

**DESEMPENHO DE BEZERROS
SUBMETIDOS A PROTOCOLOS
UTILIZANDO CONCENTRADOS
EXTRUSADO OU FARELADO**

AMÁLIA SATURNINO CHAVES

2010

AMÁLIA SATURNINO CHAVES

**DESEMPENHO DE BEZERROS SUBMETIDOS A PROTOCOLOS
UTILIZANDO CONCENTRADOS EXTRUSADO OU FARELADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Ciências Veterinárias para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora

Profa. Dra. Suely de Fátima Costa

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2010

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Chaves, Amália Saturnino.

Desempenho de bezerros submetidos a protocolos utilizando
concentrados extrusado ou farelado / Amália Saturnino Chaves. –
Lavras : UFLA, 2010.

53 p. : il.

Dissertação(mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Suely de Fatima Costa.

Bibliografia.

1. Aleitamento. 2. Ração inicial. 3. Processamento de grãos. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.20852

AMÁLIA SATURNINO CHAVES

**DESEMPENHO DE BEZERROS SUBMETIDOS A PROTOCOLOS
UTILIZANDO CONCENTRADOS EXTRUSADO OU FARELADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Ciências Veterinárias para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 29 de janeiro de 2010

Prof. Dr. Marcos Neves Pereira UFLA

Prof. Dr. João Chrysostomo de Resende Júnior UFLA

Prof. Dr. José Rafael Miranda UFLA

Profª. Dra. Suely de Fátima Costa

UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Aos meus pais, Clovis e Glória;
Ao meu irmão, Vinícius,
Dedico

Ao Igor, meu amor,
Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sabedoria e proteção.

Aos meus pais, Clóvis e Glória, e ao meu irmão, Vinícius, meus grandes incentivadores, pelo amor e apoio em todos os momentos.

Ao Igor, meu companheiro, pelo amor e conforto em todas as horas.

À Professora Suely Costa, pela amizade e confiança depositada em mim, durante a realização deste trabalho.

Ao proprietário da Fazenda Registro, Oldemar Alves, pela disponibilização dos animais e da propriedade para a realização do experimento.

Aos funcionários da Fazenda Registro, em especial ao Odair Corrêa, pela ajuda indispensável na condução do experimento.

Ao Professor Marcos Neves, pelos ensinamentos e sugestões.

Aos amigos Leandra Melo, Rafael Caputo, Gil Pessoa e Sancho Júnior, pela ajuda na realização deste trabalho.

Aos meus amigos Tiago Teófilo, Ronaldo Lima, Daniel Dutra e Danilo Rocha, pelo companheirismo e amizade.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, pela oportunidade de realização do mestrado.

À Associação das Cooperativas Argentinas, pelo financiamento do projeto.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

**“Bem aventurado o homem que acha sabedoria,
e o homem que adquire o conhecimento”.**

Provérbios 3: 13

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 Aspectos anatômicos.....	03
2.2 Desenvolvimento do estômago.....	04
2.2.1 Desenvolvimento ruminal.....	04
2.2.2 Desenvolvimento das papilas ruminais.....	05
2.2.3 Desenvolvimento e papel do omaso na absorção de AGV.....	07
2.2.4 Desenvolvimento do abomaso.....	08
2.3 Criação de bezerros.....	09
2.3.1 Sistema de aleitamento convencional de bezerros.....	09
2.3.2 Recomendação técnica da Divisão de Nutrição Animal da Associação das Cooperativas Argentinas (ACA) para utilização do Sistema Ruter® no desaleitamento precoce de bezerros.....	10
2.3.3 Perfil clínico de bezerros durante o aleitamento.....	11
2.4 Processamento de grãos.....	13
2.4.1 Processamento mecânico.....	14
2.4.2 Processamento térmico.....	15
2.4.3 Efeito do processamento de grãos sobre o desempenho animal.....	17
2.4.3.1 Efeito da forma física e do processamento de grãos sobre o desempenho de bezerros.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Análises estatísticas.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
5 CONCLUSÕES.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

RESUMO

CHAVES, Amália Saturnino. **Desempenho de bezerros submetidos a protocolos utilizando concentrados extrusado ou farelado**. 2010. 53 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Lavras, MG.¹

O processamento de grãos, como a extrusão, pode determinar a taxa e a extensão da digestão do amido no rúmen, sendo potencialmente capaz de definir a morfologia ruminal, a capacidade de ingestão de alimentos e a idade de desmama em bezerros. O objetivo deste trabalho foi avaliar dois manejos alimentares de bezerros variando o volume de leite e o tipo do concentrado, extrusado ou farelado. Trinta e dois bezerros Holandeses, 16 machos e 16 fêmeas, foram blocados em pares, primariamente por sexo e secundariamente por data de nascimento, e foram aleatoriamente alocados aos tratamentos no primeiro dia de vida. Após o nascimento, todos os animais receberam dois litros de leite em duas alimentações diárias, consumo que foi reduzido para dois litros por dia quando o consumo de concentrado extrusado foi de 400 g por dois dias consecutivos ou para três litros a partir dos 29 dias de idade no concentrado farelado. O desmame foi realizado quando o consumo de concentrado foi 800 g por dois dias consecutivos, nos dois tratamentos. No final do período experimental, os machos foram abatidos e os compartimentos do estômago isolados e pesados. Fragmentos de tecidos foram coletados na região do recesso do rúmen e no omaso, fixados em Líquido de *Bouin* e, processados rotineiramente para avaliação morfológica. Tanto o ganho de peso diário quanto o peso a desmama foram maiores nos bezerros recebendo concentrado extrusado. Maior ganho de peso pode ter sido mediado pelo maior consumo de proteína bruta e também pelo processamento dos grãos. Bezerros que receberam concentrado farelado tenderam a ter fezes mais amolecidas nos primeiros 21 dias após a desmama e apresentaram mais dias com temperatura retal acima de 39,5°C. Bezerros do tratamento extrusado tenderam a ter maior ruminorretículo como proporção do estômago total, apesar da forma física do concentrado não ter afetado o peso do órgão. A passagem de amido do rúmen para o omaso pode ter contribuído para a tendência de maior peso no omaso e no abomaso nos animais que consumiram concentrado farelado. O índice mitótico (IM) no recesso do rúmen foi maior no tratamento extrusado, o que pode ter refletido em maiores dimensões papilares. Embora tenha sido observado maior massa

¹Comitê Orientador: Profa. Dra. Suely de Fátima Costa – UFLA (Orientadora), Prof. Dr. Marcos Neves Pereira – UFLA, Prof. Dr. João Chrysostomo de Resende Júnior – UFLA.

tecidual no omaso nos animais no tratamento farelado, o processamento do milho não afetou o IM neste órgão. O efeito do processamento de grãos sobre o local de digestão do amido do milho no trato gastrintestinal pode ter efeito localizado sobre as partes do estômago de bezerros. O protocolo de criação no sistema Ruter[®], resultou em maior ganho de peso diário, o que pode ter sido mediado pelo maior consumo de proteína e maior desenvolvimento ruminal.

ABSTRACT

CHAVES, Amália Saturnino. **Performance of calves submitted to protocols using extruded or ground starter**. 2010. 53 p. Dissertation (Master of Veterinary Science) – Universidade Federal de Lavras, MG.¹

The processing of grains, such as extrusion, can determine the rate and extent of starch digestion in the rumen, being potentially able to define the morphology of rumen capacity of food intake and age of weaning calves. The objective of this study was to evaluate two feeding management of calves varying the volume of milk and type of starter, extruded or ground. Thirty-two Holstein calves, 16 males and 16 females, were permissible up in pairs, primarily by sex and secondarily by date of birth, and were randomly allocated to treatments in the first days of life. After birth, all animals received two liters of milk twice a day, consumption was reduced to two liters per day when the consumption of extruded starter was 400 g for two consecutive days or three liters from 29 days old on ground starter. Weaning was performed when the consumption of starter was 800 g for two consecutive days, both treatments. At the end of the experimental period, the males were slaughtered and the compartments of the stomach isolated and weighed in precision, and tissue samples were collected from ruminal recess and omasum, fixed in *Bouin* liquid and processed routinely for morphologic evaluation. Both the average daily gain and weaning weight were higher in calves receiving extruded starter. The higher weight gain may have been mediated by increased consumption of protein and also for the processing of grain. Calves fed ground starter tended to have more loose stools in the first 21 days after weaning and had more days with rectal temperature above 39.5° C, those animals receiving extruded starter. Calves that received extruded starter tended to have higher ruminal-reticulum as a proportion of total stomach, although the physical form of concentrate did not affect the weight of the organ. The passage of starch from the rumen to the omasum may have contributed to the trend towards greater weight in the omasum and abomasum in animals fed ground starter, suggesting that the

¹Guidance Committee: Prof. Dra. Suely de Fátima Costa – UFLA (Major Professor), Prof. Dr. Marcos Neves Pereira – UFLA, Prof. Dr. João Chrysostomo de Resende Júnior – UFLA.

activity on the site of starch digestion by processing corn may have a localized effect on the shares of stomach of calves. The mitotic index (IM) in the recess of the rumen was higher with extruded started, which may have resulted in larger papillary. Although it has been observed more tissue mass in the omasum in animals of treatment ground starter, the processing of corn did not affect the IM in this organ. The effect of grain processing on the site of digestion of starch from corn in the gastrointestinal tract may have a localized effect on the parts of the stomach of calves. The protocol establishing the system Ruter ® resulted in higher daily weight gain, which may have been mediated by increased consumption of protein and higher rumen development

1 INTRODUÇÃO

O objetivo da criação de bezerros é fazer com que esses animais, fisiologicamente não ruminantes, passem a ruminantes funcionais a um custo viável e sem prejuízos para o desempenho futuro. O rúmen de bezerros recém-nascidos é praticamente afuncional, apresentando mucosa com papilas rudimentares e uma microbiota pobremente estabelecida. O tipo de dieta define a velocidade de desenvolvimento funcional do estômago (Warner, 1991). O desenvolvimento das papilas ruminais é determinado pela fermentação de carboidratos provenientes da dieta, com consequente produção de ácidos graxos voláteis (AGV) (Anderson et al., 1987).

A forma física do concentrado inicial pode afetar o consumo de alimentos, por isso é de interesse econômico o fornecimento de concentrados sob formas físicas que estimulem o consumo precoce (Bittar et al., 2009). No manejo de bezerros pré-desmame, alterações no consumo de matéria seca (MS) decorrentes de diferenças no processamento de grãos e na produção de AGV podem determinar a taxa e a extensão do desenvolvimento ruminal.

Os sistemas convencionais de aleitamento têm como alimentação básica o fornecimento de leite ou sucedâneo lácteo durante noventa dias de vida, e de concentrado farelado. Entretanto, nestes sistemas o desenvolvimento ruminal do bezerro pode ser prejudicado e, além disso, necessita de mão-de-obra especializada para o manejo destes animais.

O aumento na utilização do amido depende dos métodos de processamento, da espécie animal e da fonte do amido. O principal efeito do processamento de grãos é a mudança no local de digestão do amido, do intestino delgado para o rúmen, maximizando sua utilização pós-rúmen. Quando a digestão do amido ocorre no rúmen, observa-se maior produção de AGV e de proteína microbiana (Zinn et al., 2002).

O processamento térmico de grãos, como a extrusão, tem sido utilizado para melhorar a digestibilidade dos grãos por gelatinização do amido (Ryu et al., 1999). Este difere de outros métodos de processamento pelo fato de o grão sofrer um cozimento sob pressão, umidade e alta temperatura, em um curto espaço de tempo, causando a expansão dos grãos processados (Castells et al., 2005).

Recentemente, vêm sendo propostos procedimentos alimentares com o uso de uma dieta sólida que permita acelerar o consumo e o desenvolvimento precoce do rúmen, buscando maior retorno econômico que os sistemas tradicionais de aleitamento (Bittar et al., 2009). A Associação das Cooperativas Argentinas (ACA) tem sugerido o desaleitamento precoce de bezerros, sustentado no uso de concentrado contendo amido extrusado e maior teor de proteína que o convencional. Esse método de desmame levaria a uma transição breve de lactante a ruminante, baseada no desenvolvimento funcional do rúmen, com possibilidade de desaleitamento aos 21 dias de idade.

