UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE VETERINÁRIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FONTES DE FIBRA SOBRE A DIGESTIBILIDADE E COMPORTAMENTO INGESTIVO EM BOVINOS DA RAÇA NELORE CONFINADOS

Douglas de Almeida Lima

Orientador: Dr. Juliano José de Resende Fernandes

GOIÂNIA

2011

Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TE-DE) na Biblioteca Digital da UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás–UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ **Dissertação** ☐ **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor: **Douglas de Almeida Lima** E-mail: **douglaslimavet@hotmail.com**

Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? ☒ Sim ☐ Não

Vínculo Empregatício do autor: Agência de fomento: CNPQ

País: **Brasil** UF:**Golas** CNPJ: Sigla:

Título: Fontes de Fibra sobre a difestibilidade e comportamento ingestivo em bovinos da ra raça nelore confinados Palavras-chave: **Fibra fisicamente efetiva, acidose ruminal, fontes de fibra, bagaço de cana, milho inteiro, resíduo de milho**

Título em outra língua: **Fiber sources on digestibility and feed behavior in nellore steers in feedlot**

Palavras-chave em outra língua: **phisically effective fiber, ruminal acidosis, fiber sources, sugar cane bagasse, whole corn, corn byproduct silage**

Área de concentração: **Produção Animal** Data defesa: (dd/mm/aaaa) **26-08-2011**

Programa de Pós-Graduação:

Orientador(a):**Juliano Jose de Resende Fernandes** E-mail: **juliano@vet.ufg.br**

Co-orientador(1): **Miton Luiz Moreira Lima** E-mail: mlmlima@yahoo.com.br

Co-orientador(2): **Reinaldo Cunha de Oliveira Júnior** E-mail:

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?[1] ☒ total ☐ parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

[ ] Capítulos. Especifique:

[ ] Outras restrições:

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Goiânia 8 de setembro de 2013

Douglas de Almeida Lima

Assinatura do(a) autor(a)

[1] Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

DOUGLAS DE ALMEIDA LIMA

FONTES DE FIBRA SOBRE A DIGESTIBILIDADE E COMPORTAMENTO INGESTIVO EM BOVINOS DA RAÇA NELORE CONFINADOS

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal junto à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás

Área de Concentração:

Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Juliano José de Resende Fernandes

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Milton Luiz Moreira Lima

Prof. Dr. Reinaldo Cunha de Oliveira Júnior

GOIÂNIA

2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Lima, Douglas de Almeida.
Fontes de fibra sobre a digestibilidade e comportamento ingestivo em bovinos da raça nelore confinados [manuscrito] / Douglas de Almeida Lima. - 2011.
xiv, 38 f. : il., figs, tabs.

Orientador: Prof°. Dr°. Juliano José de Resende Fernandes; Co-orientadora: Prof°. Dr° Milton Luiz Moreira Lima; Prof°. Dr° Reinaldo Cunha de Oliveira Junior.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, 2012.
Bibliografia.
Inclui lista de figuras, abreviaturas, siglas e tabelas.
Apêndices.

DOUGLAS DE ALMEIDA LIMA

Dissertação defendida e aprovada em 26/08/2011, pela seguinte Banca Examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Juliano José Resende Fernandes
(ORIENTADOR (A))

Prof. Dr. Flávio Geraldo Ferreira Castro

Prof. Dr. Reginaldo Nassar Ferreira

Aos meus pais, Olegario e Maria Goretti,

pelo apoio e incentivo incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde, e aos amigos e familiares por serem, desde sempre, os pilares que me estruturam.

Aos meus pais, Olegario e Maria Goretti, por terem me conduzido, confiado e acreditado, fazendo com que esta obra, enfim, pudesse concretizar-se. Aos meus irmãos, Diogo, Daniel e Marcela, e aos amigos, Rafael, Rômulo, Leandro, Filipe e Vinícius, por terem me ajudado nos finais de semana, nas férias e feriados.

Às minhas avós, Dalila e Ilda, por terem me acolhido e incentivado. Aos demais familiares e amigos que aqui não cito, não porque são menos importantes, mas porque a quantidade, graças a Deus, é demasiada. Obrigado pela compreensão de sempre.

Ao prof° Dr. Juliano, pelos anos de amizade e pelos momentos que me guiou e orientou nas dificuldades profissionais e pessoais. Ao prof° Dr. Milton, pelos ensinamentos e sugestões de grande valia no desenvolver deste trabalho. Ao prof° Dr. Emanuel, por me ensinar e auxiliar nas análises estatística deste experimento. Ao prof° Dr. Alexandre Vaz Pires e ao Rafael Canonenco de Araujo por me ajudarem com as análises de ácidos graxos de cadeia curta.

Aos colegas de pós-graduação, Sérgio, Marcondes, Humberto, Marcela, Elis e Verônica. Aos estagiários do grupo de nutrição de ruminantes que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos funcionários do DPA e ao Éder (LANA), por toda ajuda nas atividades necessárias para a execução deste trabalho.

À empresa AGROCRIA, pelo apoio técnico e fornecimento das rações.

E, finalmente, ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos,

MUITO OBRIGADO!

Devemos julgar um homem mais pelas
suas perguntas que pelas respostas

Voltaire

SUMÁRIO

SUMÁRIO vii
1. INTRODUÇÃO 1
2. REVISÃO DE LITERATURA 3
2.1. Dietas com alto teor de concentrado 3
2.1.1. Consumo e digestibilidade 3
2.1.2. Parâmetros produtivos e de carcaça 5
2.1.3. Processamento 6
2.1.4. Fontes de fibra 9
3. MATERIAIS E MÉTODOS 10
3.1. Local do Experimento 10
3.2. Procedimento 10
3.3. Tratamentos 11
3.4. Comportamento ingestivo 12
3.5. Digestibilidade do trato total 13
3.6. Coleta de líquido ruminal e pH 14
3.7. Determinação de Ácidos Graxos de Cadeia Curta 14
3.8. Nitrogênio Amoniacal 16
3.9. Contagem de Protozoários 17
3.10. pH fecal 18
3.11. Análises Bromatológicas 18
3.12. Delineamento estatístico 19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 21
4.1. Consumo e digestibilidade 21
4.2. Comportamento ingestivo 23
4.3. Parâmetros ruminais (pH, AGCC, nitrogênio amoniacal, contagem de protozoários) 26
4.4. pH fecal 29
5. CONCLUSÃO 31
REFERÊNCIAS 32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 11
Figura 2 24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 7
Tabela 2 11
Tabela 3 21
Tabela 4 24
Tabela 5 25
Tabela 6 26
Tabela 7 29

LISTAS DE ABREVIATURAS

AGCC ácidos graxos de cadeia curta
BIN tratamento bagaço de cana *in natura*
CA tratamento caroço de algodão
CMS consumo de matéria seca
CS tratamento casca de soja
DMS digestibilidade da matéria seca
EALMS Eficiência de alimentação de matéria seca
EALFDN Eficiência de alimentação de fibra em detergente neutro
ERUMS Eficiência de ruminação de matéria seca
ERUFDN Eficiência de ruminação de fibra em detergente neutro
EE extrato etéreo
FDA fibra insolúvel em detergente ácido
FDN fibra insolúvel em detergente neutro
GMD ganho médio diário
MI tratamento milho inteiro
MO matéria orgânica
MS matéria seca
N- NH3 nitrogênio amoniacal
pH potencial hidrogeniônico
PB proteína bruta
RM tratamento resíduo de milho

RESUMO

O objetivo deste ensaio foi avaliar cinco dietas, sendo quatro delas compostas por milho moído fino e com fontes distintas de fibra para cada ração e um tratamento com milho inteiro (MI). As fontes de fibras utilizadas foram: 1) bagaço de cana *in natura* (BIN); 2) resíduo de milho verde (RM); 3) casca de soja (CS) e 4) caroço de algodão (CA). Foram utilizados cinco animais castrados da raça Nelore, com peso médio de 195 kg e com fístula ruminal. Os animais foram distribuídos em baias individuais cobertas dotadas de comedouros individuais e bebedouros para cada duas baias. O período experimental teve duração de dezenove dias com dez dias de adaptação e nove dias de coletas. Durante o intervalo de coletas foram avaliados o comportamento ingestivo, o pH ruminal, o nitrogênio amoniacal, os ácidos graxos de cadeia curta, a contagem total de protozoários ruminais, o pH fecal, a digestibilidade no trato total, bem como o consumo de MS, PB, EE, FDN e FDA. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 5x5 e para comparações de médias foi utilizados o teste Duncan a 5% de probabilidade. O tratamento BIN teve maior CMS que RM, CS e CA ($P<0,05$). O consumo de EE do tratamento MI foi maior que CS e RM ($P<0,05$), porém não diferiu de CA ($P>0,05$). O maior consumo de FDN foi para o tratamento BIN. O consumo de FDA foram maiores para BIN e RM. Observou-se certa rejeição do caroço de algodão pelos animais, comprovado pelo menor consumo de FDN e FDA no tratamento CA ($P<0,05$) se igualando ao controle MI ($P>0,05$). O tratamento CA apresentou uma maior DMS que CS ($P<0,05$), enquanto que os demais tratamentos não diferiram entre si ($P>0,05$). Quanto ao comportamento ingestivo, os tratamentos RM e BIN foram os que obtiveram os maiores tempos de atividade mastigatória ($p<0,05$). O tratamento BIN teve um maior tempo de ruminação que os tratamentos CS e CA ($P<0,05$). Os valores de pH ruminal para BIN foi maior que RM e CS ($P<0,05$), porém, não diferiu de MI e CA ($P>0,05$). Os tratamentos MI e CA não diferiram de RM e CS ($P>0,05$), quanto ao pH ruminal. Na contagem de protozoários os maiores números foram observados pelos tratamentos CS ($P<0,05$). Enquanto que o menor número de protozoários foi encontrado no tratamento CA ($P<0,05$). Houve influência do

animal nos resultados de contagem de protozoários. Os maiores valores para os ácidos graxos de cadeia curta totais foram encontrados para o tratamento CS, que não diferiu de RM, enquanto que BIN, MI e Ca tiveram as menores produções de ácidos graxos de cadeia curta totais. Foi em CS que encontrou maiores valores de propionato e acetato. Quanto à relação acetato: propionato foi maior para BIN, enquanto que para os demais tratamentos não houve diferença entre si (P>0,05). Quanto ao butirato, ao nitrogênio amoniacal e ao pH fecal não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos (P>0,05). Conclui-se que o bagaço de cana foi a fonte de fibra que conseguiu manter um bom valor de pH, de contagem de protozoários, além de maior consumo de matéria seca e digestibilidade semelhante aos demais tratamentos. Portanto nos níveis testados o tratamento BIN se mostrou igual ao controle MI, no entanto foi mais eficiente quando comparado das demais fontes de fibras.

