e desenvolvimento ruminal em lacteos bezerros. American Dairy Science Association, 2008.

SJERSEN K, Purup S, et al., Alto ganho de peso e redução do crescimento mamário bovino: bases fisiológicas e implicações para a produção de leite. Domest. Anim. Endocrinol. 19 : 93-104; 2000.

SMITH, J. M., et al., Effect of nutrient intake on the development of the somatotropic axis and its responsiveness to GH in Holstein bull calves. J. Anim. Sci. 2002.

STAMEY J A. Influence of starter protein content on growth of dairy calves in an enhanced early nutrition program. J. Dairy Sci. 95:3327-3336. American Dairy Science Association, 2012.

SUÁREZ BJ, et al., Efeitos da concentrados completos diferentes na composição de carboidratos na dieta de vitelos: II. Desenvolvimento ruminal. J. Sci Dairy. de 2006.

WALKER, P. et al. A reliable, practical, and economical protocol for inducing diarrhea and severe dehydration in the neonatal calf. Canadian Journal of Veterinary Research, v. 62, n.3 p. 205-213, 1998.

ZOETENDAL, E. G., et al. Molecular ecological analysis of the gastrointestinal microbiota: A review. J. Nutr. 134:465-472; 2004.

Tabela 1 – Efeito do butirato de sódio sobre o ganho de peso de bezerras da raça Holandês entre o 5° (inicial) e o 65° (final) dia de vida de acordo com os tratamentos: dieta padrão (controle), dieta padrão adicionado de butirato de sódio no concentrado (BC) ou dieta padrão adicionado de butirato de sódio no Leite (BL). Não houve diferença entre grupos ($p>0,05$).

Tratamentos	Parâmetros			
	Peso vivo inicial (kg)	Peso vivo Final (kg)	Ganho de peso vivo (kg)	Ganho médio diário (kg/dia)
Controle	38,33	89,73	51,40	0,85
BC	39,20	92,00	52,80	0,85
BL	39,50	92,71	53,21	0,88
Média	39,01	91,48	52,47	0,86
CV (%)	6,57	8,80	25,30	14,47

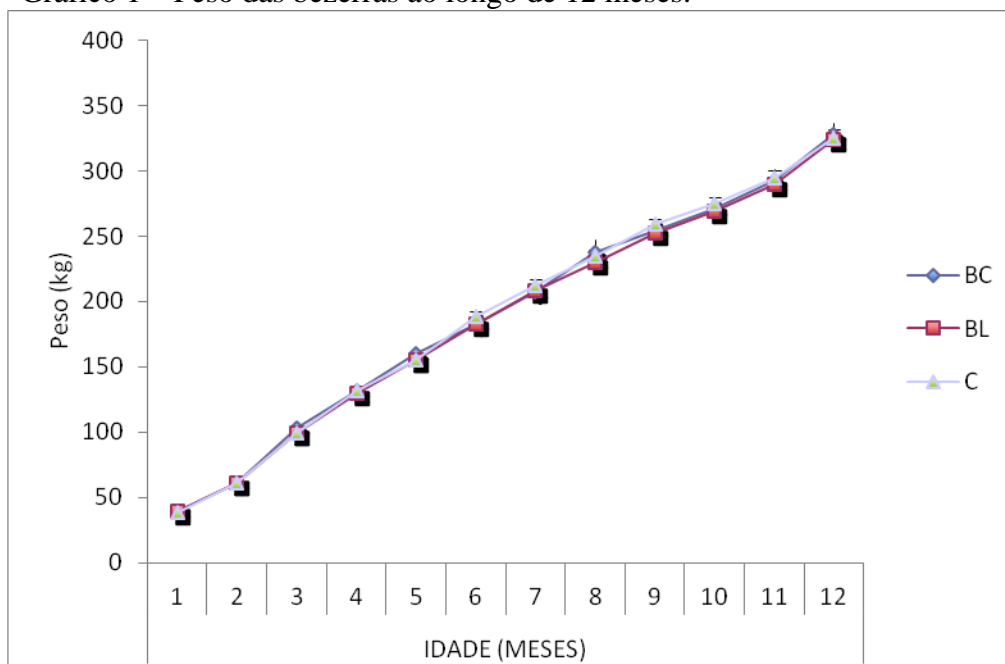
Tabela 2 – Efeito do butirato de sódio sobre o consumo de concentrado e conversão alimentar de bezerras da raça Holandês 5° (inicial) e 65° (final) dia de vida de acordo com os tratamentos: dieta padrão (controle), dieta padrão adicionado de butirato de sódio no concentrado (BC) ou dieta padrão adicionado de butirato de sódio no Leite (BL). Não houve diferença entre grupos ($p>0,05$).