Existem poucas informações sobre o efeito da extrusão do grão de milho sobre o desempenho e a morfologia ruminal de bezerros. Desta forma, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar dois protocolos de aleitamento contendo concentrado extrusado (Ruter[®], ACA, Buenos Aires, Argentina), em esquema de criação preconizado pelo fabricante do produto, ou concentrado farelado, em esquema de criação convencional, sobre o desempenho e a morfologia do estômago de bezerros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos anatômicos

Morfologicamente, o estômago de ruminantes é composto por quatro câmaras distintas. A parte aglandular é formada pelo rúmen, retículo e omaso, e a parte glandular, pelo abomaso. Os dois primeiros compartimentos, o rúmen e o retículo, frequentemente são considerados como uma só câmara, denominada ruminorretículo, devido à ausência de barreira anatômica consistente entre elas. O ruminorretículo é o maior dos compartimentos do estômago aglandular e ocupa a maior parte da cavidade abdominal, especialmente o antímero esquerdo (Nickel, 1981).

A superfície externa do ruminorretículo é marcada por vários sulcos de profundidade variável, os quais são representados internamente por espessamentos da túnica muscular da parede denominados pilares. Os sulcos, externamente, e os pilares, internamente, delimitam os sacos cranial, dorsal, cego caudo-dorsal e saco cego caudo-ventral. Entre o rúmen e retículo, estão a prega ruminorreticular, internamente, e o sulco ruminorreticular, externamente. A extremidade caudal do saco ventral é denominada recesso do rúmen (Nickel, 1981).

A superfície interna do rúmen de um animal adulto é caracterizada macroscopicamente pela presença de inúmeras projeções da mucosa, as papilas ruminais, as quais aumentam a superfície interna deste órgão possibilitando maior capacidade absorptiva (Banks, 1992).

A superfície do retículo é caracterizada pela presença de projeções da mucosa denominadas cristas, que delimitam áreas poligonais, as células do retículo. Na parede do órgão, em sentido crânio-medial, encontra-se o sulco do retículo, responsável pelo desvio de alimentos fluidos do esôfago para o omaso em ruminantes jovens (Nickel, 1981; Banks, 1992).

O omaso, terceiro compartimento gástrico, é especializado em absorção. Sua superfície interna apresenta extensas projeções, de diferentes tamanhos, as lâminas do omaso que são sobrepostas umas às outras como as folhas de um livro. As lâminas maiores alternam-se com as menores, e entre elas permanecem espaços denominados recessos interlaminares que ficam preenchidos por digesta. As lâminas são projeções da mucosa e submucosa, e apresentam em sua superfície pequenas papilas laterais ao longo das pregas. A lâmina própria é de tecido conjuntivo irregular. Essa organização morfológica confere a este órgão uma enorme superfície de contato, fundamental para o desempenho de suas funções (Nickel, 1981; Banks, 1992).

O abomaso é o mais distal dos quatro compartimentos. Este órgão apresenta mucosa gástrica glandular similar aos outros mamíferos, dividida em regiões cárdica, fúndica (corpo e fundo) e pilórica. A mucosa na região fúndica é disposta em grandes pregas espirais de forma oblíqua num eixo longitudinal do corpo do abomaso, que se estendem até a transição com a região pilórica (Nickel, 1981).

2.2 Desenvolvimento do estômago

2.2.1 Desenvolvimento ruminal

O desenvolvimento do trato digestório dos ruminantes inicia-se nas primeiras etapas da vida embrionária e continua sua formação, crescimento e desenvolvimento até a fase adulta (Church, 1993). Por ocasião do nascimento, o bezerro apresenta os quatro compartimentos gástricos, tendo o rúmen e o retículo 30% do volume total e o omaso e o abomaso, os 70% restantes. No animal adulto, o rúmen e o retículo perfazem mais de 80% e o omaso e o abomaso, menos de 20% (Getty, 1981).

O rúmen de bezerros recém-nascidos é afuncional, apresentando mucosa com papilas rudimentares e uma microbiota pobremente estabelecida (Warner, 1991). Neste período, o alimento básico é a dieta líquida e a atividade gástrica digestiva é realizada pelo abomaso (Van Soest, 1994). O trato gastrintestinal do bezerro recém-nascido passa por diversas mudanças anatômicas e fisiológicas durante o desenvolvimento ruminal, até que ele se torne totalmente funcional, como nos ruminantes adultos. Essa fase de transição da digestão gástrica simples para a digestão funcional de ruminantes, em bezerros leiteiros, é essencial para sua saúde e seu crescimento e esses mecanismos que controlam a diferenciação ruminal ainda não são totalmente compreendidos. Entretanto, essas mudanças são essencialmente afetadas pela ingestão de alimentos sólidos e pela composição da dieta (Baldwin et al., 2004; Khan et al., 2007).

O tipo de dieta define a velocidade do desenvolvimento funcional do estômago dos ruminantes. É sabido, de longa data, que o consumo de alimentos sólidos é o fator estimulador do desenvolvimento morfológico e metabólico da parede ruminal (Brownlee, 1956; Warner, 1991). De acordo com Sutton et al. (1963), o aumento da atividade metabólica da mucosa constituiria o principal mecanismo para o desenvolvimento estrutural do tecido ruminal. Na criação de bezerros, as forragens representam, geralmente, pequena proporção da dieta, devido à baixa ingestão de MS e à baixa taxa de fermentação ruminal, enquanto os alimentos concentrados são amplamente utilizados (Nocek & Kesler, 1980).

Estudando o desenvolvimento ruminal após o nascimento, alguns autores concluíram, logo nas primeiras pesquisas, que dietas para ruminantes jovens devem priorizar a produção de altas concentrações de AGV no rúmen, que são necessárias para estimular um rápido desenvolvimento ruminal (Sander et al., 1959; Tamate et al., 1962).

2.2.2 Desenvolvimento das papilas ruminais

A superfície interna do rúmen de um animal adulto é caracterizada macroscopicamente pela presença de inúmeras projeções da mucosa, as papilas ruminais, as quais aumentam a superfície interna do órgão. As papilas se projetam para o lúmen do órgão, podendo apresentar formas e tamanhos variados nas diferentes partes do rúmen (Schnorr & Vollmerhaus, 1967; Henrikson, 1970).

O estímulo primário para o desenvolvimento do epitélio do rúmen é químico, observando-se que os AGV, particularmente o ácido butírico e o propiônico, são responsáveis pelo desenvolvimento das papilas ruminais. Os AGV são produtos da fermentação de carboidratos e de frações de proteínas da dieta pela microbiota do rúmen e seu efeito sobre o desenvolvimento do epitélio é, em parte, atribuído à intensa metabolização durante a absorção, fornecendo energia para o crescimento do tecido epitelial e para a contração muscular (Sutton et al., 1963; Coelho, 1999; Coverdale et al., 2004; Costa et al., 2008).

As papilas aumentam a área de superfície do rúmen disponível para absorção de AGV (Warner, 1991; Greenwood et al., 1997). A habilidade do rúmen de absorver AGV foi baixa logo após o nascimento e não mudou significativamente nos seis primeiros meses de vida, em animais que foram alimentados apenas com leite. Bezerros que receberam alimento sólido tiveram papilas ruminais alongadas e maior capacidade de absorver AGV que animais alimentados exclusivamente com dieta líquida (Sutton et al., 1963). O desenvolvimento da camada muscular do rúmen parece ser desencadeado pelo trabalho mecânico de digestão de alimentos sólidos (Nocek & Kesler, 1980; Nocek et al., 1984), enquanto os AGV, produtos da fermentação ruminal, seriam os desencadeadores do crescimento papilar e da capacidade de absorção (Flatt et al., 1958).

O desenvolvimento papilar aumenta a área de células epiteliais, sendo influenciado pela taxa mitótica das células, bem como pelo período transcorrido entre as mitoses e a morte celular (Tamate & Feel, 1977; Sakata & Tamate, 1978). O número de camadas celulares do epitélio determina a capacidade metabólica e absorptiva do órgão, sendo influenciado por efeitos dietéticos sobre as taxas de proliferação celular, diferenciação e descamação (Goodlad, 1981). O índice mitótico (IM) tem sido utilizado para expressar atividade proliferativa do epitélio ruminal (Tamate & Feel, 1977; Sakata & Tamate, 1978; Goodlad, 1981; Melo, 2007; Costa et al., 2008).

O desenvolvimento do epitélio ruminal e o aumento no volume do rúmen ocorrem de forma independente e podem variar de acordo com o tipo de alimento sólido fornecido ao animal (Harrison et al., 1960; Baldwin et al., 2004). Os carboidratos são a principal fonte de energia para os microrganismos ruminais e dietas diferindo em sua composição de carboidratos podem resultar em diferentes padrões de fermentação ruminal, resultando posteriormente em diferentes perfis de AGV (Bannink et al., 2006). Essas diferenças, por sua vez, podem afetar diferencialmente o desenvolvimento ruminal. No entanto, muitos pesquisadores têm indicado que a ingestão de alimentos concentrados e os produtos finais resultantes da fermentação ruminal são suficientemente estimuladores do epitélio ruminal (Stobo et al., 1966).

2.2.3 Desenvolvimento e papel do omaso na absorção de AGV

O omaso é o terceiro compartimento do estômago dos ruminantes e é especializado na absorção de água, eletrólitos e AGV. O peso deste órgão representa cerca de 20% do peso total do estômago em animais adultos (Daniel et al., 2006). Apesar de ter sido citado na literatura que a capacidade de armazenamento do omaso é menor que a do abomaso (Nickel et al., 1981), de

acordo com Daniel et al. (2006), a grande quantidade tecidual indica maior peso específico desse compartimento vazio.

Os AGV produzidos no rúmen desaparecem por absorção pela parede do órgão ou por passagem juntamente com a fase fluida para os compartimentos distais, que é positivamente relacionada à motilidade do ruminorretículo. Da quantidade total de AGV que sai do ruminorretículo por passagem, a maioria parece ser absorvida no omaso (Rupp et al., 1994).

O omaso tem sido considerado um sítio insignificante de fermentação microbiana (Nickel et al., 1981), entretanto, Daniel et al. (2006) sugerem que sua importância fermentativa pode ser maior, considerando que a relação superfície/digesta tendeu a ser maior no omaso que no ruminorretículo, representando uma área superficial 83,3% superior no omaso por unidade de digesta. Isso poderia compensar a menor superfície absorptiva, mantendo o omaso como órgão de extrema importância na absorção de AGV.

2.2.4 Desenvolvimento do abomaso

A parte glandular do estômago é o compartimento mais desenvolvido nos bezerros ao nascimento e, com poucas semanas de vida, eles possuem a digestão e o metabolismo em estado de transição. A transição caracteriza-se pelo rápido aumento de tamanho e capacidade de fermentação da parte aglandular em relação ao crescimento do abomaso, o qual é definido por fatores dietéticos (Huber, 1968). Embora dependentes da dieta, o volume e a musculatura do abomaso crescem proporcionalmente ao peso corporal (Harrison et al., 1960; Warner, 1991; Huber, 1968). No entanto, Tamate et al. (1962) mostraram que os fatores responsáveis pelo desenvolvimento do rúmen aumentam significativamente o desenvolvimento das glândulas fúndicas no abomaso.

No bezerro, forma-se, por excitação reflexa do nervo glossofaríngeo, um conduto tubular chamado sulco do retículo ou goteira esofágica, pelo qual os

líquidos ingeridos poderão ser conduzidos do esôfago ao abomaso, excluindo o rúmen, o retículo e o omaso da trajetória da ingesta. O fechamento do sulco é importante para a digestão dos bezerros, permitindo que os alimentos sólidos sejam fermentados no rúmen, enquanto os líquidos continuam sendo digeridos apenas no abomaso e nos intestinos. Em bezerros na fase que compreende o período do nascimento até a desmama, o abomaso mistura e armazena os alimentos ingeridos e inicia a digestão das proteínas e dos lipídios (Lucci, 1989).