PALAVRAS-CHAVE: Fibra fisicamente efetiva, acidose ruminal, fontes de fibra, bagaço de cana, milho inteiro, resíduo de milho.

ABSTRACT

This trial was realized in the veterinary and animal science school at Universidade Federal de Goias. The objective was to evaluate five diets, four of these diets was composed by ground corn with different fiber sources for each ration and one control treatment with whole corn (MI) without fiber source. The fiber sources used was sugar cane bagass (BIN), industrial corn residue silage (RM), soybean hulls (CS), cotton seed (CA). Five castrated Nellore steers with an average of 195 kg of body weight and with rumen fistulae, were used in this trial. The animals were distributed in individual pen provided of individual covered feeder and water tank for each two animals. Each period spent 19 days, with 10 days for food adaptation and nine days for collect of data. During the interval of collects were evaluated: feed behavior, ruminal pH, ammoniacal nitrogen, short chain of fatty acids, total counting of protozoa, fecal pH, total digestibility and dry mater, crude protein (PB), ether extract (EE), neutral detergent fiber (FDN) and acid detergent fiber (FDA) intakes. Latin square and Duncan test for 5% of probability were used for statistical analysis. The treatment BIN had the highest dry matter intake, although CA had the lowest value. The ether extract intake was highest for MI treatment, followed by CA and the CS had the lowest value. The highest values for FDN and FDA intakes were in treatment BIN. It was observed some rejection of cotton seed by the animals. The values for total digestibility for CA, RM, BIN, CS and MI treatments were 68.50; 66.19; 65.87; 64.20 e 56.15. The treatment CA showed greater DMD than CS ($P<0.05$). The treatments RM and BIN spent more time for ruminating and chewing activity. The value of ruminal pH in treatment BIN was greater than RM and CS ($P<0.05$). The treatments MI and CA weren´t different from RM and CS ($P>0.05$). In protozoa counting the highest numbers were observed for CS and BIN treatments. Although the lowest numbers for protozoa counting was founded for CA. Animal differences were noted in protozoa counting. The highest values for total short chain fatty acids were founded for CS, that was the same of RM ($P>0.05$), although BIN, MI and CA had the lowest value. Highest

values for propionate and acetate were found in CS treatment. The acetate:propionate ratios were higher in BIN, but for the others treatments the value didn´t differed between them (P>0.05). Butyrate, ammonia nitrogen and fecal pH any differences were found (P>0.05). It was concluded that sugar cane bagasse was the fiber source that keep a good result for ruminal pH, protozoa counting, dry matter intake and the total digestibility wasn´t different from the others. According to that we can conclude that sugar cane bagasse showed more efficient than the others fiber sources in the tested levels.

Key words: physically effective fiber, ruminal acidosis, fiber sources, sugar cane bagasse, whole corn, corn byproduct silage

1. INTRODUÇÃO

O uso de dietas de alto teor de concentrado em confinamentos de bovinos é uma realidade. Diversos trabalhos vêm assinalando as vantagens de dietas deste gênero, quando usadas adequadamente. Aumentos de produtividade estão relacionados com maiores ganhos de peso, de eficiência alimentar, de rendimento de carcaça e menor número de dias em confinamento. No entanto, apesar de todas essas vantagens, grandes cuidados devem ser tomados com dietas de alta inclusão de concentrado. Isso porque diversos problemas podem decorrer dessa dieta, dentre eles a acidose ruminal, que, por sua vez, pode levar a uma acidose metabólica. Os prejuízos dessas ocorrências são grandes, desde a queda no consumo, a perda de peso ou até a morte do animal.

A necessidade de inclusão de fontes fibrosas tornam-se necessárias para a produção de atividade mastigatória e consequente controle do pH ruminal e manutenção da microbiota do mesmo. O uso de forragens é geralmente na forma de fenos ou silagens em dietas de confinamento. Grande parte dos produtores tem que produzir sua fonte de volumoso na própria propriedade, o que requer habilidade e conhecimento para lidar com as questões de cultivo e colheita para garantia de uma boa produtividade com boa qualidade e baixo custo. Mas para isso, é necessário espaço físico (terras) e disponibilidade de maquinários.

Com toda essa dificuldade, alguns produtores recorrem para fontes de fibras alternativas e encontram uma saída nos resíduos da agroindústria, como caroço de algodão, casca de soja, resíduo de milho verde, bagaço de cana *in* natura, bagaço e cana hidrolizado, capulho de algodão, casca de algodão e polpa cítrica.

Uma alternativa para produtores que não tenham nenhuma dessas possibilidades seria o fornecimento de dietas sem nenhum processamento ou mesmo com um processamento mais grosseiro. Nessa mesma linha de pensamento, é que o uso de dietas com milho inteiro e concentrado peletizado vem sendo utilizado. Essas dietas demonstram praticidade, pois não há necessidade de maquinários (trituradores, moedores e ditribuidores), pois o número de ingredientes restringe-se a fonte energética (milho) e a concentrado peletizado.

Existe uma grande variedade de alimentos que podem ser utilizados em dietas para ruminantes, sem comprometer o desempenho e reduzindo os custos.

Porém é preciso ter conhecimento da composição químico-bromatológica, como estes alimentos se interagem e o resultado dos produtos finais da digestão, que envolvem o animal e os microorganismos do trato digestivo (ABRAHAO et al., 2006). Portanto, o uso de resíduos tem sido alvo de pesquisa na alimentação de ruminantes, devido à importância econômica e nutricional (MORAIS et al., 2007).

A casca de soja, obtida do processamento do grão, constitui uma fonte com alto valor energético. Esta surgiu como uma fonte alternativa de alimento para ruminantes, podendo ser utilizado como substituto de forragens ou outros ingredientes, como o milho (MORAIS et al., 2007). TURINO et al. (2007) afirmam que os resultados de pesquisas sobre a casca de soja são controversos quanto à sua forma de utilização, principalmente, em dietas com alto teor de concentrado.

A procura pelo uso de oleaginosas tem se intensificado devido à sua facilidade de incorporar óleo nas rações, uma vez que provoca o aumento da densidade energética. O caroço de algodão integral eleva os teores protéicos das rações, além de aumentar a fibra, vantagem esta que um alimento energético como o milho não oferece (ROGERIO et al., 2004). Parte de sua fibra é constituída pelo línter, em torno de 10% do peso do caroço, que é um constituinte de alta digestibilidade. A degradabilidade efetiva do FDN é considerada baixa em torno de 11% (Teixeira et al, 2002). Portanto o caroço de algodão poderia ser uma aternativa no controle do pH ruminal.

Alimentos ricos em lipídios são utilizados nas dietas de ruminantes para aumentar o teor de energia sem elevar os riscos de ocorrência de acidose ruminal. Porém, a alta inclusão desses alimentos pode prejudicar a digestibilidade da fibra no rúmen e ou provocar distúrbios metabólicos, comprometendo o desempenho animal (FERNANDES et al., 2002).

A adoção de dieta com um nível nutricional mais elevado pode aumentar os custos de produção, por isso, faz-se necessária a utilização de fontes alternativas de alimentos. Nesse cenário, surge o bagaço de cana *in natura*, produto da industrialização da cana-de-açúcar, cultura esta que vem ganhando destaque com aumento das indústrias sucroalcooleiras (MURTA et al., 2009). É estimado que a produção de bagaço de cana-de-açúcar a cada ano seja em torno de 5 a 12 milhões de toneladas, o que corresponde a cerca de 30% do total da cana moída (SILVA et.al., 2007).

Poucos estudos foram feitos utilizando resíduo de milho verde em dietas de alta inclusão de concentrado. Sendo este um subproduto de disponibilidade em alguns mercados, há necessidade de se testar a eficiência desse ingrediente quanto à manutenção dos parâmetros ruminais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Dietas com alto teor de concentrado

2.1.1. Consumo e digestibilidade

É sabido que dietas com alto teor de concentrado, mais precisamente com milho, vêm sendo adotadas com maior frequência. A praticidade e eficiência das dietas de alta inclusão de grão fazem delas uma boa alternativa. Estratégia que pode se revelar mais interessante e algumas vezes mais lucrativa em sistemas de engorda intensiva. Resultados acerca do consumo de dietas, sob diferentes níveis de concentrado, são diversos, tendo em vista que o consumo é dependente não só da qualidade da dieta, mas também do animal e do ambiente. Ítavo et al. (2002) e Silva et al. (2002b) mostraram comportamentos distintos quanto ao CMS entre animais na fase de recria e engorda. Silva et al. (2002b) afirmam não ter encontrado influência do nível de concentrado no CMS em bovinos na fase de recria e engorda. Ítavo et al. (2002), por sua vez, detectaram uma redução linear no CMS, com o aumento de concentrado na dieta da fase de terminação, enquanto que na fase de recria o que encontraram fora um comportamento quadrático com o CMS máximo em 45,94% de concentrado na dieta.

TIBO et al. (2000) e SILVA et al. (2005) afirmam que à medida que se aumenta a proporção de grãos, obtém-se um maior consumo de MS nos níveis de 20 a 75% de concentrado. Enquanto que outros resultados apontam para um efeito quadrático no consumo da MS, quanto ao nível de concentrado (GESUALDI JUNIOR et al, 2000; COSTA et al., 2005 e MISSIO et al. 2009). Silva et al. (2002a), Veloso et al. (2002) e Pereira et al. (2006) afirmam que o consumo de MS não variou com o nível de concentrado.