Tratamentos	Parâmetros	
	Consumo de concentrado (kg)	Conversão do concentrado (kg/kg de PV)
Controle	25,71	0,64
BC	29,39	0,68
BL	26,34	0,67
Média	27,15	0,66
CV (%)	20,06	19,15

Tabela 3 – Efeito do butirato de sódio sobre as medidas corporais de bezerras ao 5° (inicial) e 65° (final) dia de vida. Medidas de altura da cernelha, perímetro torácico, largura de posterior e ganho semanal de bezerras da raça Holandês de acordo com os tratamentos: dieta padrão (controle), dieta padrão adicionado de butirato de sódio no concentrado (BC) ou dieta padrão adicionado de butirato de sódio no Leite (BL). Não houve diferença entre grupos ($p>0,05$).

Tratamentos	Parâmetros								
	Altura da cernelha (cm)			Perímetro torácico (cm)			Largura do Posterior (cm)		
	Inicial	Final	Ganho	Inicial	Final	Ganho	Inicial	Final	Ganho
Controle	73,67	90,13	1,83	73,67	90,13	1,83	26,73	37,40	1,19
BC	73,67	90,80	1,90	73,67	90,80	1,90	28,00	38,47	1,16
BL	73,86	90,86	1,89	73,86	90,86	1,89	28,00	38,21	1,13
Média	73,73	90,60	1,87	73,73	90,60	1,87	27,58	38,03	1,16
CV (%)	3,94	2,73	3,23	3,90	2,60	3,54	8,75	8,82	8,78

Gráfico 1 – Peso das bezerras ao longo de 12 meses.



REFERENCIAS

- ALONSO, L. S. Marcadores morfológicos em papilas ruminais de bovinos e ovinos. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. p.43-44, 2002.
- ANDERSON, K. L. et. al. Ruminal metabolic development in calves weaned conventionally or early. *Journal of Dairy Science*, Manhattan, v.70, p. 1000-1006, 1987.
- BALDWIN, R. L.; MCLEOD, K. R. Effects of diet. forage: concentrate ratio and metabolizable energy intake on isolated rumen epithelial cell metabolism in vitro. *Journal of Animal Science*, v.78, p.771-783, 2000.
- BALDWIN, R. L., et.. al. Ruminal development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and post-weaning ruminant. *J. Dairy Sci.* 87(E. Suppl.):E55–E65, 2004.
- BANKS, W. J. Histologia veterinária aplicada. 2 ed. São Paulo: Manole. p. 603-629, 1992.
- BEHARKA, A. A. et. al. Effects of form of the diet. on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. *Journal of Animal Science.*, v.81, p.1946-1955, 1998.
- BERGMAN, E. N. Energy contribution of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiological Reviews*, v. 70, p.567-590, 1990.
- BOCKER, U., T. Nebe, F. Herweck, L. Holt, A. Panjas, C. Jobin, S. Rossol, R. B. Sartor, and M. V. Singer. Butyrate modulates intestinal epithelial cell-mediated neutrophil migration. *Clin. Exp. Immunol.* 2003.
- CHURCH, D. C., El ruminante: Fisiologia digestiva y nutricion. Zaragoza: Acríbia, p. 47-68, 1983.
- COSTA, S. F. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e epiderme de bezerros. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. p.122-123, 2003.
- DAVIS, C. L.; DRACKLEY, J. K. Starter feed: Importance, composition, and intake. The development, nutrition, and management of the young calf. Ames: Iowa State University Press. p. 283-292, 1998.
- DYCE, Keith M.; SACK M. O.; WENSING, C. J. G.; Tratado de anatomia veterinária. Tradução de Maria E. L. Summa & Fabiana Buassaly. 3ª reedição. Ed. Elsevier, Rio de Janeiro, 2004.