2.3 Criação de bezerros

2.3.1 Sistema de aleitamento convencional de bezerros

Em sistemas de criação convencional de bezerros a quantidade de leite comumente fornecida aos animais é de 4 kg por dia, uma ou duas vezes ao dia. Este volume oferecido não permite altas taxas de ganho de peso, porém considera-se que este baixo volume estimule o consumo de alimentos sólidos necessários ao desenvolvimento ruminal. Acreditava-se que o aumento do fornecimento de dieta líquida poderia reduzir o consumo de concentrado pelos bezerros. Entretanto, atualmente, tem sido preconizado oferecer aos bezerros o volume de seis litros de leite por dia até trinta dias de idade ou de seis litros por dia até os sessenta dias de idade, de forma a se obter maiores ganhos de peso com melhor eficiência (Diaz et al., 2001; Drackely, 2005; Drackely, 2008). De acordo com Coelho (2009), animais saudáveis têm bom apetite e em fase de crescimento ingerem quantidades suficientes da dieta sólida que permite o desenvolvimento ruminal.

Segundo Quigley (1996), o animal está pronto para a desmama quando atinge o consumo de 700 g/dia de concentrado durante três dias consecutivos. Fatores como a forma física do concentrado, tamanho do animal, disponibilidade

de água e qualidade da dieta líquida afetam o consumo de concentrados em bezerros (Nussio, 2002).

Nussio et al. (2003) avaliaram o consumo de bezerros desmamados às seis semanas de idade e verificaram que o consumo de MS foi inferior a 700 g/dia, tendo este consumo sido atingido somente por volta das oito semanas de idade, época em que a maioria dos produtores realiza a desmama. Os mesmos autores observaram que o consumo de concentrado só aumentou de forma significativa após a desmama e que as baixas taxas de ganho de peso após a desmama foram em decorrência do efeito negativo da desmama precoce, quando os animais não apresentaram consumo de concentrado de 700g/dia.

Uma das restrições ao fornecimento de maiores volumes de leite é a de que pudesse causar diarreia. No entanto, Khan et al. (2007) avaliaram o consumo de matéria seca, o ganho de peso, a ocorrência de diarreia e os metabólitos sanguíneos em bezerros, durante 45 dias. Os animais receberam 20% do peso corporal em leite por dia até 25 dias de idade e este volume foi reduzido para 10% do peso corporal durante 15 dias ou receberam o volume de 10% do peso corporal ao dia, durante 45 dias. O ganho de peso, o consumo de matéria seca e a eficiência alimentar foram maiores nos animais que receberam maiores quantidades de leite. Menores teores de glicose e nitrogênio ureico no sangue possivelmente indicaram um melhor funcionamento do rúmen em bezerros alimentados com maiores quantidades de leite em relação àqueles alimentados convencionalmente. A ocorrência de diarreia foi maior durante a terceira e a quarta semana de idade em bezerros alimentados com 10% de peso corporal, por 45 dias de vida. Coelho (2009) afirma que o fornecimento de maiores volumes de leite ou sucedâneos não causa diarreia, cuja ocorrência está relacionada com a baixa qualidade sanitária do leite, a baixa qualidade nutricional do sucedâneo e a presença de microorganismo no ambiente dos bezerros.

2.3.2 Recomendações técnicas da Divisão de Nutrição Animal da Associação das Cooperativas Argentinas (ACA) para utilização do Sistema Ruter® no desaleitamento precoce de bezerros

Alguns trabalhos de extensão da área de pré-ruminantes da Divisão de Nutrição Animal da ACA têm proposto um desaleitamento precoce de bezerros através do Sistema Ruter®. Tal procedimento vem sendo defendido atualmente na Argentina como alternativa para o desaleitamento super precoce de bezerras de leite e corte, comparado aos sistemas de criações tradicionais. A meta da criação de bezerros neste sistema é desaleitar os animais aos 21 dias de idade, com peso estimado de 60 kg, aos 42 dias de vida e ganho de peso diário de 600 g por dia. O sistema defende que se consegue o máximo de desenvolvimento funcional rúmen, devido ao grande desenvolvimento papilar, tanto no saco dorsal como no ventral, em torno de 35 dias de vida. A precoce atividade funcional do rúmen permite melhor aproveitamento de nutrientes, com o desempenho dos bezerros neste sistema similar aos animais submetidos ao desaleitamento convencional (ACA, 2003).

O concentrado utilizado pelo Sistema Ruter® de desaleitamento é um alimento extrusado com alta concentração de proteínas e gordura de alta qualidade, permitindo alta digestibilidade. Desta forma, este alimento permite oferecer aos bezerros uma dieta sólida de fácil digestão enzimática durante a fase pré-ruminante. O extrusado é conduzido para o rúmen favorecendo o desenvolvimento rápido e harmonioso do mesmo e estimulando o sistema enzimático que é capaz de degradar e absorver nutrientes a nível intestinal, devido principalmente às secreções do pâncreas e à proliferação das células secretoras do intestino delgado (ACA, 2003).

2.3.3 Perfil clínico de bezerros durante o aleitamento

Na criação de bezerros, o período de aleitamento é o mais crítico, considerando a frequência de casos clínicos e, apesar do avanço nas técnicas de manejo e nas estratégias de prevenção e de tratamento, a etapa de criação de bezerros continua a apresentar altas taxas de morbidade e mortalidade. Casos clínicos envolvendo septicemia, diarreia, pneumonia e tristeza parasitária continuam sendo, no Brasil, as principais causas de mortalidade (Coelho, 2009). Estas doenças têm impactos negativos e são responsáveis por redução no consumo de alimentos, perda de peso e, nos casos de infecções mais graves, perda de animais e altos gastos com medicamentos. Até 30 dias, os maiores desafios para os bezerros são as diarreias e os problemas respiratórios, enquanto, de 30 a 120 dias, na maioria das vezes, são tristeza parasitária e problemas respiratórios (Coelho, 2009). Alguns autores observaram que a maioria dos casos de diarreia ocorreu durante duas a três primeiras semanas de vida (Quigley et al., 1995; Franklin et al., 1998; Franklin et al., 2003).

A manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor. A referência fisiológica dessa variável é obtida mediante a mensuração da temperatura retal, que pode variar de 38,0°C a 39,3°C para bovinos de rebanhos leiteiros (Dukes, 1996). A temperatura retal é utilizada, frequentemente, como ferramenta para avaliação fisiológica de adaptação ao ambiente quente e também como sinal clínico de infecção nos animais (Mota, 1997). Dois dos primeiros sintomas de que o animal não está em condições fisiológicas adequadas são a queda no consumo de alimentos e a mudança no comportamento de ingestão. Bezerros com problemas respiratórios ingerem mais devagar o leite e permanecem mais tempo em pé. Roth et al. (2009) observaram que, durante 40% dos dias do período de aleitamento, os valores de temperatura corporal foram $\geq 39,5^{\circ}\text{C}$ em bezerros submetidos a diferentes métodos de desaleitamento. Além disso, o perfil de saúde dos animais

e a probabilidade de serem tratados por um veterinário foram significativamente relacionados à diminuição no consumo de concentrado. Durante o período de aleitamento, o aumento da temperatura corporal ocasionou maior número de tratamentos veterinários e redução no consumo de leite e foi associado à redução no ganho de peso.

Dessa forma, a observação do comportamento dos animais pode auxiliar no diagnóstico precoce de problemas clínicos e o monitoramento constante dos animais pode ser uma importante ferramenta para indicar tratamentos eficazes, minimizando os prejuízos do produtor e a mortalidade dos animais (Coelho, 2009).

2.4 Processamento de grãos

O processamento dos grãos é uma importante ferramenta de manipulação da fermentação ruminal e tem sido utilizado como uma alternativa para aumentar a disponibilidade de carboidratos no rúmen. Ele pode ser definido como qualquer processo físico que muda a estrutura molecular original ou a composição física do mesmo (Theurer, 1986; Barmore, 1994; Owens et al., 1986).

Grãos de cereais, tais como milho e sorgo, fornecem a maior parte do amido da dieta dos ruminantes. A digestibilidade ruminal e intestinal do amido tem um impacto muito importante na produção animal. Dependendo da fonte de amido e do processamento da mesma, as unidades de glicose que a formam podem estar fortemente ou fracamente aderidas umas às outras. A digestibilidade do amido oriundo do milho é limitada pela matriz proteica que envolve os grânulos de amido e pela própria natureza compacta do mesmo (Zinn et al., 2002).

O principal efeito do processamento de grãos é a mudança no local de digestão do amido, ou seja, do intestino delgado para o rúmen, minimizando as

limitações intestinais à sua digestão e aumentando a digestibilidade pós-ruminal. Com o processamento de grãos, objetiva-se maximizar a digestibilidade desse nutriente e a produção de proteína microbiana ruminal a partir do mesmo. Entretanto, é necessário evitar que haja o comprometimento da atividade ruminal devido à excessiva produção de AGV a partir da sua fermentação (Zinn et al., 2002).

A maximização da utilização do amido é dependente dos métodos de processamento, das fontes de amido utilizadas e da espécie animal. A utilização eficiente do amido é fundamental para melhorar a eficiência alimentar tanto em bovinos adultos como em jovens. O aumento da digestibilidade ruminal do amido provoca maior produção de propionato como proporção do total de AGV no rúmen. Este AGV é um importante precursor para a gliconeogênese em ruminantes, proporcionando melhor desempenho animal (Theurer, 1986; Poore et al., 1993; Chen et al., 1994).

2.4.1 Processamento mecânico

A redução do tamanho das partículas por moagem, prensagem ou amassamento em geral pode melhorar o desempenho animal. A moagem é o processo pelo qual os ingredientes são reduzidos em seu tamanho pela força do impacto, corte ou atrito. Seguindo-se à moagem está o peneiramento, o qual determinará o tamanho das partículas do alimento, que pode influenciar na digestibilidade dos nutrientes e, como consequência, na maximização da resposta pelo animal (Bellaver & Nones, 2000). Um ponto importante quando da utilização deste tipo de processamento é a quebra do pericarpo na parte externa do grão. Esta quebra permite que o endosperma do grão esteja mais acessível à ação da microbiota ruminal. O processamento mecânico aumenta a digestibilidade do amido tanto no rúmen quanto no intestino. Os grãos podem ser finamente ou grosseiramente moídos. Quando finamente moídos apresentam

maior digestibilidade, entretanto, grãos excessivamente moídos podem levar a um aumento da incidência de acidose nos animais (Theurer, 1986; Owens et al., 1986).

Do ponto de vista nutricional, pode-se considerar que quanto menor o tamanho das partículas do alimento maior o contato dessas com microrganismos e sulcos digestivos, favorecendo sua digestão e absorção. Entretanto, alimentos finamente moídos podem resultar em menor consumo, além de causar paraqueratose ruminal, reduzindo a capacidade absorptiva das papilas ruminais, o que, segundo Nussio (2003), é o principal fator limitante no uso de concentrado farelado para bezerros.

O grau de moagem é caracterizado de acordo com o tamanho das partículas e, em geral, se utiliza uma variável, que é o diâmetro geométrico médio (DGM), o qual se correlaciona de forma positiva com o tamanho das partículas (Pozza et al., 2005). Segundo Biagi (1998), a redução de tamanho dos grãos se inicia com a retirada das camadas externas e essa redução modifica as características físicas e pode melhorar os processos de mistura, manuseio e transporte dos grãos.

2.4.2 Processamento térmico

As barreiras físicas para a digestão do amido incluem a cutícula do grão, a matriz proteica que envolve os grânulos de amido e a baixa solubilidade do amido, por si só. Alguns processos, como a trituração, por exemplo, rompem a cutícula, mas, normalmente, têm pouco efeito sobre a matriz proteica que envolve o amido ou sobre sua solubilidade. A utilização mais completa do amido requer um maior grau de rompimento do grânulo de amido, que pode ser obtido por meio do processamento a vapor apropriado. Os tratamentos que envolvem umidade, calor e pressão causam o rompimento da matriz proteica que

recobre e encapsula o grânulo de amido, aumentando a sua eficiência de utilização (Owens, 1997).