Na avaliação do nível de concentrado, cujo consumo é máximo, os resultados são conflitantes. Isso ocorre porque vários são os fatores que podem determinar o consumo. No caso dos efeitos quadráticos acredita-se que o efeito de enchimento possa limitar o CMS nas dietas com grande proporção de volumoso. À medida que o teor de concentrado é aumentado, o efeito de enchimento minimiza-se, e, em certo ponto, chegar a tornar-se inexistente, sendo que o efeito metabólico passa a ser o responsável por limitar o CMS. Quando o consumo de MS não varia com a inclusão de concentrado, uma possível causa pode ser o uso de volumoso de alta qualidade (PEREIRA et al., 2006). Em casos de aumento do CMS com o aumento do nível de concentrado nas dietas, uma possível explicação seria o aumento da digestibilidade da MS, pois o mesmo eleva a taxa de passagem do alimento e consequentemente o CMS.

Krehbiel et al. (2006), em uma revisão de 49 trabalhos com dietas variando de 48,7 a 90,9% do teor de concentrado, encontraram resultados distintos do NRC 1996 no que diz respeito ao CMS em %PV. O NRC 1996 afirma que há uma diminuição linear à medida que se aumentava a energia metabolizável da dieta (EM) (R=0,631). Os resultados da revisão de Krehbiel et al. (2006) apontam para um efeito cúbico (R=0,819), demonstrando que há uma diminuição do CMS em %PV de 2,7 até 3,45 da EM. Após esse decréscimo, um leve aumento é observado de 3,45 a 3,70 da EM. Esse aumento se dá, ainda segundo os mesmos autores, devido ao teor elevado de EE verificado nesse intervalo, em que há a suplementação com gordura. Aqui, encontrou-se uma média de 6,09% do EE detectado nos trabalhos avaliados em tal intervalo. Ademais, os pesquisadores concluíram que adicionando de 3 a 4% de gordura em dietas de grão úmido ou extensivamente processadas pode ser benéfico para a manutenção do CMS.

A digestibilidade da MS aumenta linearmente à medida que o teor de concentrado aumenta. Esse fato ocorre devido à diminuição do teor de FDN (fração menos digestível) na ração. Por outro lado há o aumento do teor de carboidratos não fibrosos, porção essa que é de maior digestibilidade (COSTA et al., 2005; TIBO et al., 2000; ÍTAVO et al., 2002; SILVA et al., 2005).

Quanto à digestibilidade de FDN, alguns trabalhos demonstram uma diminuição linear quando o teor de concentrado aumenta (PEREIRA et al., 2006; Costa et al., 2005). Essa diminuição se deve ao fato das bactérias celulolíticas serem mais sensíveis ao pH mais ácido, o que ocorre quando se disponibiliza maior

quantidade de carboidratos não fibrosos (RUSSELL et al., 1986). Contudo, outros autores não encontraram variação na digestibilidade da FDN (TIBO et al., 2000; SILVA et al., 2005).

Alguns autores detectaram que a digestibilidade da PB não sofreu influência do aumento de concentrado na dieta (ÍTAVO et al., 2002; SILVA et al., 2005). Outros autores, em contrapartida, registraram aumentos lineares (TIBO et al., 2000). Pereira et al. (2006) encontraram uma diminuição linear da digestibilidade da PB com o aumento do teor de concentrado. Costa et al. (2005) perceberam que a mudança da fonte de volumoso pode influenciar a digestibilidade da PB. Quando foi usada silagem pré-seca de *Brachiaria*, a digestibilidade da PB não foi alterada quando se aumentava o nível de concentrado. Por outro lado, a substituição por silagem pré-seca de tifton como fonte de volumoso permitiu um aumento linear na digestibilidade da PB, à medida que o teor de concentrado era maior.

TIBO et al. (2000); COSTA et al. (2005) encontraram aumento linear na digestibilidade do EE no momento em que o teor de concentrado aumentava. Enquanto que ÍTAVO et al. (2002); SILVA et al. (2005), de outra parte, afirmaram não variar a digestibilidade do EE quando se aumentasse o teor de grão na ração. PEREIRA et al. (2006) encontrou diminuição linear na digestibilidade do EE, quando do aumento no teor de concentrado.

Quanto à digestibilidade dos CHOT, trabalhos mostram que houve aumento linear quando o teor de concentrado aumentou (ÍTAVO et al., 2002; TIBO et al., 2000; SILVA et al., 2005). COSTA et al. (2005) e SILVA et al. (2005) afirmam que a digestibilidade dos CNF aumentam à medida que o teor de concentrado aumenta. PEREIRA et al. (2006), por sua vez, não encontrou variação na digestibilidade do CHOT.

2.1.2. Parâmetros produtivos e de carcaça

O aumento do teor de concentrado na dieta pode resultar em melhores valores de CA ou EA (BARTLE et al., 1994; COSTA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2009; SCHOONMAKER et al., 2010; MAY et al., 2011), da mesma forma que o

GMDPV aumenta linearmente conforme aumenta o teor de grão na ração até o nível de 88% (COSTA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2009; SCHOONMAKER et al., 2010).

Algumas pesquisas demonstram aumento no rendimento de carcaça quando se aumenta o teor de concentrado na dieta (SCHOONMAKER et al., 2010). Maiores pesos de carcaça também foram observados em dietas com maiores teores de concentrado (OLIVEIRA et al., 2009; BARTLE et al., 1994).

Como podemos observar, é uma série de fatores que contribuem para a adoção de dietas de alto teor de grão. De acordo com BARTLE et al. (1994), as forragens são mais caras que os concentrados quando se leva em consideração a energia disponível. No entanto, é sabido que a inclusão de milho é limitada até certo ponto por ocasionar transtornos metabólicos, como é o caso da acidose ruminal e, em casos mais extremos, acidose metabólica. Isso pode desencadear problemas aos animais como queda de consumo, laminite e consequentemente menor desempenho. Diversas são as substâncias que acarretam a redução do pH: acetato, propionato e butirato, no entanto o lactato demonstra ser o principal responsável (OWENS et al., 1998).

2.1.3. Processamento

Quanto à disponibilidade e quantidade de nutrientes no grão de milho, os fatores ambientais, genéticos (JAEGER et al., 2006) e os níveis de processamento (OWENS et al., 1986; OWENS et al., 1997) devem ser levados em conta por exercerem considerável influência. Além disso, o processamento do grão de milho pode promover maior digestibilidade do amido, fazendo com que aumente a superfície de contato para que as bactérias amilolíticas atuem da melhor forma. Nesse particular, várias maneiras de processamento foram estudadas: moído fino e grosso (TURGEON et al., 1983), floculado (ZINN, 1990 e ZINN et al., 2002), laminado seco (ZINN et al., 1998), laminado úmido (YU et al., 1998), ensilado úmido (IGARASI et al., 2008) e reconstituído (TONROY et al., 1974). Outra possibilidade de fornecimento do milho seria na forma integral e sem processamento, ou seja, com o "grão inteiro" (GOROCICA-BUENFIL et al., 2005).

Uma maneira simples de processamento e barata seria a moagem do grão. Em revisão feita por Owens et al. (1986), 40 trabalhos foram analisados no que

diz respeito à influência do processamento na digestibilidade. Nesse trabalho, foi verificado, pois, uma média de 93,5% de digestibilidade do amido, no trato total para milho moído fino. O laminado, por seu turno, se deu de forma semelhante, com 93,2% de digestibilidade do amido. Em síntese, o que se pode concluir é que a moagem fina foi tão eficiente quanto o laminado.

Owens et al. (1997), diante de 419 contrastes de ensaios em que se utilizou o milho, avaliou o desempenho de 16.228 bovinos em diversas formas de processamento desse alimento. As formas testadas foram agrupadas da seguinte forma: laminado seco e moído, colhidos com alta umidade, laminado úmido e floculado, e, por último, o grão inteiro. As variáveis avaliadas foram: CMS, GMD e CA (Tabela 1).

TABELA 1- Consumo de matéria seca em Kg/d (CMS), ganho médio diário em Kg/d (GMD) e conversão alimentar (CA) de bovinos alimentados com milho sobre diferentes formas de processamento.

	Laminado seco e moído	Alta umidade	Laminado úmido e floculado	Grão Inteiro
CMS (Kg/d)	9,45^{a}	8,72^{b}	8,35^{c}	8,56^{bc}
GMD (Kg/d)	1,45^{a}	1,37^{b}	1,43^{a}	1,45^{a}
CA (CMS/GMD)	6,57^{a}	6,43^{a}	5,87^{b}	5,95^{b}

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si ($P<0,05$).

Fonte: Owens et al. (1997).

Os resultados apontam para um ganho inferior para milho colhido com alta umidade quando comparado aos demais tratamentos ($P<0,05$) (Tabela 1). Os tratamentos processados a seco (laminado seco e moído) e milho colhido com alta umidade tiveram conversões alimentares semelhantes ($P>0,05$). Uma vantagem de se colher o milho úmido seria a antecipação da colheita em torno de 30 dias. Esse intervalo de tempo é extremamente importante para a safrinha, pois garante um maior tempo de chuva para a lavoura.

Quanto ao processamento úmido (laminado úmido e floculado) a conversão alimentar foi semelhante ao grão inteiro ($P>0,05$). Isso pode ser explicado pelo fato de as dietas de grão inteiro apresentarem um teor de forragem menor que

os demais tratamentos. Conforme o autor supracitado, as médias dos níveis de forragens foram respectivamente: 7,9; 7,0; 9,3 e 6,0%, para laminado seco e moído, colhido com alta umidade, laminado úmido e floculado, e grão inteiro.