FRANCO, L. D., M. FONDEVILA, M. B. Lobera, and C. Castrillo. Effect of combinations of organic acids in weaned pig diets on microbial species of digestive tract contents and their response on digestibility. *J. Anim. Phys. Anim. Nutr.*, 2005.

FRANKLIN, S. T.; JACKSON, J. A. Health and performance of Holstein calves that suckled or were hand-fed colostrums and were fed one of three physical forms of starter. *Journal of Animal Science*,. Lexington, v.86, p. 2145-2153, 2003.

GÁLFI, P., NEOGRÁDY S., SAKATA T., Effects of volatile fatty acids on the epithelial cell proliferation of the digestive tract and its hormonal mediation. p 49–59 In: *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants: Proceedings of the Seventh International Symposium on Ruminant Physiology*. T. Tsuda, Y. Sasaki, and R. Kawashima, ed. Academic Press, Inc., San Diego, CA, 1991

GÁLFI, P. et. al. Influence of intracellular matrix components on the growth and differentiation of ruminal epithelial cells in primary culture. *Research Veterinary Science*, London, v. 54, n. 1, p.102-109, 1993.

GÁLFI, P. et. al. Effects of volatile fatty acids on the epithelial cell proliferation of the digestive tract and its hormonal mediation. In: *INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY*, 7. Sendai. Proceedings ... San Diego: Academic Press. p.49-59, 1991.

GÓRKA, P. Z. M. et. al. Is rumen development in newborn calves affected by different liquid feeds and small intestine development? *Journal of Animal Science*, v.94, n.6, p.3002–3013, 1993.

GÓRKA, P., Z. M. et.. al. Effect of method of delivery of sodium butyrate on rumen development in newborn calves. *J. Dairy Sci.* 94:5578–5588, 2011.

GÓRKA, P., Z. M. Kowalski, P. Pietrzak, A. Kotunia, W. Jagusiak, J.J. Holst, R. Guilloteau, and R. Zabielski. Effect of method of delivery of sodium butyrate on rumen development in newborn calves. 2011.

GÓRKA, P., Z. M. Kowalski, P. Pietrzak, A. Kotunia, W. Jagusiak, and R. Zabielski. Is rumen development in newborn calves affected by different liquid feeds and small intestine development? *J. Dairy Sci.* 2011.

GÓRKA, P. et.. at. Effect of method of delivery of sodium butyrate on maturation of the small intestine in newborn calves. *J. Dairy Sci.* 97 :1026–1035. American Dairy Science Association, 2014.

GUILLOTEAU, P. V. et. al. Is Na-butyrate a growth factor in the preruminant calf? Preliminary results. *Journal of Animal Feed Science*, v. 13, Suppl. 1, p.393–396, 2009.

GUILLOTEAU, P. R. et. al. Sodium butyrate as a growth promoter in milk replacer formula for young calves. *Journal of Animal Science*. v. 92, n. 3, p.1038–1049, 2009.

GUILLOTEAU, P. G. et. al. Dietary sodium-butyrate supplementation increases digestibility and pancreatic secretion in young milk fed calves. *Journal of Animal Science*, v.93, n.12, p.5842–5850, 2010.

HENRIKSON, R. C. Ultrastructure of ovine ruminal epithelium and localization of sodium in the tissue. *Journal of Ultra structure Research*, San Diego, v. 30, n. 3, p 385-401, 1970.

HILL, T. M. et. al. Effects of changing the fat and fatty acid composition of milk replacers fed to neonatal calves. *The Professional Animal Scientist*, v.23, n. 2, p.135–143, 2007.

HILL, T. M. et. al. Effects of changing the fatty acid composition of calf starters. *The Professional Animal Scientist*, v.23, n.6, p.665–671, 2007.