O amido é formado principalmente por amilose e amilopectina. A amilose é um polímero linear de unidades de α 1-4 D-glicose, enquanto a amilopectina é um polímero ramificado com cadeias lineares de D-glicose que a cada 20 a 25 unidades de glicose apresenta um ponto de ramificação. Os grânulos de amido são formados por unidades semicristalinas compostas de regiões amorfas e cristalinas, mantidas por ponte de hidrogênio, possuindo uma simetria radial e apresentando, muitas vezes, uma estrutura lamelar ou de anéis bem definidos. A interação entre os componentes dos grânulos de amido, formando estruturas semicristalinas, além de manter a estrutura granular, torna o amido insolúvel em água fria (Banks & Greenwood, 1975; Evers & Mecerdmott, 1970).

A gelatinização do amido resulta da combinação entre umidade, calor, energia mecânica e pressão. A temperatura do processo de gelatinização varia com o tipo de amido processado. Os grânulos de amido são insolúveis em água fria, mas incham quando aquecidos em meio aquoso. No início do processo, o inchamento é reversível e as propriedades óticas, como a birrefringência dos grânulos, permanecem inalteradas. Quando determinada temperatura é atingida, o inchamento torna-se irreversível, a estrutura do grânulo começa a se alterar significativamente e inicia-se a perda da sua birrefringência e a difusão do material para a água que o circunda (Leach, 1965; Greenwood, 1979).

A peletização consiste na passagem forçada dos grãos através de uma matriz compactando-os em peletes. O vapor é adicionado ao processo com o objetivo de elevar a temperatura do alimento para 60 a 80°C e elevar o teor de umidade do mesmo para 12 a 13%, com vapor saturado de 95 a 100% durante 30 a 40 segundos. Conforme a gelatinização avança através da inclusão de grãos

com menor temperatura de processamento e através da utilização de boas práticas de produção, peletes de melhor qualidade são produzidos. As principais razões para peletizar um alimento é facilitar seu manuseio e melhorar sua palatabilidade (Owens et al., 1986; Theurer, 1986; Klein, 1999).

No processo de laminação, durante um período de um a oito minutos, o grão é exposto ao vapor, elevando sua umidade de 12% a 14%, sendo comprimido e quebrado durante sua passagem através de dois rolos de superfície sulcada. Não existe vantagem em digestibilidade quando se compara a laminação a vapor com o processo de moagem (Nussio, 2002). Entretanto, segundo Simas (1997), pode ocorrer aumento na palatabilidade do grão, o que é benéfico em situações em que se almeja o aumento no consumo de alimentos, como no caso de bezerros em aleitamento.

O processo de floculação consiste na aplicação de vapor por 30 a 40 minutos sobre o grão, o qual absorve água, aumentando seu tamanho e dando início à gelatinização do amido. Os grãos são, então, passados através de rolos, com a formação dos flocos, nos quais a área superficial é aumentada significativamente e a matriz proteica que envolve o grânulo de amido é quebrada (Santos et al., 1997). De acordo com Theurer et al. (1986), a digestibilidade do amido tanto no rúmen como no restante do trato digestório é maior para milho e sorgo floculado em comparação com estes grãos moídos finamente ou laminados. A qualidade do grão floculado é medida pela densidade e reatividade do floco.

A extrusão é um processo de cozimento sob pressão, umidade e alta temperatura em um curto espaço de tempo. As principais funções deste processo são hidratação, mistura, tratamento térmico, gelatinização do amido, desnaturação proteica, destruição de microrganismos e alguns componentes tóxicos do alimento. Os grãos são pressionados por meio de uma hélice com orifício reduzido, produzindo pressão de grande intensidade sobre o material e

esta pressão produz calor. Normalmente, máquinas extrusoras cozinham os alimentos em temperaturas de 138° a 160°C e pressão de 20 a 40 atm, durante 30 segundos ou menos. Quando o alimento passa no orifício e a pressão diminui subitamente, o grão se expande e reidrata, causando a gelatinização do amido (Cheftel et al., 1986; O'Connor, 1987; Castells et al., 2005). Este processamento destrói a natureza cristalina do grânulo de amido tornando sua superfície mais exposta a ação de solventes digestivos, enzimas e microorganismos ruminais (Bataglia, 1990; Mello Júnior, 1991).

2.4.3 Efeito do processamento de grãos sobre o desempenho animal

A utilização do amido pode ser melhorada através do processamento adequado de grãos, porém esta melhoria é essencialmente dependente do ruminante, da fonte de grãos e do método de processamento. A disponibilidade de amido e, portanto, sua digestibilidade, normalmente é mais elevada em grãos floculados, seguido por grãos finamente moídos e grãos laminados, e é mais baixa em grãos inteiros (Theurer, 1986; Crocker et al., 1998). No entanto, alguns pesquisadores não observaram diferenças na digestibilidade do amido entre grãos processados a vapor ou a seco. Joy et al. (1997) estudaram o efeito do processamento do milho, laminado a seco ou floculado, sobre o fluxo de nutrientes do rúmen para o duodeno e a fermentação ruminal em vacas em lactação. A digestibilidade do amido no rúmen, o fluxo de nitrogênio (N) no rúmen, a eficiência de N microbiano e a composição do leite não foram afetados pelo processamento. Porém, a digestibilidade do amido que chega ao duodeno, bem como sua digestibilidade aparente no trato gastrointestinal total, foi melhor em grãos processados a vapor.

Reis & Combs (2000) avaliaram o efeito do processamento de milho sobre a produção e a composição do leite, o ambiente ruminal e a utilização do amido por vacas em lactação. Vacas alimentadas com milho laminado a vapor

tenderam a ter maior percentual de proteínas e menor concentração de N ureico no leite em relação às vacas alimentadas com grão de milho inteiro. A produção de leite e a digestibilidade do amido no trato gastrointestinal total não foram afetadas pelo tipo de processamento. Além disso, níveis mais elevados de processamento podem influenciar negativamente a digestibilidade da fibra dietética (Joy et al., 1997; Crocker et al., 1998).

Tem sido relatada também a influência dos diferentes métodos de processamento de grãos sobre a ingestão de MS. Owens et al. (1997), em uma revisão, avaliaram o efeito de diferentes tipos de grãos e do método de processamento sobre a ingestão de MS, a taxa e a eficiência de ganho de peso em bovinos alimentados com dietas ricas em concentrado. Maior consumo foi observado em dietas contendo grãos laminados a seco, seguido por grãos inteiros, laminados a vapor e floculados a vapor. Grão finamente moído resultou em baixa ingestão.

Amaral (2002) avaliou o efeito do processamento de ração completa no desempenho, na digestibilidade e no desenvolvimento das câmaras gástricas de cabritos Saanen, distribuídos em três tratamentos: ração farelada, peletizada ou extrusada. Valores de rendimento de carcaça, de conversão alimentar e de digestibilidade da MS, da proteína bruta (PB), do extrato etéreo (EE) e da energia não diferiram. Entretanto, quanto à conversão alimentar pós-desaleitamento, o ganho de peso e o consumo de MS no tratamento com ração peletizada proporcionaram melhores resultados. Além disso, animais que ingeriram ração peletizada ou extrusada obtiveram melhor desenvolvimento ruminorreticular em relação aos que foram alimentados com ração farelada. Entre os três tipos de processamento avaliados, a peletização promoveu melhores resultados.

Estudos anteriores indicam que o grau de processamento de grãos tem influência na produção de AGV, no pH e na concentração de amônia ruminal.

Murphy et al. (1994) relataram aumento nas concentrações de AGV e diminuição no pH ruminal, quando milho em grão foi substituído por grão laminado na dieta de novilhos em confinamento. O processamento demonstrou aumentar a proporção molar de butirato e propionato ruminal, enquanto a proporção de acetato foi reduzida. No entanto, o processamento de grãos teve menos influência na produção de AGV total e no pH ruminal quando forragens foram incorporadas à ração. Joy et al. (1997) observaram que o pH do fluido ruminal não foi afetado pelo processamento, mas o milho floculado diminuiu a porcentagem molar de acetato e aumentou a de propionato.

Crocker et al. (1998) avaliaram a influência de grãos de milho floculado e laminado, em dietas de vacas leiteiras, sobre a digestão dos nutrientes e a composição do leite. Os autores não observaram diferenças na concentração total de AGV e no pH do fluido ruminal, entretanto, as concentrações de propionato e valerato ruminal aumentaram de forma linear, e as de acetato, butirato e isovalerato e a relação acetato:propionato diminuíram linearmente, quando menores proporções de grãos laminados foram incluídas na dieta. De acordo com os autores, o maior grau de fermentação do amido no rúmen possivelmente desencadeou o aumento linear na porcentagem molar de propionato quando a quantidade de grãos laminados era menor na dieta. O processamento térmico dos grãos demonstrou aumentar a produção de propionato ruminal (Joy et al., 1997; Crocker et al., 1998), enquanto a produção de butirato parece ser aumentada pelo processamento físico (Murphy et al., 1994).

2.4.3.1 Efeito da forma física e do processamento de grãos sobre o desempenho de bezerros

Existem várias informações sobre como o milho em grãos deve ser fornecido para ruminantes. Entretanto, poucos trabalhos têm sido conduzidos para avaliar a relação entre a forma física do concentrado e o grau de processamento dos grãos com o desenvolvimento ruminal e o desempenho animal, quando seu destino é a mistura iniciadora para bezerros.

Franklin et al. (2003) avaliaram o efeito de concentrado farelado, peletizado ou texturizado sobre o desempenho e a ingestão de MS em bezerros da raça Holandesa. Os animais foram alimentados com dois litros de leite integral duas vezes ao dia e o desmame foi realizado quando os bezerros consumiram 0,68 kg de concentrado por dois dias consecutivos. Os bezerros alimentados com concentrado texturizado tiveram maior consumo de concentrado, foram desmamados mais cedo e ganharam mais peso que os animais alimentados com dieta farelada ou peletizada. O concentrado peletizado deprimiu o consumo e o ganho de peso no pré-desmame.

Diferenças no desenvolvimento ruminal e na concentração total de AGV no plasma sanguíneo foram observadas em bezerros da raça Holandesa alimentados por 42 dias com grão texturizado, laminado a seco, laminado torrado ou floculado (Lesmeister & Heinrichs, 2004). Os autores observaram que os animais que consumiram grão laminado torrado mantiveram o peso, a eficiência alimentar e o desenvolvimento ruminal, semelhantemente aos animais dos outros tratamentos. Porém, maior produção de butirato foi observada nos animais que receberam grão laminado torrado, quando comparados aos outros tipos de processamento de milho.

Estudando os efeitos da forma física do concentrado sobre o consumo e o crescimento de fêmeas para reposição, Bach et al. (2007) utilizaram concentrado peletizado ou farelado. As bezerras receberam quatro litros de sucedâneo lácteo em uma diluição de 150 g kg⁻¹, divididos em duas refeições diárias, até que

consumissem, em média, 300 g por dia de concentrado, por dois dias consecutivos. A taxa de diluição foi reduzida para 120 g kg⁻¹ até 49 dias de vida, quando o sucedâneo foi limitado para uma vez ao dia, até 57 dias de idade. Os animais permaneceram no experimento pelo menos uma semana após o desaleitamento, recebendo o mesmo tratamento. O consumo de concentrado foi maior nos bezerros recebendo concentrado farelado, porém não houve diferença no consumo total de sucedâneo entre os dois tratamentos. O peso dos animais foi semelhante entre os ambos os tratamentos no final do estudo. Consequentemente, a eficiência de conversão alimentar foi maior nos bezerros que receberam dieta peletizada durante todo o período experimental, principalmente devido à maior eficiência de conversão alimentar obtida com o concentrado peletizado no período pré-desmame. O autor concluiu que a dieta peletizada pode resultar em menor consumo de matéria seca e maior eficiência alimentar em comparação ao concentrado farelado.