O fornecimento do grão de milho inteiro é uma alternativa, sendo o seu processamento feito pelo próprio animal através da mastigação. O milho, nesse caso, substituiria o papel de um ingrediente fibroso à medida que promovesse um maior tempo de mastigação e, consequentemente, produzisse mais saliva. É constatado que a secreção salivar possui em sua constituição íons bicarbonato, que atuam como um tampão, pois mantêm o pH do rúmen. Conforme Owens et al. (1997), alguns cuidados devem ser tomados quando se propõe o uso de dietas de grão inteiro, a saber: 1) utilizar animais jovens para promover uma boa mastigação; 2) atentar ao nível de forragem, buscando um teor que seja inferior ao das dietas de milho moído e 3) utilizar minerais na forma peletizada, pois isso é o que irá minimizar o efeito de seleção e garantir a ingestão da dieta balanceada.

O grão floculado demonstra ser a forma de maior aproveitamento do milho, além de ser o responsável por aumentar a disponibilidade do amido e favorecer a sua digestão ruminal e pós ruminal. Ademais, esse tipo de grão promove uma melhor digestibilidade da PB no intestino (ZINN et al., 2002; THEURER et al., 1986).

Um dos fatores que influenciam o aproveitamento do milho floculado diz respeito à sua própria densidade. Quanto maior ela for, menor será a digestibilidade do amido, o que está também relacionado à espessura. Quanto menor a espessura, menor será a densidade e, consequentemente, maior será a digestibilidade do amido (ZINN et al., 1990). Zinn el al. (2002) afirmam que flocos de densidade menor que 0,31 Kg/L podem apresentar aumento da solubilidade do amido e consequente queda no consumo e aumento da variabilidade do ganho de peso, predispondo timpanismo e acidose a animais, sem, no entanto, causar aumento da digestibilidade do amido.

2.1.4. Fontes de fibra

A fibra é a porção dos nutrientes que representa a parede celular das dos vegetais. O ruminante é um dos animais, diferentemente de outras espécies, capazes de aproveitar a porção fibrosa dos alimentos. Isso ocorre devido às bactérias encontradas no rúmen, que sintetizam enzimas degradadoras da fibra. O produto dessa digestão é absorvido pelo ruminante na maioria das vezes na forma de ácidos graxos voláteis.

A porção fibrosa dos alimentos para os ruminantes pode ser dividida em FDN e FDA. O FDN corresponde à porção mais digestível da fibra composta por hemicelulose, celulose e lignina. Enquanto que o FDA é representado por uma porção de menor digestibilidade, sendo formado por celulose e lignina. Dentre os componentes do FDN, a hemicelulose é o carboidrato de maior digestibilidade e solubilidade. A celulose possui digestibilidade intermediária e às vezes semelhante à hemicelulose (KEY et al., 1969). Já a digestibilidade da lignina é bem menor quando comparada à hemicelulose e celulose (JUNG et al., 1986).

O entendimento acerca da fibra é de grande importância sendo que a porcentagem de FDN e FDNe suprida por forragem respondeu por 92 e 93,1%, respectivamente, pela variação do CMS (GALYEAN et al., 2003). Além disso, a composição do FDN pode interferir na digestibilidade da fibra. JUNG et al. (1986) afirma que quanto maior o teor de lignina na forragem, menor será a digestibilidade da celulose e hemicelulose.

O uso de ingredientes fibrosos tem como finalidade diluir o valor energético da ração e promover uma maior atividade mastigatória, buscando com isso a manutenção do pH ruminal. A escolha da fonte de fibra a ser utilizada em um confinamento deve levar em consideração os seguintes fatores: 1) a disponibilidade do ingrediente e o seu custo relativo final na dieta; 2) a capacidade do ingrediente exercer de melhor maneira a função de fibra; 3) a capacidade de mistura que o ingrediente possui com outros componentes da dieta, a fim de evitar a seleção e a segregação de partículas (OWENS, 2008).

Os fatores que fazem com que um ingrediente exerça o papel de fibra na manutenção do pH ruminal são basicamente a quantidade e qualidade de FDN e o tamanho de partícula médio.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Local do Experimento

O experimento foi realizado no confinamento experimental de bovinos de corte na Escola de Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Goiás (UFG), no período de maio a julho de 2010. A área experimental está localizada na latitude 16°36'16'', ao sul, e na longitude 49°16'46'', ao oeste. As análises laboratoriais foram processadas no laboratório de Nutrição Animal da UFG, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ-USP).

3.2. Procedimento

Foram utilizados cinco bovinos da raça Nelore, castrados e dotados de fístula ruminal. Os animais apresentavam o peso médio inicial de 195 Kg e foram desverminados com ivermectina a 1% na dose de 0,2mg/Kg de peso vivo ao início da fase experimental. Os novilhos foram alojados em baias individuais com 2,0 metros de comprimento e 1,5 metros de largura. As baias possuíam cobertura, piso revestido de concreto, cocho e um bebedouro a cada duas baias. O fornecimento da ração ocorreu diariamente às 8 horas e a água fornecida era limpa e à vontade. A quantidade oferecida da dieta foi ajustada para que proporcionasse 10% de sobras. O experimento consistiu de cinco períodos de 19 dias, sendo 10 dias de adaptação e nove dias de coleta, totalizando em 95 dias experimentais.

Figura 1 - Local e animais utilizados no estudo

3.3. Tratamentos

O ensaio foi constituído de cinco tratamentos denominados: milho inteiro (MI), casca de soja (CS), resíduo de milho (RM), bagaço de cana (BIN) e caroço de algodão (CA). O tratamento MI foi o único que não contou com a utilização de ingrediente fibroso. Os demais tratamentos foram constituídos por milho moído fino e pelos seus respectivos alimentos fibrosos, conforme a composição descrita na Tabela 2.

O período de adaptação do tratamento MI foi modificado em consequência da aceitabilidade da dieta. Para esse processo foi fornecido durante os três primeiros dias 10% de bagaço de cana como fonte de fibra, do quarto ao sexto dia esse valor foi reduzido a 5% e, a partir do sétimo dia, esse mesmo ingrediente foi retirado da dieta que passou a ser composta de acordo com a Tabela 2.

TABELA 2 Composição das dietas e composição bromatológica das dietas em porcentagem.

Ingredientes	Tratamentos				
	CA	RM	BIN	CS	MI
Concentrado peletizado[1]					15
Milho inteiro					85
Milho moído fino	82,21	84,56	82,75	83,63	
Farelo de soja	2,94	7,35	6,78	7,37	
Casca de soja				5,90	
Resíduo de milho verde		5,15			
Bagaço *in natura*			7,37		
Caroço de algodão	11,76				
Uréia	0,88	0,59	0,88	0,88	
Núcleo[2]	2,21	2,21	2,21	2,21	
PB	13,68	12,30	12,57	12,45	13,22
EE	7,20	4,57	4,62	4,70	5,95
FDN	13,87	16,70	16,50	16,78	10,27
FDA	6,19	6,77	7,64	7,47	4,03

[1]Níveis de garantia por kg do produto: Fósforo (min) = 10g ; cálcio (max) = 43g; EE (min) = 14g; PB (min) = 386g; NNP eq. em prot. (max) = 4,22%; monensina sódica = 150mg; virginiamicina = 150mg; enxofre = 4,5g; magnésio = 0,7g; postássio = 2,7g; sódio = 9,7g ; cobalto = 5,0mg; cobre = 175mg; cromo = 1,4mg; flúor = 130mg; iodo = 5,0mg; manganês = 182mg; molibdênio = 0,35mg; níquel = 0,3mg; selênio = 1,8mg; zinco = 421mg; vitamina A = 21.000UI; vitamina D = 3.000UI ; vitamina E = 140UI. [2]Níveis de garantia por kg do produto: Fósforo = 60g ; cálcio = 170g; monensina sódica = 2.000mg; enxofre = 36g; magnésio = 10g; sódio = 100g ; cobalto = 60mg; cobre = 2.000mg; cromo = 16mg; ferro = 4.000mg; flúor (max) = 601mg; iodo = 90mg; manganês = 2.000mg; molibdênio = 3,9mg; níquel = 3,4mg; selênio = 20mg; zinco = 4.800mg; vitamina A = 240.000UI; vitamina D = 34.000UI ; vitamina E = 1.600UI.

3.4. Comportamento ingestivo

O comportamento ingestivo foi avaliado nos dois primeiros dias do período de coletas, durante 12 horas de cada dia avaliado. As observações tinham início

sempre após o fornecimento da dieta, que ocorria às 8 horas e finalizava às 20 horas. O comportamento dos animais foi classificado tomando como parâmetros três parâmetros: o ócio, a ruminação e a ingestão.

Esses parâmetros, por sua vez, foram avaliados a cada cinco minutos, perfazendo 144 observações por animal/dia. Além disso, a avaliação deles forneceu o tempo gasto para ócio (min/dia), ruminação (min/dia), ingestão (min/dia) e mastigação (min/dia). Esse último valor foi obtido por meio da soma do tempo de ingestão e tempo de ruminação. Essas variáveis foram calculadas segundo a multiplicação dos respectivos números de observações por cinco, encontrando assim o tempo em minutos por dia para cada variável analisada. Também foram quantificadas a razão em gramas de MS ou FDN ingeridas por minutos de ingestão, ruminação e mastigação (Bürger et al., 2000).

3.5. Digestibilidade do trato total

Para determinar a produção fecal das dietas no trato total utilizou-se um marcador externo (LIPE®). Através da produção fecal foi possível estimar a digestibilidade do trato total. O marcador foi apresentado sob a forma de cápsulas na quantidade de 500 mg/cápsula, sendo esta a dosagem diária por animal introduzida diretamente no rúmen através da fístula ruminal. O fornecimento foi o mesmo adotado por LIMA et al. (2008), sendo dois dias de adaptação e cinco dias de coletas, totalizando sete dias. Nos dias 11 e 12, foram incubadas as cápsulas de LIPE® para o período de adaptação. Os horários foram definidos no período da manhã, antes da alimentação e do início do comportamento ingestivo, inclusive.