HUTJENS, M. F. “Dairy calf nutrition and management”. 2002. Disponível em: <<http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/youngosto/DAIRY-CALF-Nutrition-ANP-Management>> Acesso em: 26 fev, 2014.

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

KHAN M. A., et al., Structural Growth, Rumen Development, and Metabolic and Immune Responses of Holstein Male Calves Fed Milk Through Step-Down and Conventional Methods. Dairy Cattle Research Division, National Livestock Research Institute, Cheonan, 330-880, Republic of Korea. 2007.

MANZANILLA, E. G., M. NOFRARIAS, M. ANGUITA, M. Castillo, J. F. Perez, S. M. Martin-Orue, C. Kamel, and J. Gasa. Effects of butyrate, avilamycin, and a plant extract combination on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 2006.

MAZZONI, M., M. Le Gall, S. De Filippi, L. Minieri, P. Trevisi, J. Wolinski, G. Lalatta-Costerbosa, J. P. Lalles, P. Guilloteau, and P. Bosi. Supplemental sodium butyrate stimulates different gastric cells in weaned pigs. 2008.

NICKEL, R.; et. al. The anatomy of the domestic animals: the circulatory system, the skin and the cutaneous organs of the domestic mammals. Berlin-Hamburg: Verlag Paul Parey. v. 3, 610 p, 1981.

NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press, Washington, DC., 2001.

OCHOA, S. M. et. al. Desenvolvimento ruminal e papilar em bezerros mestiços (Holandês-Zebu). *Ciência e Prática*, v.18, n.3. p.320-325, 1994.

PHILLIPS. C. J. C., The Effects of Forage Provision and Group Size on the Behavior of Calves. *J. Dairy Sci.* 87:1380–1388. American Dairy Science Association, 2004.

QUIGLEY, J. D. Influence of weaning method on growth, intake, and select blood glucose, nonesterified fatty acids, and ketones in response to weaning and feed intake in young calves. *Journal of Animal Science*. Knoxville, v.79, p. 2255-2260, 1996.

QUIGLEY, J. D. et. al. Changes in blood glucose, nonesterified fatty acids, and ketones in response to weaning and feed intake in young calves. *Journal of Animal Science*. 74: p.250–257, 2001.

ROCHA, E. O. et. al. 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.

SAKATA, T.; YAJIMA, T. Influence of short chain fatty acids on the epithelial cell division of digestive tract. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, New York, v. 69, n. 3, p. 639-648, 1984.

SAKATA, T.; TAMATE, H. Rumen epithelium cell proliferation accelerated by rapid increase in intra-ruminal butyrate. *Journal of Animal Science*. Savoy, v. 61, p. 1102-1109. 1978.

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

SNIFFER, C. J.; HERDT, T. H. *The Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice – Dairy nutrition Management*. Michigan: Guest editors, v.7 n.2, p.557-573, 1991.

SUTTON, J. D. et. al. Functional development of rumen mucosa. II. Metabolic activity. *Journal of Animal Science*., v.46, p.530-537, 1963.

TAMATE, H. et. al. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *Journal of Dairy Science*, v.45, p.408-420, 1962.

TSUBAKI, J., W. K. CHOI, A. R. Ingermann, S. M. Twigg, H. S. Kim, R. G. Rosenfeld, and Y. Oh. 2001. Effects of sodium butyrate on expression of members of the IGF-binding protein superfamily in human mammary epithelial cells. *J. Endocrinol*. 2001.

VAIR, C. et. al Influence of sodium salts of volatile fatty acids on rumen development in the young calf. *Journal of Animal Science*., v. 43, 890p, 1960.

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University press. 467p, 1994.

VEIGA, J. E. O Brasil ainda não encontrou seu eixo de desenvolvimento. *Estudos avançados*. 15: p.101-119, 2001.

WARNER, R. G. Nutritional factors affecting the development of a functional ruminant- A historical perspective. In: Cornell conference for feed manufacturers. Proceedings... Rochester, New York. 1991