Também, objetivando avaliar o efeito da forma física do concentrado sobre o desempenho e o desenvolvimento ruminal de bezerros leiteiros, Bittar et al. (2009) utilizaram 22 bezerros da raça Holandesa alimentados com quatro litros de leite por dia e concentrado inicial de duas formas físicas, peletizada ou farelada. Os autores não observaram efeito da forma física do concentrado sobre o consumo de concentrado inicial, o peso corporal ou o ganho de peso diário dos animais. A forma física do concentrado inicial também não afetou o pH e as concentrações de ácidos graxos de cadeia curta e nitrogênio amoniacal do rúmen. Também não foi observado efeito dos tratamentos sobre as medidas morfométricas do trato digestório superior, à exceção da capacidade do rúmen e do peso do abomaso, que foram maiores nos animais alimentados com concentrado peletizado.

Bateman et al. (2009) utilizaram bezerros da raça Holandesa de zero a doze semanas de idade, para avaliar o efeito da forma física de concentrados

iniciais, contendo milho submetidos a diferentes tipos de processamento sobre o desempenho animal. Foram conduzidos cinco ensaios experimentais, que foram: 1- milho grosseiramente laminado ou milho peletizado; 2- milho grosseiramente laminado ou milho finamente laminado; 3- milho grosseiramente laminado seco ou milho inteiro ou milho floculado; 4- milho grosseiramente laminado seco ou milho floculado; e 5- milho grosseiramente laminado seco ou milho inteiro. Os animais com menos de uma semana de vida foram mantidos em baias individuais até oito semanas e desmamados com seis semanas no ensaio 1 e com quatro semanas nos ensaios 2 e 3. Nos ensaios 4 e 5, os bezerros inicialmente com oito semanas de vida foram mantidos em grupos (seis animais/baia), por oito a doze semanas. Foram mensurados o ganho de peso diário, o consumo de concentrado, a eficiência alimentar, o escore corporal, o escore de fezes e o uso de medicamentos. Os autores concluíram que a forma física do concentrado teve pouco impacto sobre o desenvolvimento dos bezerros, a não ser quando a dieta continha grande parte de grãos finamente moídos, o que levou ao menor consumo e ganho de peso dos animais.

Existem poucas informações sobre o efeito da extrusão do grão de milho sobre o desempenho e a morfologia ruminal de bezerros. Portanto, o presente estudo foi realizado com o objetivo de investigar os efeitos da alimentação com milho extrusado em comparação à alimentação com milho farelado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Registro, localizada no município de Lavras, Minas Gerais. Houve presença contínua da equipe de pesquisa no local de condução do experimento e a equipe de trabalho da fazenda não teve responsabilidade pela alimentação dos animais e nem pela coleta de dados. Os animais foram abrigados, desde o nascimento, em bezerreiros individuais cobertos de 2 m de comprimento por 1 m de largura, com camas de areia.

Todos os procedimentos experimentais foram analisados e aprovados pela Comissão de Bioética na Utilização de Animais da Universidade Federal de Lavras (Protocolo nº 0037/2009).

Foram utilizados 32 bezerros da raça Holandesa, sendo 16 machos e 16 fêmeas, oriundos da própria fazenda. Os nascimentos ocorreram em um intervalo de 169 dias, com início em setembro de 2008. Após o nascimento, os animais foram pesados, receberam quatro litros de colostro por ingestão forçada e tiveram o umbigo tratado com solução de iodo a 10%, duas vezes ao dia, durante três dias consecutivos.

Os animais tiveram acesso contínuo à água e a concentrado e não tiveram acesso a forrageiras. As fêmeas receberam leite integral durante o período de aleitamento e os machos receberam leite integral até o sétimo dia de vida e sucedâneo lácteo (Nattimilk[®], Auster Nutrição Animal, Campinas, São Paulo) até o desmame. O consumo de concentrado foi mensurado diariamente e os animais foram pesados a cada sete dias de vida. O ganho diário de peso foi definido como a inclinação da regressão linear ao longo dos dias dos pesos obtidos semanalmente.

Os animais foram blocados em pares, primariamente por sexo e secundariamente por data de nascimento. Dentro de cada bloco, os animais

foram aleatoriamente alocados aos tratamentos no primeiro dia de vida. Os tratamentos foram concentrado extrusado (Ruter[®], ACA, Buenos Aires, Argentina) ou concentrado farelado (TABELA 1).

TABELA 1 Composição do concentrado farelado (Farelado) oferecido em ingredientes e dos concentrados extrusado (Extrusado) e farelado consumidos em nutrientes

Ingredientes	Farelado, % MS	
Milho maduro moído fino	57,0	
Farelo de soja	18,5	
Farelo de trigo	18,5	
Minerais e vitaminas ¹	6,0	
Nutrientes	Extrusado	Farelado
	% MS	
Matéria seca (MS)	93,5	92,0
Proteína bruta	21,6	16,7
Fibra em detergente neutro	13,5	18,5
Extrato etéreo	4,1	2,3
Cinzas	4,1	6,2

¹Mineral Milk Young MCassab: 17,0% de Ca; 7,3% de P; 5,0% de Mg; 6,9% de NA; 1,6% de K; 2,2% de S; 1131 ppm de Cu; 2105 ppm de Mn; 4078 ppm de Zn; 18,1 ppm de Co; 37 ppm de I; 20,4 ppm de Se; 5602276 UI de Vit.A; 55732 UI de Vit. D; 1120 UI de Vit. E; 1500 ppm de Monensina

Uma vez por semana, amostras de cada concentrado fornecido foram coletadas. Uma amostra composta foi formada com base em quantidades idênticas de matéria natural e utilizada para as análises bromatológicas. A composição do concentrado farelado oferecido, em ingredientes e a dos concentrados farelado e extrusado consumidos, em nutrientes, foram calculadas. Os compostos dos concentrados foram pré-secos em estufa ventilada por 72 horas, a 55°C, triturados em peneira de 1 mm em moinho do tipo Thomas-Willey e uma subamostra foi desidratada, a 100°C, por 24 horas para a

determinação do teor de matéria seca (MS). A proteína bruta (PB) foi analisada por um destilador a vapor do tipo Microkjeldhal (A.O.A.C., 1975). As análises de extrato etéreo (EE) foram realizadas segundo o A.O.A.C. (1990). As cinzas foram determinadas por incineração da amostra a 550°C, por 8 horas. O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado por um ANKON[®] Fiber Analyser (ANKON Technology Corporation, Fairport, EUA).

Os tratamentos, além de variarem na natureza do concentrado oferecido, também variaram no esquema de aleitamento. O tratamento concentrado extrusado adotou o esquema de aleitamento preconizado pelo fabricante, enquanto o tratamento concentrado farelado utilizou um esquema de aleitamento frequentemente recomendado por técnicos atuando na região. Animais no concentrado extrusado receberam quatro litros de leite em duas alimentações diárias, às 7 e às 14 horas, em baldes individuais (TABELA 2). O volume diário de leite foi reduzido para dois litros, fornecido às 7 horas, quando o consumo de concentrado extrusado atingiu 400 g, por dois dias consecutivos. Neste tratamento, o desmame foi realizado quando o consumo de concentrado extrusado atingiu 800 g, por dois dias consecutivos. A partir do desmame, os animais passaram por um período de adaptação ao concentrado farelado, com duração de 21 dias. Neste período pós-desmama, o consumo diário de concentrado extrusado foi restringido em 1.000 g na primeira semana e 500 g na segunda semana, enquanto o mesmo concentrado farelado utilizado no outro tratamento foi fornecido à vontade. Todo o concentrado extrusado oferecido nesse período foi consumido. Na terceira semana, foi oferecido aos animais somente o concentrado farelado, à vontade.

TABELA 2 Protocolo experimental para os animais no tratamento Concentrado Extrusado

Dias	Aleitamento e Frequência	Concentrado Extrusado	Concentrado Farelado
1º dia	4 L d ⁻¹ (2X)	À vontade (iniciou com 200 g d ⁻¹)	0
	2 L d ⁻¹ (1X)	Quando o consumo de Ruter® atingiu 400 g d ⁻¹ por 2 dias consecutivos	0
Desmame		Quando o consumo de Ruter® atingiu 800 g d ⁻¹ por 2 dias consecutivos	0
1-7 dias pós-desmame	0	1000 g d ⁻¹	500 g misturado ao Ruter® ou à vontade se o consumo diário foi acima de 1,5 kg
8-14 dias pós-desmame	0	500 g d ⁻¹	1000 g misturado ao Ruter® ou à vontade se o consumo diário foi acima de 1,5 kg
15-21 dias pós-desmame	0	0	À vontade

Os animais no tratamento concentrado farelado receberam 4 litros de leite até os 28 dias de idade, divididos em duas alimentações diárias, as 7 e às 14 horas, e concentrado farelado à vontade (TABELA 3). A partir do 29º dia de vida, o consumo de leite foi reduzido para 3 litros por dia, oferecido somente pela manhã. O desmame foi realizado quando o consumo do concentrado farelado atingiu 800 g por dois dias consecutivos. A partir do desmame, os animais permaneceram no experimento por mais 21 dias, consumindo concentrado farelado à vontade.

TABELA 3 Protocolo experimental para os animais no tratamento Concentrado Farelado.

Dias	Aleitamento e frequência	Concentrado Farelado
1º dia	4 L d ⁻¹ (2X)	À vontade (iniciou com 200g)
A partir do 29º dia	3 L d ⁻¹ (1X)	À vontade
Desmame	0	Quando o consumo de concentrado atingiu 800 g d ⁻¹ por 2 dias consecutivos
1-21 dias pós-desmame	0	À vontade

Cada animal foi avaliado clinicamente ao longo do período experimental por mensuração da temperatura retal, da consistência das fezes e da atitude (adaptado de Magalhães et al., 2008). A temperatura retal foi mensurada diariamente, em torno de 14h00 e temperaturas acima de 39,5°C foram consideradas como estado febril. A atitude dos animais foi avaliada durante o período de aleitamento da tarde, por sistema de escore: 1) alerta e responsivo; 2) não ativo; 3) deprimido e 4) moribundo. Animais com escore 3 e 4 foram considerados como inativos. O sistema de escore de fezes foi avaliado no momento da mensuração da temperatura retal, tendo sido adotada a seguinte classificação: 1) firme, 2) macia ou de consistência moderada, 3) diarreia leve e 4) aquosa e diarreia profunda. Escores fecais 3 e 4 foram considerados como diarreia. Os animais com diarreia foram tratados com antibiótico e hidratação oral com solução eletrolítica (Facury Filho et al., 2003). Outras ocorrências clínicas de origem respiratória ou hemoparasitárias foram diagnosticadas e

tratadas. O uso de medicamentos foi registrado, considerando a dose e a duração do tratamento.

Ao final do período experimental, após o desaleitamento da tarde, os machos foram sacrificados, eviscerados e os compartimentos do estômago isolados: ruminorretículo, omaso e abomaso. Após a limpeza e a remoção do excesso de tecido conjuntivo, os órgãos foram abertos, esvaziados, lavados em água corrente e pesados em balança de precisão.

Para avaliação histológica, foram coletados fragmentos da parede da extremidade cranial do recesso do rúmen e do omaso. Essas amostras foram fixadas por 12 horas em líquido de Bouin (Luna, 1968) e, posteriormente, desidratadas em série crescente de álcool etílico, diafanizada em xilol, infiltrada e incluída em parafina histológica. Os blocos de parafina foram seccionados em micrótomo manual (Micrótomo Rotativo 781, Ancap Equipamentos Eletro-Eletrônicos Ltda., São Paulo, SP), obtendo-se secções de 7 μ m de espessura. Para análise morfométrica da altura e da área das papilas ruminais e determinação do IM das células da camada basal dos epitélios do rúmen e do omaso, as lâminas foram coradas com hematoxilina-eosina (HE), segundo Luna (1968).

A altura e a área das papilas ruminais foram mensuradas com o *software* Cell ^B, contido em um analisador de imagens (Imaging Software for Life Science Microscopy, Olympus Optical do Brasil Ltda., São Paulo, SP). As imagens de cada corte foram captadas por uma câmara digital (câmara digital Reflex Modelo E-420 Linha Evolt, Olympus Optical do Brasil Ltda., São Paulo, SP) para posterior digitalização em ocular de quatro vezes. A altura de cada papila, em μ m, foi definida como sendo a linha reta traçada da base ao ápice da papila. Na mesma papila em que foi mensurada a altura, também foi mensurada a área papilar por delimitação computadorizada da papila. Foram mensuradas, em média, dez papilas em cada corte histológico.