Durante os cinco dias seguintes, foram realizadas as coletas de fezes e simultaneamente a incubação do marcador. As amostras de fezes foram identificadas e armazenadas em freezer. Posteriormente, essas amostras foram descongeladas em temperatura ambiente e colocadas em estufa de ventilação forçada a 60 °C por 72 horas, para a determinação da matéria seca parcial. Em seguida, foram moídas em peneiras de 1,0 mm e enviadas para Florestal-MG para o processamento das análises. Uma parte das amostras foi colocada em estufa a 105 °C durante 24 horas para a análise do teor de matéria seca total.

A concentração do marcador foi analisada através de espectroscopia no infravermelho (NIRS). Através disso, conseguiu-se calcular a produção fecal (PF), sendo esta a razão entre o consumo do marcador e a concentração do mesmo nas fezes. A DMS foi determinada segundo a fórmula abaixo (RODRIGUEZ et al., 2006).

$$DMS = 1- \frac{PF}{(CMS)} \ X\ 100$$

3.6. Coleta de líquido ruminal e pH

Durante os 17° e 18° dias de cada período experimental foi coletado o líquido ruminal para a determinação do pH, ácidos graxos cadeia curta (AGCC), nitrogênio amoniacal N-NH_3 e a contagem de protozoários. Os tempos de coleta foram: antes do fornecimento do alimento (zero), 2, 4 e 8 horas após a distribuição da ração aos animais. Foram retiradas amostras do conteúdo ruminal em distintos pontos para que se obtivesse uma alíquota representativa. O material foi coado em fralda feita de tecido de algodão com dupla camada. Posteriormente, as medidas de pH foram obtidas com o uso de um potenciômetro digital da marca Lutron, modelo 221.

Após coar o líquido ruminal, este foi armazenado em três tubos Falcon® para cada horário de coleta, sendo um tubo para AGCC, outro para N-NH_3 e outro para a contagem de protozoários.

3.7. Determinação de Ácidos Graxos de Cadeia Curta

As amostras de líquido ruminal foram acidificadas – nelas se utilizaram 5,0 ml de ácido fosfórico a 25% para cada 25 ml de líquido ruminal – e posteriormente, congeladas. As análises foram processadas na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). A metodologia utilizada para as análises foi semelhante a utilizada por ARAÚJO (2010) e seguem descritas abaixo.

Foram pipetados 1,9 ml da amostra descongelada em temperatura ambiente e adicionados a 0,1 ml de ácido fórmico (98-100%) + 0,2 ml de solução de ácido 2-etil-butírico mM (padrão interno; PM = 116,16; CAS 88-09-5; Sigma ChemieGmbh, Steinheim, Alemanha). Depois de homogeneizados, as alíquotas foram centrifugadas a 15,000 g e 4° C, durante 15 minutos pela ultra-centrífuga (SorvallSuperspeed RC2-B, Newton, CT, EUA). Após esse processo, o material foi transferido para o *vial* cromatográfico.

Os resultados foram determinados seguindo as normas do fabricante do cromatógrafo gasoso (HEWLETT PACKARD, 1998). Injetou-se 1 µL no aparelho (CG HP 7890A;Injetor HP 7683B, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, EUA), contendo a coluna capilar (HP-FFAP 19091F-112; 25 m, 0,320 mm, 0,50 µm, J&W Agilent TechnologiesInc, Palo Alto, CA, EUA). Anterior à coluna, foi usado *liner* de vidro com lã-de-vidro, servindo como filtro para evitar a contaminação da mesma.

O injetor e o detector por ionização de chama foram colocados a 260°C. Já a temperatura do forno onde fica a coluna foi aquecida a 80°C por um minuto, depois até 120°C (a uma taxa de 20°C/minuto), permanecendo nessa temperatura por mais três minutos. Por fim, o forno aquece até 205°C (taxa de 10 graus/minuto) e fica assim por dois minutos. Totalizando em 16,5 minutos, o tempo compreendido para a corrida total de uma amostra. O gás de arraste utilizado foi o hidrogênio em uma vazão de 1,35 ml/min. Já no detector as vazões de hidrogênio, ar sintético e nitrogênio foram 40, 400 e 40 ml/min, respectivamente.

Quanto à curva de calibração foram utilizados padrões cromatográficos (Chem Service, West Chester, PA, EUA) de ácido acético (99,5%; CAS 64-19-97), propiônico (99%; CAS 79-09-4), isobutírico (99%; CAS 79-31-2), butírico (98,7%; CAS 107-92-6), isovalérico (99%; CAS 503-74-2) e valérico (99%; CAS 109-52-4).

As soluções utilizadas como padrões foram definidas como super alta, com 200 mM de ácido acético, 54 mM de ácido propiônico, 6 mM de ácido isobutírico, 45 mM de ácido butírico, 9 mM de ácido isovalérico e 9 mM de ácido valérico. Sendo as demais soluções denominadas como: alta, média, baixa e super baixa. Estas foram obtidas através da seguinte diluição da solução super alta: 1/2, 1/4, 1/8 e 1/16, respectivamente. Sendo que, posteriormente, foram adicionados os reagentes, semelhantes aos adicionados nas amostras de líquido ruminal. As quantidades foram 0,3 ml de ácido metafosfórico (25%), 0,1 ml de ácido fórmico (98-100%) e 0,2 ml de solução de ácido 2-etil-butírico 100 mM.

Dificuldades foram encontradas para a determinação dos AGCC, em virtude da diluição do ácido fosfórico:líquido ruminal. Isso porque o ácido foi depositado nos frascos anteriormente as coletas e no momento da adição de líquido ruminal foi verificado a formação de espuma, o que dificultava colocar a quantidade certa de liquido ruminal. Foram feitas correções dos erros das diluições para cada amostra na hora de seu processamento. O recomendado seria coletar as amostras e congelar o mais rápido possível e a adição de ácido seria no momento do processamento da amostra no laboratório. Isso acarreta em uma maior precisão com o uso de pipetas automáticas e em uma maior economia de reagentes, pois o reagente seria colocado somente no vial em uma quantidade menor.

3.8. Nitrogênio Amoniacal

Para as amostras de N-NH_3 o meio foi acidificadas com 1,0 ml de ácido sulfúrico a 50% para cada 50 ml de líquido ruminal. Posteriormente, congelou-se as mesmas em freezer a -20°C. No momento da determinação, os tubos Falcon® foram retirados do freezer e as amostras descongeladas a temperatura ambiente. A seguir, as amostras foram transferidas para tubos de ensaio e então, centrifugadas a 5,000 rpm, durante o período de 15 minutos.

Foram pipetados 10 ml do sobrenadante e adicionados 50 ml de água destilada, 5 ml de solução a 25% de cloreto de cálcio e 1 g de óxido de magnésio. A mistura foi levada ao destilador de Kjeldahl em um tubo macro, cujo 25 ml de solução de hidróxido de sódio a 50% foram colocados em contato com a amostra (GOES et al., 2003). Abaixo do condensador um béquer com 25 ml de solução de ácido bórico a 4%, adicionado de solução indicadora (0,25 g de verde de bromocresol e 0,25 g de vermelho de metila em 250 ml de álcool etílico), foi utilizado para a captura do nitrogênio. A operação era concluída assim que a solução atingisse 50 ml, em que já era possível observar a mudança de coloração de vermelho para verde. Posteriormente, a solução foi titulada. Para isso, utilizou-se ácido clorídrico a 0,1N e a quantidade de ácido gasto anotada. Os cálculos seguiram a seguinte fórmula:

$$\text{Nitrogênio amoniacal (mg/100ml)} = \frac{(GA \times N \times FC \times 1{,}7 \times 100)}{\text{volume amostra (ml)}}$$

Em que:

GA: gasto ácido em ml (HCl 0,1N)

N: molaridade do ácido clorídrico

FC: fator correção da solução de ácido clorídrico

3.9. Contagem de Protozoários

A metodologia de contagem de protozoários foi feita conforme DEHORITY (1993). Foram adicionados 10 ml de fluido ruminal em tubos Falcon® com 10 ml de solução de formol a 50% e armazenados em temperatura ambiente em local protegido do sol, fresco e arejado. No momento da contagem, 1,0 ml da alíquota foi pipetada em um tubo de ensaio. Duas gotas de verde brilhante foram adicionadas e homogeneizadas com a amostra e, em seguida, deixadas em descanso por quatro horas. Depois de coradas, 9,0 ml de solução de glicerol a 30% foram adicionados e, posteriormente, 1,0 ml dessa mistura foi pipetada em uma câmera de contagem (Sedgewick-Rafter). Os protozoários foram contados com a lente objetiva de 100 vezes de aumento, utilizando 50 quadrados de 0,5mm da câmera de contagem. Os protozoários que tocavam a margem superior e esquerda eram considerados na contagem do respectivo quadrado, enquanto que aqueles que tocavam a margem inferior e direita eram desconsiderados no referido quadrado.

Logo a seguir da primeira contagem, a lâmina foi girada 180°. Isso feito, verificou-se o número de protozoários na segunda câmera, conforme descrito anteriormente. A média foi calculada sob as duas contagens e multiplicada por 20, devido à diluição do líquido ruminal sob os reagentes. Em seguida, multiplicou-se por 80, devido ao espaço que os quadrados ocupam na câmera. O resultado final dessa operação foi obtenção do número de protozoários por ml.

3.10. pH fecal

A amostra foi colhida no 19° dia do período e, logo depois, pesada e diluída com água destilada na proporção de 50%. O pH das fezes foi aferido com um potenciômetro digital portátil da marca Lutron®, modelo 221 de acordo com Caetano (2008).

3.11. Análises Bromatológicas

Para amostras com teor de umidade maior que 15%, foram feitas a pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas. Em seguida, essas amostras, juntamente com as amostras de pouca umidade (concentrados), foram moídas em moinhos do tipo Willey em peneira de 1mm. Posteriormente, foram submetidas à determinação de matéria seca total em estufa a 105°C. As cinzas foram determinadas colocando-se 1,0g de amostra em cadinho de porcelana e, então, levados à mulfla em uma temperatura de 600°C durante 3 horas.

Para determinação de nitrogênio adotou o método micro Kjeldhal, cujos resultados foram multiplicados em 6,25 para a determinação de proteína bruta (PB). Para determinação de FDN, FDA e lignina, por sua vez, foi utilizada a metodologia descrita por Van Soest et al. (1991). Amilase termoestável (Termamyl 120L, Novozymes Latin America, lote n° AYVCOO15) foi utilizada para o procedimento de FDN para a solubilização do amido. Foi determinado o extrato etéreo (EE), utilizando o destilador soxlet. Os reboilers foram pesados antes de proceder às análises. Aproximadamente, 3,0 gramas de amostra foram colocados nos cartuchos de celulose e encaminhados para o destilador. O éter petróleo serviu como solvente, ficando sob aquecimento a 98°C, durante o período de 4 horas. Em seguida, os reboilers foram levados à estufa a 105°C, onde permaneceu por 12 horas. Depois, os reboliers seguiram para o dessecador, onde ficaram por trinta minutos para, em seguida, serem pesados e calculados o teor de extrato etéreo em função da diferença do peso, conforme Campos et al. (2004).

3.12. Delineamento estatístico

O Delineamento estatístico utilizado foi o quadrado latino 5x5, composto por cinco animais e cinco períodos experimentais. Os dados foram analisados utilizando-se o software R (R Development Core Team, 2010). Para comparação de médias foi utilizado o teste Duncan a 5% de probabilidade. O modelo estatístico utilizado está descrito conforme equação abaixo.

$Y_{ijk} = M + T_i + A_j + P_k + E_{ijk}$

Onde:

Y_{ijk} = valor observado relativo ao animal *j* que recebeu tratamento *i* no período *k*

M = média geral

T_i = Efeito dos tratamentos

A_j = Efeito de Animal

P_k = Efeito de período

E_{ijk}= Erro de parcelas

Para os parâmetros ruminais foram utilizadas medidas repetidas no tempo e analisadas sob a forma de parcelas subdivididas, conforme o modelo estatístico.

$Y_{ijk} = M + T_i + A_j + P_k + \delta_{ijk} + H_m + (HT)_{mk} + E_{ijkm}$

Onde:

Y_{ijk} = valor observado relativo ao animal *j* que recebeu tratamento *i* no período *k* na hora *m*

M = média geral

T_i = Efeito dos tratamentos

A_j = Efeito de animal

P_k = Efeito de período

δ_{ijk} = Erro de parcelas

H_m = Efeito das horas

$(HT)_{mk}$ = Efeito da interação entre horas e tratamento

E_{ijk}= Erro de subparcelas

Houveram três parcelas perdidas para o tratamento MI e uma parcela para o tratamento CS. Advindas por perda no consumo em função de adaptação da dieta e por acidente em um dos animais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Consumo e digestibilidade

O tratamento BIN e MI obtiveram os maiores CMS (P<0,05). O CMS dos tratamentos RM e CS não foram diferentes de MI e CA (P<0,05). O CMS do tratamento CA com 3,75 Kg (P<0,05) não diferiu dos tratamentos RM e CS (P>0,05). Os consumos de PB foram maiores para os tratamentos BIN e MI (P<0,05), isso porque os mesmos obtiveram maiores CMS.

Com relação ao consumo de matéria seca em porcentagem de peso vivo (CMS%PV) o tratamento BIN foi que teve maior valor em comparação aos demais tratamentos (P<0,05). O tratamento MI não diferiu de RM (P>0,05), no entanto foi maior que CS e CA (P<0,05). Os tratamentos CS, CA e RM não diferiram entre si (P>0,05).

Os tratamentos MI e CA tiveram maiores consumos de EE que CS e RM (P<0,05), porém não foi diferente de BIN (P>0,05). Isso pode ter ocorrido porque o tratamento CA possui em sua constituição o caroço de algodão, uma vez que o resultado da análise laboratorial determinou o teor de EE do caroço de algodão utilizado em 22,25%. Acredita-se que o maior consumo de EE do tratamento MI se deve pelo seu maior teor de milho, em relação aos demais tratamentos, e, também, pelo seu consumo de MS elevado. Foi verificado que o teor de EE do milho usado neste experimento foi de 6%.

O consumo de FDN foi maior para o tratamento BIN, isso porque foi o tratamento de maior CMS. Os tratamentos CS e RM tiveram consumos semelhantes de FDN, porém maiores que os tratamentos MI e CA, que não diferiram entre si. Esse fato ocorreu, provavelmente, devido ao menor teor de FDN dos tratamentos CA e MI em relação a BIN, RM e CS. Além disso, observou-se que houve rejeição da fonte de fibra no tratamento CA (Figura 4). Apesar do CMS do tratamento MI ser semelhante ao BIN, o teor de FDN de MI é menor que as demais dietas devido a ausência de um ingrediente fibroso.

Quanto ao consumo de FDA, os tratamentos BIN e RM obtiveram os maiores valores. No caso do tratamento BIN isso ocorreu devido ao maior CMS e ao maior teor de FDA (Tabela 3).

TABELA 3 - Consumo em Kg/d de matéria seca (CMS), de matéria seca em porcentagem do peso vivo, de proteína bruta (CPB), de extrato etéreo (CEE), de FDN (CFDN), de FDA (CFDA), produção fecal em Kg/d (PF) e digestibilidade da matéria seca em % (DMS).

	CA	RM	BIN	CS	MI	CV
CMS	3,75^{c}	4,17^{bc}	5,18^{a}	4,01^{bc}	4,82^{ab}	29,44
CMS%PV	1,44^{c}	1,51^{bc}	2,04^{a}	1,45^{c}	1,71^{b}	19,76
CPB	0,510^{b}	0,512^{b}	0,654^{a}	0,454^{b}	0,612^{a}	23,89
CEE	0,247^{a}	0,211^{b}	0,241^{ab}	0,179^{c}	0,260^{a}	21,13
CFDN	0,496^{c}	0,735^{b}	0,862^{a}	0,725^{b}	0,461^{c}	15,56
CFDA	0,212^{c}	0,353^{a}	0,379^{a}	0,310^{b}	0,179^{c}	17,73
DMS	68,50^{a}	66,19^{ab}	65,87^{ab}	56,15^{b}	64,20^{ab}	20,78

Letras minúsculas iguais na mesma linha, as médias são estatisticamente iguais (P> 0,05), letras minúsculas diferentes as médias diferem entre si (P< 0,05).

A digestibilidade do tratamento CA teve o maior valor numérico, no entanto, diferiu apenas do tratamento CS (P<0,05). Esse maior valor se deve a uma menor ingestão do componente fibroso dessa dieta e, consequentemente, a uma maior ingestão de milho moído, ingrediente de maior digestibilidade. Outra possibilidade seria que o tratamento CA pode ter tido uma menor taxa de passagem em virtude do menor CMS, no entanto esta variável não foi medida neste ensaio. No entanto, avaliações sobre a taxa de passagem entre os tratamentos seriam de utilidade, pois ingredientes fibrosos também diminuem a taxa de passagem.

O tratamento MI obteve valor de digestibilidade semelhante aos demais tratamentos com milho moído fino (P>0,05). Esses resultados não concordam com os resultados das pesquisas, em que a digestibilidade do amido (OWENS et al., 1986; TURGEON et al., 1983; MURPHY et al., 1994) e a degradabilidade da MS (TEIXEIRA et al., 2002) é menor no grão inteiro quando comparado ao milho finamente moído ou laminado. Isso provavelmente ocorreu porque as dietas com milho moído continham ingredientes fibrosos, de menor digestibilidade, enquanto que o tratamento MI não possuía nenhum ingrediente fibroso.

A interação entre consumo e digestibilidade pode ser observada em dietas com milho inteiro e laminado seco. Em situações de consumo restrito a diferença da

DMS entre o milho inteiro e laminado chega a 6,3%, porém, quando o CMS for duas vezes a exigência de mantença, a situação se inverte e a diferença passa a ser de 3.6% a favor do milho inteiro (MURPHY et al., 1994). Uma possível causa da interação consumo e digestibilidade, na dieta de milho inteiro, deve-se à mastigação e consequente redução de partícula. Quando o consumo é *ad libitum*, a redução de partícula através da mastigação é maior que quando há a restrição do consumo para 85% do *ad libitum* (REINHARDT et al., 1998).

Contudo, Goracica-Buenfil et al. (2005) e Vargas Junior et al. (2008) não encontraram diferença na digestibilidade da MS e do amido entre milho moído fino e milho inteiro, resultados semelhantes ao deste ensaio. Goracica-Buenfil et al. (2005) achou em torno de 82% a 86% do amido intacto no grão de milho encontrado nas fezes. Porém a diferença numérica do amido na MS fecal foi de 5%. Resultados semelhantes foram encontrados por Reinhardt et al. (1998), em que a digestibilidade do amido e da MS não foi diferente para as dietas com milho inteiro e laminado.

Os tratamentos RM BIN e MI tiveram valores intermediários de digestibilidade, não diferindo dos demais tratamentos ($P>0,05$). O tratamento CS obteve o menor valor de digestibilidade, cujo motivo provável tenha sido o baixo teor de FDN efetivo, o que provavelmente conferiu uma maior taxa de passagem e consequentemente uma menor digestibilidade.

4.2. Comportamento ingestivo

O período de ócio para o tratamento MI não foi diferente dos tratamentos CA e CS ($P>0,05$), mas foi maior que o tratamento RM e BIN ($P<0,05$), que não diferem entre si. Isso ocorreu porque os tratamentos BIN e RM tiveram maiores tempos despendidos em atividade mastigatória, ruminação e alimentação.

O período de alimentação de RM, BIN e CA é o mesmo ($P>0,05$), porém, maior que MI ($P<0,05$). Enquanto que o tratamento CS não foi diferente de CA e BIN ($P>0,05$). O tratamento BIN foi o que teve um dos maiores CMS, o que, consequentemente, despendeu de maior tempo para alimentação.