Para a determinação do IM, foi utilizado microscópio óptico (modelo CX21, Olympus Optical do Brasil Ltda., São Paulo, SP), em aumento de 400 vezes. Em um corte histológico do recesso do rúmen e do omaso, foram contados todos os núcleos das células da camada basal do epitélio e todas as células com núcleo apresentando figuras mitóticas. O IM foi calculado dividindo-se o número de núcleos com figuras mitóticas pelo total de núcleos contados. Dois avaliadores independentes executaram as contagens e o IM de cada animal foi a média dessas avaliações. Os números de núcleos contados no recesso do rúmen e do omaso foram de 7.083, $3 \pm 3.636,2$ e $8.625,9 \pm 3.058$ (média $\pm$ desvio padrão), respectivamente.

Para a interpretação dos dados, o período experimental foi dividido em três fases: Período 1 - em que os animais consumiram quatro litros de leite ou sucedâneo lácteo por dia; Período 2 - em que os animais consumiram dois litros de leite ou sucedâneo lácteo por dia no tratamento concentrado extrusado, ou três litros de leite ou sucedâneo lácteo no concentrado farelado e Período 3 - período pós-desmama de 21 dias.

3.1 Análises Estatísticas

Os dados foram analisados pelo procedimento GLM do SAS (1985) como um delineamento em blocos ao acaso ajustado para covariável, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_i = \mu + CV + B_i + T_j + e_{ij}$$

Em que:

μ = média geral

CV = covariável (peso dos bezerros ao nascimento)

B_i = efeito de bloco (1 a 16)

T_j = efeito de tratamento (Concentrado Extrusado ou Concentrado Farelado)
 e_{ij} = erro residual, assumido identicamente e independentemente distribuído em uma distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

Para as variáveis morfológicas foram utilizados os dados apenas dos machos, portanto o efeito de bloco variou de 1 a 8. As estruturas de covariância consideradas foram: Autorregressiva de primeira ordem, não-estruturada e simetria composta. Aquela com maior valor para o critério de informação de Akaike foi utilizada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o Período 1 os animais do tratamento extrusado consumiram maiores quantidades de leite e concentrado. Isto pode ter ocorrido, principalmente, devido ao maior tempo de permanência destes animais neste período. No entanto, poucos animais de ambos os tratamentos consumiram concentrado antes de duas semanas de idade justificando o baixo consumo. No Período 2 foram observados maior consumo de leite ou sucedâneo e de concentrado nos animais do tratamento farelado. Este fato provavelmente se deve também ao maior tempo de permanência dos animais no período (TABELA 4).

TABELA 4 Mensurações de peso, ganho diário de peso, consumo, idade à desmama e duração nos tratamentos Concentrado Extrusado (Extrusado) ou Concentrado Farelado (Farelado).

	Extrusado	Farelado	EPM ¹	P trat
Peso Corporal	kg			
Desmame	56,3	53,1	1,17	0,07
Final	66,9	60,1	2,21	0,06
Ganho diário	kg d ⁻¹			
Período 1 ²	0,3	0,3	0,03	0,43
Período 2 ²	0,5	0,3	0,07	0,19
Período 3 ²	0,7	0,7	0,05	0,82
Total ²	0,4	0,4	0,02	0,09
Consumo Leite	L			
Período 1	154,4	111,8	7,28	<0,01
Período 2	22,1	62,1	5,49	<0,01
Total	176,5	173,9	5,95	0,76
Consumo MS ³	kg			
Período 1	4,9	2,6	0,48	<0,01
Período 2	6,5	9,4	1,03	0,07
Período 3	31,2	32,3	0,99	0,44
Total	42,6	44,3	1,29	0,36
Duração	dias			
Período 1	38,6	28,0	1,82	<0,01
Período 2	11,1	20,7	2,08	<0,01
Período 3	21,0	21,0	0	
Total	70,7	69,7	1,91	0,72
Idade à desmama	dias			
	49,7	48,7	1,91	0,72

¹EPM = Erro padrão das médias

²Período 1 - Período em que os animais consumiram quatro litros de leite por dia. Período 2 - Período em que os animais consumiram dois litros de leite por dia no tratamento Extrusado ou três litros no Farelado. Período 3 - Período pós-desmama de 21 dias. Total - Período do nascimento à 21 dias após a desmama.

³Matéria seca

Os animais que receberam concentrado extrusado demandaram menor tempo para atingir a ingestão de 800 g de concentrado (TABELA 4). Entretanto, a forma física do concentrado não alterou a idade à desmama, que foi aproximadamente 49 dias de vida. A maior ingestão de alimentos sólidos pode ser atribuída à reduzida oferta de leite ou sucedâneo associada à diminuição na disponibilidade de nutrientes. Church et al. (1993) observaram que bezerros alimentados com baixos níveis de leite consumiram maior quantidade de forragem, possivelmente para compensar a diminuição da oferta de nutrientes proveniente do baixo consumo de leite. Abdelsamei et al. (2005) também observaram que a diminuição no consumo de sucedâneo de leite aumentou linearmente a ingestão de feno por bezerros da raça Holandesa. Entretanto, o processamento do grão também pode influenciar a ingestão de MS. Maior ingestão de MS foi observada em dietas contendo grãos laminado a seco, seguido por grãos inteiros, laminado a vapor e floculado. Grãos finamente moídos resultaram em baixa ingestão (Owens et al., 1997).

O consumo de maiores quantidades diárias de extrusado antes do desmame, provavelmente resultou no início de alguma atividade ruminal em relação aos animais alimentados convencionalmente. Em virtude de sua relação com o desenvolvimento ruminal, o consumo de alimento sólido, mais especificamente de concentrado, é utilizado como critério para o desaleitamento de bezerros (Bittar et al., 2009). O início precoce do consumo de alimentos sólidos e da possível atividade relacionada à ruminação em bezerros, pode atenuar os efeitos negativos da menor ingestão de leite sobre o consumo de concentrado durante os períodos pré e pós-desmama, sobre o crescimento e sobre o desempenho de bezerros leiteiros (Baldwin et al., 2004; Khan et al., 2007).

O peso vivo ao nascimento foi 38,4 kg no Concentrado Extrusado e 38,3 kg no Concentrado Farelado (EPM=1,42 e $P=0,96$). Considerando todo o

período experimental, os bezerros que receberam o tratamento extrusado tiveram maior ganho de peso, considerando que nos dois tratamentos os animais tiveram o mesmo consumo de concentrado e foram desaleitados com a mesma idade (TABELA 4). Franklin et al. (2003) observaram que bezerros alimentados com milho texturizado consumiram maior quantidade de grãos, foram desmamados mais cedo e tiveram maior ganho de peso na sexta semana de idade, que bezerros alimentados com concentrado peletizado. Assim, a forma física do concentrado, ou seja, o tipo e o grau de processamento do grão podem afetar o desempenho animal.

O ganho de peso diário ao longo de todo o período experimental e o peso à desmama foram superiores nos animais que receberam o concentrado extrusado, respectivamente 0,05 e 3,2 kg (TABELA 4). Este fato pode ser atribuído a maior digestibilidade do amido no trato gastrointestinal e maior produção e absorção de AGV no rúmen (Poore et al., 1993; Chen et al., 1994), o que pode refletir em maior suprimento de energia líquida e proteína metabolizável para o animal (Zinn et al., 2002). Além disto, o consumo de proteína bruta foi respectivamente 9,2 e 7,4 kg nos tratamentos extrusado e farelado (EPM=0,25 e $P<0,01$), o que pode ter contribuído para aumentar o ganho de peso dos animais alimentados com concentrado extrusado. O ganho de peso neste experimento foi satisfatório e semelhante ao de bezerros alimentados com grãos processados recomendado pelo NRC (2001). Considerando que os animais alimentados com concentrado farelado apresentaram ganho de peso diário satisfatório, tiveram a mesma idade ao desmame, e que a mistura farelada normalmente tem menor custo, a utilização de concentrado extrusado pode não ser a melhor opção.

Nos dois tratamentos os animais foram desmamados com sete semanas de vida (TABELA 4). Convencionalmente recomenda-se que bezerros sejam desmamados quando estão consumindo cerca de 700 g d⁻¹ durante dois ou três

dias consecutivos (Quigley, 1996). De acordo com Anderson et al. (1987) e Franklin et al. (2003), bezerros podem ser desmamados com aproximadamente quatro semanas de idade. A redução no período de aleitamento pode resultar em economias substanciais para propriedades produtoras de leite, e, além disso, menor gasto com mão de obra será necessário para manejar os bezerros proporcionando redução no custo de produção.

Durante a segunda e a terceira semanas de vida, observou-se a maioria dos casos de diarreia, o que é consistente com as observações de Quigley et al. (1995) e Franklin et al. (1998 e 2003). Cerca de 80% dos bezerros, nos dois tratamentos, apresentaram pelo menos dois dias de escore fecal maior que dois. Entretanto, houve diferença no período de duração de diarreia de dois a sete dias. Diarreia e infecções gastrintestinais são as causas mais frequentes de mortalidade e baixo desempenho em bezerros e corresponde à maioria dos problemas clínicos que afetam estes animais durante o período pré-desmame. Entretanto, à medida que o bezerro se desenvolve e passa a receber uma dieta baseada em cereais e forragens, o risco de diarreia tende a diminuir (Coelho, 2009).

Na avaliação do comportamento dos animais, estes estavam alerta e responsivos durante todo o período experimental. Raras exceções ocorreram quando estes apresentaram quadro clínico alterado (TABELA 5). Escores de comportamento e fezes foram semelhantes entre os tratamentos ao longo de todo o período experimental.

No entanto, bezerros alimentados com farelado tenderam a ter fezes mais amolecidas nos primeiros 21 dias após a desmama. O alimento deve ser digerido preferencialmente no rúmen e abomaso, com a absorção dos nutrientes ocorrendo principalmente no rúmen e no intestino delgado. Quando parte do alimento passa por estes compartimentos sem ser totalmente degradado ele é fermentado no intestino grosso, que possui baixa capacidade de absorção de

nutrientes. Sendo assim, parte dos nutrientes é perdida (Church, 1993). Este fato pode explicar pelo menos em parte a ocorrência de fezes mais moles nos animais do tratamento farelado.

Durante todo o período experimental a temperatura retal média foi semelhante entre os tratamentos (TABELA 5) e dentro dos limites fisiológicos da espécie (Dukes, 1996). A proporção de dias de temperatura $\geq 39,5^{\circ}\text{C}$ foi menor no tratamento extrusado durante o Período 1. Considerando que a duração do Período 1 foi de 38,6 dias no tratamento extrusado e 28 dias no tratamento farelado (TABELA 4), a porcentagem de dias com temperaturas $\geq 39,5^{\circ}\text{C}$ corresponderam a 12,9 e 40,6% dos dias no Período 1 nos tratamentos extrusado e farelado, respectivamente. De acordo com Gonçalves Neto et al. (2008), a constituição mais fina do concentrado pode estar associada a problemas respiratórios em bezerros. Além disto, temperaturas mais elevadas durante as primeiras semanas de vida são comuns, pois os animais se encontram mais susceptíveis a doenças parasitárias e respiratórias. Alguns autores observaram que bezerros até o período de desmama tiveram febre em mais de 40% dos dias durante o período de aleitamento (Quigley et al., 2006; Roth et al., 2009). Desta forma, o menor tamanho de partícula presente no concentrado farelado pode ter sido responsável por alterações clínicas ou subclínicas nos animais deste tratamento, verificada pelos dias de temperatura $\geq 39,5^{\circ}\text{C}$.

Não foram observadas diferenças entre os tratamentos na proporção de dias de bezerros medicados com produtos antiinflamatórios e antidiarréicos, uma vez que o número de doenças observadas e os medicamentos administrados foram semelhantes para todos os animais (TABELA 5).