O tratamento CA teve o tempo de alimentação elevado, porque o animal selecionava para ingerir somente a porção de menor granulometria da dieta,

deixando o caroço de algodão como sobra. Esse processo demandava tempo no período de alimentação, pois o caroço possui um tamanho relativamente pequeno e difícil de ser separado do concentrado. A Figura 4 demonstra a rejeição que o animal apresentou em relação ao caroço de algodão. O tratamento MI teve o menor período de alimentação, o que concorda com Missio et al. (2010), no momento em que se verificou a diminuição linear do período de alimentação, quando o teor de fibra na dieta era diminuído.

Figura 4: Sobras do tratamento CA

O tempo despendido em ruminação de BIN foi maior que CS e CA ($P<0,05$), porém os três não diferiram de RM e MI ($P>0,05$). No caso de BIN, além da quantidade de FDN ingerida ter sido maior, notou-se uma maior ingestão também de FDA, porção menos digestível. Isso faz com que o tempo de retenção do alimento no rúmen aumente, desencadeando o reflexo de ruminação. Comportamento semelhante foi encontrado no tratamento RM, pois obteve um consumo de FDA semelhante ao tratamento BIN ($P>0,05$). Isso demonstra que o período de ruminação teve mais influência com o consumo de FDA, em vez do consumo de FDN. Resultados estão demonstrados na Tabela 4.

O tempo usado para a atividade mastigatória de RM foi maior que CS, MI e CA ($P<0,05$), mas foi igual a BIN ($P>0,05$). Em experimentos utilizando ovinos Mendes et al. (2010) concluíram que o bagaço de cana promoveu maior período de ruminação e maior atividade de mastigação em relação à casca de soja. Morais et al. (2006) afirmaram que o feno de *coast-cross* se mostrou mais eficiente na

produção ruminação e atividade mastigatória em ovinos em vez da casca de soja. Conforme detecta os autores, a casca de soja possui pouca capacidade de produzir atividade de mastigação quando comparado com outras fontes de fibra.

Para os tratamentos CA, CS e MI, o tempo gasto para mastigação foi semelhante (P>0,05). Isso provavelmente ocorreu porque o tamanho físico tanto do caroço de algodão como da casca de soja não foi suficiente para promover aumentos do período de ruminação e da atividade mastigatória. Outro fator seria o consumo de FDA dos tratamentos CA, CS e MI, que foram menores que nos tratamentos BIN e RM.

TABELA 4 - Comportamento ingestivo em minutos.

	CA	RM	BIN	CS	MI	CV
Ruminação	28.5^{b}	52^{ab}	67.5^{a}	23.12^{b}	48.75^{ab}	65,40
Ócio	512^{a}	456.5^{b}	461^{b}	529.37^{a}	546.25^{a}	9,56
Alimentação	179.5^{ab}	211.5^{a}	191.5^{ab}	167.5^{b}	125^{c}	18,69
Mastigação	208^{b}	263.5^{a}	259^{a}	190.62^{b}	173.75^{b}	20,79

Letras diferentes na mesma linha as médias diferem entre si (P< 0,05) pelo Teste de Duncan 5 % de probabilidade.

O tratamento MI obteve a maior EALMS (g MS ingerida/h despendida na alimentação) quando comparado aos demais tratamentos (P<0,05). O que concorda com Missio et al. (2010), ao afirmarem que a EALMS aumenta com a diminuição do teor de fibra na dieta.

Os tratamentos BIN, CS tiveram maior EALFDN (g FDN ingerida/h despendida na alimentação) que os tratamentos MI e CA (P<0,05). Isso provavelmente ocorreu devido aos menores teores de FDN na dieta MI. Quanto ao tratamento CA, o mesmo teve um menor valor de EALFDN possivelmente devido ao maior tempo despendido na tentativa de separar o caroço de algodão da dieta. O tratamento RM teve um valor intermediário quanto à eficiência de alimentação, não diferindo dos demais tratamentos.

O tratamento MI teve o menor valor ERUMS (g MS/h despendida na ruminação) (P<0,05). Isso indica que a dieta MI teve um maior período de ruminação em função da quantidade da dieta ingerida. Uma das hipóteses para que isso tenha ocorrido se deve ao fato do tamanho físico da dieta.

O tratamento CS obteve o maior valor de ERUFDN, resultado esse que deve estar relacionado à menor efetividade da FDN da casca de soja. Isso provavelmente ocorreu porque a fibra da casca de soja possui um tamanho físico menor e provavelmente uma maior taxa de passagem que os demais tratamentos, o que acaba gerando uma menor eficiência na produção de ruminação (Tabela 5).

TABELA 5 - Eficiência de alimentação da dieta (EALMS); eficiência de alimentação da fibra (EALFDN); eficiência de ruminação da dieta (ERUMS); eficiência de ruminação da fibra (ERUFDN).

	CA	RM	BIN	CS	MI	CV (%)
EALMS (g MS/h)	1367,92^{b}	1365,28^{b}	1701,86^{b}	1492,66^{b}	2309,61^{a}	19,99
EALFDN (g FDN/h)	175,18^{c}	240,41^{ab}	282,43^{a}	272,39^{a}	222,72^{b}	18,28
ERUMS (g MS/h)	7922,23^{ab}	5573,11^{ab}	5952,64^{ab}	14841,73^{a}	3994,77^{b}	111,20
ERUFDN (g FDN/h)	1021,32^{b}	972,12^{b}	1011,29^{b}	2809,81^{a}	328,46^{b}	121,06

Letras iguais na mesma linha, as médias são estatisticamente iguais (P> 0,05), letras diferentes as médias diferem entre si (P< 0,05).
Teste de Duncan 5 %

4.3. Parâmetros ruminais (pH, AGCC, nitrogênio amoniacal, contagem de protozoários)

Observou-se que não houve interação entre os tempos e os tratamentos no que diz respeito aos parâmetros ruminais (P> 0,05). O pH do tratamento BIN não foi diferente dos tratamentos MI e CA (P> 0,05), no entanto foi superior aos tratamentos RM e CS (P< 0,05). Os valores de pH dos tratamentos MI e CA foram 5,65 e 5,59, respectivamente, e não diferiram dos demais tratamentos (Tabela - 6).

Hsu et al. (1987) avaliaram quatro fontes de fibra (casca de soja, casca de algodão, casca de milho, casca de aveia), sob o nível de 80% de inclusão na dieta. Dentre as fontes de fibra estudadas, os achados mostraram que o pH da dieta com a

casca de soja foi o menor (P<0,05), o que demonstra sua baixa a efetividade em promover a manutenção do pH. Ipharraguerre et al. (2002) afirmam não ter observado diferença linear no pH ruminal, quando a casca de soja substituiu de 0 a 40% do milho da dieta. Esses autores afirmam que a quantidade de carboidratos não estruturais foi insuficiente para causar mudanças no ambiente ruminal.

TABELA 6 - Avaliação de parâmetros ruminais: pH, contagem de protozoários (x 10^5/ml) em nitrogênio amoniacal (mg/100ml) e ácidos graxos voláteis (mM/ml).

	CA	RM	BIN	CS	MI	CV (%)
pH	5,59^{ab}	5,45^{b}	5,89^{a}	5,40^{b}	5,65^{ab}	11,17
Nº Protozoários	0,056^{c}	1,50^{bc}	7,09^{ab}	8,47^{a}	3,44^{abc}	259,56
Acetato	50,28^{bc}	53,71^{ab}	49,13^{bc}	58,55^{a}	45,26^{c}	19,23
	50%	48%	55%	48%	49%	
Propionato	44,01^{bc}	50,92^{ab}	34,77^{c}	55,43^{a}	43,88^{bc}	35,83
	44%	45%	39%	46%	47%	
Butirato	6,69^{a}	7,72^{a}	6,00^{a}	7,46^{a}	4,12^{a}	119,79
	7%	7%	7%	6%	4%	
Acetato/Propionato	1,22^{b}	1,11^{b}	1,55^{a}	1,17^{b}	1,04^{b}	37,61
Agcctotais	100,99^{bc}	112,34^{ab}	89,90^{c}	121,44^{a}	93,26^{c}	25,41
	100%	100%	100%	100%	100%	
N, amoniacal	16,51^{a}	14,41^{a}	11,72^{a}	11,71^{a}	11,52^{a}	70,59

Letras iguais na mesma linha, as médias são estatisticamente iguais (P> 0,05), letras diferentes as médias diferem entre si (P< 0,05).

Para o tratamento BIN, foi observado que o pH foi o mais elevado, isso provavelmente ocorreu devido ao fato de os valores de AGCC totais e ácido propiônico serem um dos menores. Outro dado que confirma o valor de pH seria o maior valor da relação ácido acético: ácido propiônico (1,55). Além disso, o tratamento BIN obteve o segundo maior tempo despendido para mastigação e o maior para ruminação (Tabela 4).

Para os tratamentos CA e MI, os valores de pH foram semelhantes. Isso é explicado pelo fato de os valores de AGCC totais, ácido propiônico, da relação ácido acético: ácido propiônico e do período de mastigação serem semelhantes (P>0,05). A moagem do grão de milho parece não ter proporcionado mudanças na produção de ácido propiônico e butírico, com exceção ao tratamento CS que obteve um valor

de ácido propiônico superior ao MI. Os resultados encontrados por Sharp et al. (1982), quando avaliada a produção de AGCC de dietas com milho inteiro ou moído fino, não estão de acordo com o do presente estudo. Os autores afirmam ter havido uma maior produção de ácido propiônico em dietas de milho moído fino e maiores valores de ácido butírico na dieta de grão inteiro. O valor relativo à produção de ácido propiônico destes autores (31,2%) está abaixo ao referido de nosso estudo (47%). Apesar das discordâncias, os resultados de Sharp et al. (1982) não apontam diferenças no valor de pH para milho moído fino (5,37) e milho inteiro (5,40).