TABELA 5 Frequência e custo das ocorrências clínicas nos tratamentos Concentrado Extrusado (Extrusado) ou Concentrado Farelado (Farelado)

	Extrusado	Farelado	EPM ¹	P trat
Escore de comportamento	1 a 4			
	1,0	1,0	0,01	0,95
Escore de comportamento 3-4	% dos dias			
Período 1 ²	0,1	0	0,93	0,33
Período 2 ²	0	0	0	-
Período 3 ²	0	0	0	-
Total ²	0,1	0	0,05	0,33
Temperatura retal	°C			
Período 1	38,9	39,1	0,05	0,13
Período 2	38,9	38,9	0,06	0,79
Período 3	38,9	39,0	0,07	0,30
Total	38,9	39,0	0,05	0,28
Temperatura retal $\geq 39,5^{\circ}\text{C}$	dias			
	3,8	6,3	1,19	0,16
Temperatura retal $\geq 39,5^{\circ}\text{C}$	% dos dias			
Período 1	5,0	11,4	2,24	0,07
Período 2	5,2	6,4	1,96	0,67
Período 3	6,8	8,3	2,67	0,70
Total	5,8	9,3	1,20	0,21
Medicação	dias			
	3,4	4,1	0,80	0,56
Custo de medicamentos	R\$			
	7,1	7,6	1,82	0,85
Escore de fezes	1 a 4			
	1,8	1,8	0,04	0,50
Escore de fezes 3-4	% dos dias			
Período 1	11,4	11,8	1,76	0,88
Período 2	0,6	0	0,46	0,35
Período 3	0	1,2	0,50	0,11
Total	6,4	5,2	1,03	0,43

¹EPM = Erro padrão das médias

²Período 1 - Período em que os animais consumiram quatro litros de leite por dia. Período 2 - Período em que os animais consumiram dois litros de leite por dia no tratamento Extrusado ou três litros no Farelado. Período 3 - Período pós-desmama de 21 dias. Total - Período do nascimento à 21 dias após a desmama.

Bezerros no tratamento extrusado tenderam a ter maior ruminorretículo como proporção do estômago total apesar do peso do órgão não ter diferido entre os tratamentos (TABELA 6). O processamento dos grãos pode ter influenciado na produção de AGV no rúmen, que são necessários para estimular o desenvolvimento morfofuncional do órgão. O desenvolvimento ruminal pode ocorrer em idade precoce em bezerros desmamados mais cedo em comparação a bezerros desmamados convencionalmente (Anderson et al., 1987).

TABELA 6 Peso dos compartimentos do estômago de bezerros nos tratamentos Concentrado Extrusado (Extrusado) ou Concentrado Farelado (Farelado).

	Extrusado	Farelado	EPM ¹	P trat
	peso (gramas)			
Ruminorretículo	1672,5	1647,5	100,89	0,87
Omaso	246,3	304,4	23,87	0,13
Abomaso	296,3	320,6	13,30	0,24
Estômago total	2235,0	2268,8	124,17	0,85
	% peso vivo			
Ruminorretículo	2,6	2,7	1,14	0,64
Omaso	0,3	0,5	0,36	0,08
Abomaso	0,5	0,5	0,22	0,07
Estômago total	3,4	3,7	1,22	0,23
	% estômago total			
Ruminorretículo	75,0	72,2	0,99	0,12
Omaso	11,0	13,5	1,01	0,15
Abomaso	13,3	14,3	0,70	0,39

¹EPM = Erro padrão das médias

De acordo com Bittar et al. (2009), a forma física do concentrado inicial, farelada ou peletizada, não afetou as medidas morfométricas do trato digestório proximal de bezerros, exceto a capacidade do rúmen e o peso do abomaso, que

foram maiores nos animais alimentados com concentrado peletizado. De acordo com os autores o maior peso do abomaso pode sugerir menor desenvolvimento ruminal. Entretanto, a proporção do abomaso em relação ao trato digestório no referido experimento foi de 18,04%, o que comprova sua menor importância como órgão de digestão nestes animais.

Embora tenha sido observado uma tendência do tratamento extrusado aumentar o peso do ruminorretículo como proporção do estômago total, a passagem de amido do rúmen para o omaso pode ter contribuído para a tendência de maior peso do omaso e do abomaso como proporção do peso vivo nos animais do tratamento farelado, sugerindo que a atuação do processamento sobre o local de digestão do amido do milho pode ter efeito localizado sobre as partes do estômago de bezerros (TABELA 6).

Diferenças no peso omasal de bezerros alimentados com concentrados com diferentes formas físicas têm sido relatadas por alguns autores, os quais observaram que animais alimentados com dieta finamente moída apresentaram uma tendência de maior peso no omaso em relação aos animais alimentados com dieta com maior tamanho de partículas (Greenwood et al., 1997; Bittar et al., 2009). Beharka et al. (1998) relataram maior peso do omaso em bezerros consumindo dieta com menor tamanho de partícula. Segundo os autores, o maior peso omasal pode ser devido ao fluxo aumentado de partículas do rúmen para o omaso, possivelmente estimulando o desenvolvimento deste órgão. Costa et al. (2008) observaram que infusões intra-ruminais de propionato e butirato induziram aumento na massa do omaso em relação ao tratamento controle (salina) em bezerros alimentados com dieta exclusivamente líquida.

O tratamento extrusado estimulou a proliferação celular na camada basal do epitélio ruminal, o que pode ter refletido em maiores dimensões papilares (TABELA 7). O maior IM nos animais do tratamento extrusado, mesmo recebendo concentrado farelado por sete dias, provavelmente foi devido à maior

produção e absorção de AGV no rúmen, à maior secreção de insulina ou à ação de outros reguladores de crescimento epitelial. Entretanto, Goodlad (1981) observou que o IM na transição de dieta de forragem para concentrado aumentou até atingir o pico cinco a seis dias após o início da mudança da dieta, o qual foi seguido por um agudo declínio ao nível original. No presente trabalho mesmo considerando que tenha ocorrido um declínio do IM após um possível pico de proliferação celular, a qual não foi mensurada na ocasião, o valor de IM foi mais alto nos animais recebendo extrusado.

Trabalhos *in vitro* têm mostrado que vários fatores podem influenciar a proliferação e diferenciação das células epiteliais, como hormônios (hidrocortisona, insulina, prolactina, hormônios tireoidianos), fatores de crescimento (Fator de Crescimento Epidérmico, Fator de Transformação do Crescimento), micronutrientes (vitamina D₃, ácido retinóico) e micronutrientes celulares (Staiano-Coico et al., 1990; Pollitt, 1996; Suter et al., 1997). Além disso, o valor do IM no recesso do rúmen de animais recebendo extrusado está coerente com os outros dados de morfologia, sugerindo um efeito prolongado do tratamento extrusado sobre o desenvolvimento morfofuncional do ruminorretículo, o que pode explicar pelo menos em parte, o maior ganho de peso nestes animais.

TABELA 7 Altura e área de papilas na região do recesso do rúmen e índice mitótico (IM) nas regiões do recesso do rúmen e do omaso de bezerros que consumiram Concentrado Extrusado (Extrusado) ou Concentrado Farelado (Farelado)

	Extrusado	Farelado	EPM ¹	P trat
Recesso do rúmen				
Altura (µm)	1.955,0	1.661,1	104,9	0,13
Área (µm ²)	1.592.200,0	935.400,0	411.100,0	0,34
IM (%)	1,11	0,59	0,13	0,04
Omaso				
IM (%)	1,52	1,24	0,16	0,34

¹EPM = Erro padrão das médias

Vários trabalhos têm sido realizados para avaliar o efeito da forma física e o tamanho de partícula sobre o desenvolvimento da mucosa ruminal (Greenwood et al., 1997; Beharka et al., 1998; Franklin et al., 2003; Lesmeister & Heinrichs et al., 2004; Bateman et al., 2009; Bittar et al., 2009), porém, os resultados são bem contraditórios. McGavin & Morrill (1976) sugeriram que os métodos histológicos de mensuração das dimensões papilares e os relatos de valores médios seriam pouco confiáveis devido a altas variações nos comprimentos das papilas ruminais.

Entretanto, Coelho (1999), utilizando técnica de mensuração papilar semelhante à utilizada neste trabalho, observou valores coerentes de dimensões papilares aos obtidos neste experimento em bezerros com acesso contínuo a alimentos concentrados. A autora observou que a altura papilar foi 400 µm ao desmame com 30 dias de idade, 1.500 µm aos 60 dias e 2.000 µm aos 90 dias. A área papilar foi de 80.000 µm² aos 60 dias e de 1.200.000 µm² aos 90 dias.

Embora se tenha observado uma tendência do concentrado farelado aumentar o peso do omaso, não se observou efeito sobre o IM no órgão.

Aspectos morfofisiológicos do omaso são ainda pouco conhecidos, apesar da importância deste órgão no processo digestório de ruminantes. (TABELA 7). Daniel et al. (2006), observaram que o IM do omaso foi 0,52% e do rúmen 0,28% em bovinos mestiços adultos. Segundo o autor, maior IM no omaso indicou maior rapidez de proliferação das células na camada basal no omaso em relação ao rúmen.

5 CONCLUSÕES

O efeito do processamento de grãos sobre o local de digestão do amido do milho no trato gastrintestinal pode ter efeito localizado sobre as partes do estômago de bezerros.

O protocolo de criação no sistema Ruter[®], resultou em maior ganho de peso diário, o que pode ter sido mediado pelo maior consumo de proteína e maior desenvolvimento ruminal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELSAMEI, A. H.; FOX, D.; TEDESCHI, L. O.; THONNEY, M. L.; KETCHEN, D. J.; STOUFFER, J. R. The effect of milk intake on forage intake and growth of nursing calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 4, p. 940-947, 2005.

AMARAL, C. M. C. **Extrusão e peletização de ração completa**: efeitos no desempenho, na digestibilidade e no desenvolvimento das câmaras gástricas de cabritos Saanen. 2002. 73 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

ANDERSON, K. L.; NAGARAJA, T. G.; MORRILL, J. L. Ruminant and metabolic development in calves weaned conventionally or early. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 70, n. 5, p. 1000-1005, 1987.

ASSOCIACION DE COOPERATIVAS ARGENTINAS. Division Nutricion Animal. **Ruter**: la mejor forma de criar a sus terneros. San Nicolas, 2003. 8 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12. ed. Washington, 1975. v. 1, 1094 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. ed. Virginia, 1990. v. 1, 1117 p.

BACH, A.; GIMENEZ, A.; JUARISTI, J. L.; AHEDO, J. Effects of physical form of a starter for dairy replacement calves on feed intake and performance. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 6, p. 3028-3033, 2007.

BALDWIN, R. L.; MECLEOD, K. R.; KLOTZ, J. L.; HEITMANN, R. N. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and post-weaning ruminant. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, n. 13, p. E55-E65, 2004. Supplement.

BANKS, W. J. **Histologia veterinária aplicada**. 2 ed. São Paulo: Manole, 1992. 629 p.

BANKS, W.; GRENEWOOD, C. T. **Starch and its components**. London: Halsted, 1975. 341 p.

BANNINK, A.; KOGUT, J.; DIJKSTRA, J.; FRANCE, J.; KEBREAB, E.; VUUREN, A. M. van; TAMMINGA, S. Estimation of the stoichiometry of volatile fatty acid production in the rumen of lactating cows. **Journal Theoretical Biology**, London, v. 238, n. 1, p. 36-51, 2006.

BARMORE, J. A. New calf management practices enhance production efficiency. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 55, n. 17, p. 12-14, 1994.

BATAGLIA, A. M. A extrusão no preparo de alimentos para animais. In: SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 3., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 1990. p. 73-82.

BATEMAN, H. G.; HILL, T. M.; ALDRICH, J. M.; SCHLOTTERBECK, R. L. Effects of corn processing, particle size, and diet form on performance of calves in bedded pens. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 2, p. 782-789, 2009.

BEHARKA, A. A.; NAGARAJA, T. G.; MORRIL, J. L.; KENNEDY, G. A.; KLEMM, R. D. Effects of form of the diet on anatomical, microbial and fermentative development of the rumen of neonatal calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 12, p. 1946-1955, 1998.

BELLABER, C.; NONES, K. A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4., 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 2000. p. 1-18.

BIAGI, J. D. Implicações da granulometria de ingredientes na qualidade de pelets e na economia da produção de rações: revisão. In: SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES, 1., 1998, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA/CNPSA, 1998. p. 57.

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, MG, v. 38, n. 8, p. 1561-1567, 2009.

BROWNLEE, A. The development of rumen papillae in cattle fed on different diets. **British Veterinary Journal**, London, v. 112, n. 4, p. 369-375, 1956.

CASTELLS, M.; MARIN, S.; SANCHES, V.; RAMOS, A. J. Fate of mycotoxins in cereals during extrusion cooking: a review. **Food Additives and Contaminantes**, London, v. 22, n. 2, p. 150-157, 2005.

CHEFTEL, J. C. Nutritional effects of extrusion cooking. **Food Chemistry**, London, v. 20, n. 4, p. 263-283, 1986.

CHEN, K. H.; HUBER, J. T.; THEURER, C. B.; SWINGLE, R. S.; SIMAS, J.; CHAN, S. C.; WU, Z.; SULLIVAN, J. L. Effect of steam-flaking of corn and sorghum grains on performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 4, p. 1038-1043, 1994.

CHURCH, D. C. **El rumiante**: fisiologia digestiva y nutrición. Zaragoza: Acribia, 1993. 641 p.

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 p. Tese (Doutorado em Nutrição Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

COELHO, S. G. Desafio na criação e saúde de bezerros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA, 8., 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2009. p. 1-16.

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. 10-18, 2008.

COVERDALE, J. A.; TYLER, H. D.; QUIGLEY, 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.

CROCKER, L. M.; DEPETERS, E. J.; FADEL, J. G.; PEREZ-MONTI, H.; TAYLOR, S. J.; WYCKOFF, J. A.; ZINN, R. A. Influence of processed corn grain in diets of dairy cows on digestion of nutrients and milk composition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 9, p. 2394-2407, 1998.

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.

DIAZ, M. C.; AMBURGH, M. E. van; SMITH, J. M. Composition of growth of Holstein calves fed milk replacer from birth to 105 kilogram body weight. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 84, n. 4, p. 830-842, 2001.

DRACKLEY, J. K. Early growth effects on subsequent health and performance of dairy heifers. In: GARNSWORTHY, P. C. (Ed.). **Calf and heifer rearing**. Cambridge: Nottingham University, 2005. chap. 12, p. 35-39.

DRACKLEY, J. K. Calf nutrition from birth to breeding. **Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 24, n. 1, p. 55-86, Nov. 2008.

DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856 p.

EVERS, A. D.; MECDERMOTT, E. E. Scanning electron microscopy of wheat starch: II., structure of granules modified by alpha amylolysis. **Starke**, Weinheim, v. 22, n. 9, p. 23-27, 1970.

FACURY FILHO, E. J. **Criação de bezerros**. Belo Horizonte: UFMG, 2003. 44 p.

FLATT, W. P.; WARNER, R. G.; LOOSLI, J. K. Influence of purified materials on the development of the ruminant stomach. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 41, n. 11, p. 1593-1601, 1958.

FRANKLIN, S. T.; AMARAL-PHILLIPS, D. M.; JACKSON, J. A.; CAMBELL, A. 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 Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 6, p. 2145-2153, 2003.

FRANKLIN, S. T.; SORENSON, C. E.; HAMMELL, D. C. Influence of vitamin A supplementation in milk on growth, health, concentrations of vitamins in plasma, and immune parameters of calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 10, p. 2623-2632, 1998.

GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981. 2000 p.

GONÇALVES 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**, Salvador, v. 9, n. 4, p. 726-733, 2008.

GOODLAD, R. A some effects of diet on the mitotic index and the cell cycle of the ruminal epithelium of sheep. **Quarterly Journal of Experimental Physiology**, New York, v. 66, n. 4, p. 487-499, Oct. 1981.

GREENWOOD, R. H.; MORRILL, J. L.; TITGEMEYER, E. C.; KENNEDY, G. A new method of measuring diet abrasion and its effect on the development of the forestomach. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 10, p. 2534-2541, 1997.

GREENWOOD, C. T. Observation on the structure of the starch granule. In: BLANCHARD, J. M. V.; MITCHELL, J. R. (Ed.). **Polysaccharides in food**. London: Butterworths, 1979. p. 68-73.

HARRISON, H. N.; WARNER, R. G.; SANDER, E. G.; LOOSLI, J. K. Changes in the tissue and volume of the stomachs of calves following the removal of dry feed or consumption of inert bulk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 43, n. 9, p. 1301-1312, 1960.

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. 3/4, p. 385-386, 1970.

HUBER, J. T. Development of the digestive and metabolic apparatus of the calf. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 52, n. 8, p. 1303-1315, 1968.

JOY, M. T.; DEPETERS, E. J.; FADEL, J. G.; ZINN, R. A. Effects of corn processing on the site and extent of digestion in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 9, p. 2087-2097, 1997.

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

KLEIN, C. H.; KESSLER, A. M.; PENZ, A. M. J. Efeito da forma física da ração sobre alguns parâmetros do metabolismo energético de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 1995. p. 7-13.

LEACH, H. W. **Gelatinization of starch**: chemistry and technology. New York: Academic, 1965. v. 1, 93 p.

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.

LUCCI, C. S. **Bovinos leiteiros jovens**: nutrição, manejo, doenças. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1989. 371 p.

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

MAGALHÃES, V. J. A.; SUSCA, F.; LIMA, F. S.; BRANCO, A. F.; YOON, I.; SANTOS, J. E. P. Effect of feeding yeast culture on performance, health, and immunocompetence of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 4, p. 1497-1509, 2008.

MCGAVIN, M. D.; MORRILL, J. L. Scanning electron microscopy of ruminal papillae in calves fed various amounts and forms of roughage. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 37, n. 10, p. 497-506, 1976.

MELLO JÚNIOR, C. A. Processamento de grãos de milho e sorgo visando aumento do valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991. p. 263-283.

MELO, L. Q. **Morfometria ruminal e efeito do pH e do volume da digesta sobre a absorção de ácidos graxos voláteis**. 2007. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MOTA, L. S. **Adaptação e interação genótipo-ambiente em vacas leiteiras**. 1997. 69 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

MURPHY, T. A.; FLUHARTY, F. L.; LOERCH, S. C. The influence of intake level and corn processing on digestibility and ruminal metabolism in steers fed all-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 6, p. 1608-1615, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, 2001. 381 p.

NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E. **The anatomic of the domestic animals: the circulatory system, the skin and the cutaneous organs of the domestica mamals**. Berlin: Verlag, 1981. v. 3, 610 p.

NOCEK, J. E.; HEALD, C. W.; POLAM, C. E. Influence of ration physical form and nitrogen availability on ruminal morphology of growing bull calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 2, p. 334-343, Feb. 1984.

NOCEK, J. E.; KESLER, E. M. Growth and rumen characteristics of Holstein steers fed pelleted or conventional diets. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 2, p. 249-254, Feb. 1980.

NUSSIO, C. M. B. **Processamento do milho e suplementação com monensina para bezerras leiteiros pré e pós desmama precoce**. 2002. 104 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Piracicaba.

NUSSIO, C. M. B.; SANTOS, F. A.; ZOPOLLATTO, M.; PIRES, A. V.; MORAIS, J. B. Processamento (Floculado vs Laminado a vapor) e adição de monensina para bezerras leiteiras, pré e pós desmame. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 229-239, jan./mar. 2003.

O'CONNOR, C. Product development services available from extrudermmanufactures. In: _____. **Extrusion technology for the food industry**. New York: Elsevier Applied Science, 1987. p. 71-75.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 3, p. 868-879, May 1997.

POLLITT, C. C. Basement membrane pathology: a feature of acute equine laminitis. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 28, n. 1, p. 38-46, 1996.

POORE, M. H.; MOORE, J. A.; ECK, T. P.; SWINGLE, R. S.; THEURER, C. B. Effect of fiber source and ruminal starch degradability on site and extent of digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 8, p. 2244-2253, 1993.

POZZA, P. C.; POZZA, M. S. S.; RICHART, S.; OLIVEIRA, F. G.; GASPAROTTO, E. S.; SCHLICKMANN, F. Avaliação da moagem e granulometria do milho e consumo de energia no processamento em moinhos de martelos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 235-238, 2005.

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, v. 79, n. 1, p. 154-156, 1996. Supplement.

QUIGLEY, J. D.; MARTIN, K. R.; BEMIS, D. A.; POTGIETER, L. N. D.; REINEMEYER, C. R.; ROHRBACH, B. W.; DOWLEN, H. H.; LAMAR, K. C. Effects of housing and colostrum feeding on serum immunoglobulins, growth, and fecal scores of Jersey calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 4, p. 893-901, 1995.

QUIGLEY, J. D.; WOLFE, T. A.; ELSASSER, T. H. Effects of additional milk replacer feeding on calf health, growth, and selected blood metabolites in calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. 4, p. 207-216, 2006.

REIS, R. B.; COMBS, D. K. Effects of corn processing and supplemental hay on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 11, p. 2529-2538, 2000.

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.

RUPP, G. P.; KREIKEMEIER, K. K.; PERINO, L.; ROSS, G. S. Measurement of volatile fatty acid disappearance and fluid flux across the abomasums of cattle, using an improved omasal cannulation technique. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 55, n. 4, p. 522-534, 1994.

RUY, D.; HANNA, M. A.; BULLERMAN, L. B. Stability of zearalenone during extrusion of corn grits. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 62, n. 12, p. 1482-1484, 1999.

SAKATA, T.; TAMATE, H. Rumen epithelium cell proliferation accelerated by rapid increase in intra-ruminal butyrate. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 61, n. 4, p. 1102-1109, 1978.

SANDER, E. G.; WARNER, R. G.; HARRISON, H. N.; LOOSLI, J. K. The stimulatory effect of sodium butyrate and sodium propionate on the development of rumen mucosae in the young calf. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 42, n. 9, p. 1600-1605, Sept. 1959.

SANTOS, F. A. P.; HUBER, J. T.; THEURER, C. B.; SWINGLE, R. S.; SIMAS, J. M. Response of lactating cows to various densities of sorghum grain. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 8, p. 1681-1685, 1997.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide statistics**. Version 6.11. Cary, 1985. 117 p.
SCHNORR, B.; VOLLMERHAUS, B. Die Feinstruktur des Pansenepithels von Ziegen und Rind. **Zentralblatt für Veterinärmedizin**, Berlin, v. 14, n. 7, p. 784-818, 1967.

SIMAS, J. M. Processamento de grãos para rações de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL: CONFINAMENTO DE BOVINOS, 9., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 7-32.

SOEST, P. J. van. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.

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

STOBO, I. J. F.; ROY, J. H. B.; GASTON, H. J. Rumen development in the calf: 1., the effect of diets containing different proportions of concentrates to hay on rumen development. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 20, n. 7, p. 171-188, 1966.

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.

SUTTON, J. D.; MCGILLIARD, A. D.; JACOBSON, N. L. Functional development of rumen mucosa: I., absorptive ability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 46, n. 6, p. 426-436, 1963.

TAMATE, H.; FELL, B. F. Cell deletion as a factor in the regulation of rumen epithelial populations. **Veterinary Science Communications**, Amsterdam, v. 1, n. 4, p. 359-364, 1977.

TAMATE, H.; MCGILLIARD, A. D.; JACOBSON, N. L.; GETTY, R. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 45, n. 3, p. 408-420, 1962.

THEURER, C. B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 5, p. 1649-1662, 1986.

WARNER, R. G. Nutritional factors affecting the development of a functional ruminant: a historical perspective. In: CORNELL CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1., 1991, Rochester. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1991. p. 1-13.

ZINN, R. A.; OWENS, F. N.; WARE, R. A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 5, p. 1145-1156, 2002.