O mesmo pensamento vale para os tratamentos RM e CS que obtiveram valores semelhantes de pH, total de AGCC, ácido propiônico e também da relação ácido acético: ácido propiônico. Hsu et al. (1987) encontraram o maior valor para o total de AGCC no que concerne ao tratamento em que se utilizou a casca de soja como fonte fibra. O que não se espera foi o valor do pH do tratamento RM ter sido um dos mais baixos, tendo em vista que a atividade mastigatória de tal tratamento foi maior que a dos demais, se igualando apenas ao tratamento BIN (Tabela 4).

Dentre os vários fatores que influenciam o pH, pode-se destacar a elevada produção de ácidos graxos voláteis, principalmente, a do ácido propiônico. Esse ácido graxo é, pois, o maior responsável pela queda do pH, tendo em vista que para sua formação são produzidos íons lactato. Maiores produções de proprionato são observadas em dietas com maiores teores de concentrado, resultante da fermentação de carboidratos solúveis.

O comportamento ingestivo é outro fator que determina a manutenção do pH ruminal. Maiores atividades mastigatórias ocorrem quando há um aumento no tempo para ruminação e alimentação. Uma maior atividade mastigatória proporciona maior produção e fluxo de saliva para o rúmen. Na constituição da saliva, íons bicarbonato são encontrados, o que confere caráter básico e acaba servindo como um tampão no ambiente ruminal.

Os tratamentos BIN e CS foram os que obtiveram o maior número de protozoários. No caso do tratamento BIN, isso pode ser explicado pelo fato de o valor do pH ter se mostrado mais elevado. No entanto, para o tratamento CS a contagem de protozoário foi mais elevada devido ao efeito do animal. Franzolin & Dehority (1996; 2010) encontraram influência do animal sobre o estabelecimento manutenção de protozoários no rúmen. O tratamento CA foi o que obteve menor quantidade de protozoários, no entanto, não foi diferente de RM e MI ($P>0,05$),

conforme Tabela 6. O menor número de protozoários no tratamento CA pode ser explicado devido ao seu teor de extrato etéreo (HORNER et al., 1988).

A microbiota do rúmen sofre com as mudanças de pH no rúmen e algumas espécies não suportam o desafio imposto pelas dietas de alto teor de concentrado. Assim como as bactérias celulolíticas (RUSSEL et al., 1996), os protozoários não suportam níveis baixos de pH ruminal, como pode ser explicado por Medonza et al. (1993), quando se utilizou o ácido lático para erradicar a população de protozoários do rúmen.

A população de protozoários pode ter importância na manutenção do pH, uma vez que os resultados de pH ruminal em bovinos alimentados com dietas de 85% de concentrado e 15% de alfafa foi de 5,97 para bovinos sem protozoários e de 6,45, para os animais que tinha protozoários (NAGARAJA et al., 1992). Uma possível explicação para isso seria a diminuição da taxa de fermentação do amido em animais que possuem um maior número de protozoários. Acredita-se que eles armazenam grânulos de amido, reduzindo a disponibilidade do amido para fermentação (MENDONZA et al., 1993).

Foi observado que o teor de nitrogênio amoniacal não variou entre os tratamentos ($P>0,10$). Isso porque as dietas foram formuladas para terem o mesmo teor de PB. Além disso, observou-se também uma tendência no aumento de nitrogênio amoniacal para o tratamento CA ($P<0,11$), no que diz respeito aos tratamentos BIN, CS e MI. Essa diferença provavelmente ocorreu devido a uma menor produção de proteína microbiana e, consequentemente, uma maior quantidade de nitrogênio na forma amoniacal. Esse fato pode ser explicado pelo menor número de protozoários no tratamento CA (HORNER et al., 1988).

4.4. pH fecal

Os resultados de pH fecal encontram-se na tabela 6. Não foi encontrada nenhuma diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,05$). O número de repetições para essa característica talvez tenha sido pouco para encontrar diferenças significativas.

Channon et al., (2004) afirmam que um menor valor de pH fecal sugere uma maior fermentação de amido no trato digestivo. Provavelmente, esse menor valor de pH fecal no tratamento CA seja devido a uma maior ingestão de milho e à rejeição do caroço de algodão. Outra possibilidade seria que no tratamento CA a digestibilidade do amido tenha sido maior em virtude da maior DMS.

TABELA 7 - pH fecal entre os tratamentos

CA	RM	BIN	CS	MI	CV (%)
5.52[a]	6.07[a]	6.82[a]	6.44[a]	6.16[a]	9,53

Teste de Duncan 5%

Maruta et al., (2002) encontraram correlação negativa entre o pH fecal e a presença de ácido lático nas fezes e afirmam que o pH fecal pode substituir ocasionalmente o pH do suco ruminal. Wheeler et al., (1977) não encontraram diferenças entre o pH fecal e do intestino delgado e grosso em nove ensaios analisados. O mesmo autor afirma que em sete dos nove experimentos não foram encontradas diferenças entre o pH ruminal e o pH fecal. Diferentemente destes autores este ensaio não possibilitou nenhuma relação entre o pH fecal e o pH ruminal, provavelmente o número de amostras fecais tenha sido insuficiente para encontrar alguma diferença.

5. CONCLUSÃO

Foi possível concluir que o tratamento BIN teve uma maior manutenção do pH, uma boa digestibilidade da MS e contagem de protozoários e um maior consumo de MS em % PV.

Os tratamentos BIN e RM tiveram uma atividade mastigatória mais elevada aos demais tratamentos.

A DMS do tratamento CA foi maior que em CS, mas foi semelhante aos demais tratamentos.

O tratamento CA, teve o menor valor de consumo de MS e FDN. O caroço de algodão teve uma maior rejeição que os ingredientes fibrosos dos demais tratamentos, pois consumo de EE de CA foi igual a BIN e MI.

REFERÊNCIAS

1. ABRAHÃO, J. J S.; PRADO, I. N.; PEROTTO, D.; ZEOULA, L. M.; LANÇANOVA, J. A. C.; LUGÃO, S. M. B. Digestibilidade de dietas contendo resíduo úmido de mandioca em substituição ao milho para tourinhos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1447-1453, 2006.

2. ARAUJO, R, C, **Óleos essenciais de plantas brasileiras como manipuladores da fermentação ruminal *in vitro*.** 2010. 126 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

3. BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C. V.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Comportamento Ingestivo em Bezerros Holandeses Alimentados com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.

4. CAMPBELL, C. P.; MARSHALL, S. A.; IMANDELL, I. B.; WILTON, J. W. Effects of source of dietary neutral detergent fiber on chewing behavior in beef cattle fed pelleted concentrates with or without supplemental roughage. **Journal of Animal Science**, Champaing, n. 70, p. 894-903, 1992.

5. CAMPOS, F, P,; NUSSIO, C, M, B,; NUSSIO, L, G. **Métodos de Análise de Alimentos**, Piracicaba: FEALQ, 2004, 21 p.

6. CHANNON, A. F.; ROWE, J. B.; HERD, R. M. Genetic variation in starch digestion in feedlot cattle and its association with residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 44, p. 469–474, 2004.

7. COSTA, M, A, L.; FILHO, S, C, V.; PAULINO, M, F.; VALADARES, R, F, D.; CECON, P, R.; PAULINO, P, V, R.; MORAES, E, H, B, K. MAGALHÃES, K, A, Desempenho, Digestibilidade e Características de Carcaça de Novilhos Zebuínos Alimentados com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v,34, n,1, p,268-279, 2005.

8. BARTLE, S, J; PRESTON, R, L; MILLER, M, F. Dietary energy source and density: effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaing,n.72, p.1943-1953, 1994,

9. DEHORITY, B, A, 1993. Laboratory manual for classification and morphology of rumen ciliate protozoa*,* Florida: CRC Press Inc,96p.

10. FERNANDES, J. J. R.; PIRES, A. V.; SANTOS, F. A. P.; SUSIN, I.; SIMAS, J. M. C. Teores de caroço de algodão em dietas contendo silagem de milho para vacas em lactação. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 1071-1077, 2002.

11. FRANZOLIN, R.; DEHORITY, B, A. The role of pH on the survival of rumen protozoa in steers. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 10, p. 2262-2267, 2010.

12. Franzolin, R.; Dehority, B. A. Effect of prolonged high-concentrate feeding on ruminal protozoa concentrations **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 2803-2809, 1996.

13. GALYEAN, M. L.; DEFOOR, P. J. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaing, n. 81, p. E8-E16, 2003.

14. GESUALDI JÚNIOR, A, G.; PAULINO, M, F.; FILHO, S, C, V.; SILVA, J, F, C.; VELOSO, C, M.; CECON, P, R. Níveis de Concentrado na Dieta de Novilhos F1 Limousin x Nelore: Consumo, Conversão Alimentar e Ganho de Peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1458-1466, 2000.

15. GOES, R. H. T. B.; Antonio Bento MANCIO2, LANA, R. P.; FILHO, S. C. V.; CECON, P. R.; QUEIROZ, A. C.; LOPES, A. M. Desempenho de Novilhos Nelore em Pastejo na Época das Águas: Ganho de Peso, Consumo e Parâmetros Ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.1, p.214-221, 2003.

16. GOROCICA-BUENFIL, M, A.; LOERCH, S, C. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot. **Journal of Animal Science**, Champaing, v. 83, p. 705-714, 2005.

17. HORNER, J. L.; COPPOCK, C. E.; MOYA, J. R.; LABORE, J. M.; LANHAM, J.K. Effects of Niacin and Whole Cottonseed on Ruminal Fermentation, Protein Degradability, and Nutrient Digestibility. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 71, p. 1239-1247, 1988.

18. HSU, T.; FAULKNER, D. B.; GARLEB, K. A.; BARCLAY, R. A.; FAHEY JUNIOR, G. C. and L. L. Berger. Evaluation of Corn Fiber, Cottonseed Hulls, Oat Hulls and Soybean Hulls as Roughage Sources for Ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaing, v. 65, p. 244-255, 1987.

19. IGARASI, M, S.; ARRIGONI, M, B.; SOUZA, A, A,; SILVEIRA, A, C.; MARTINS, C, L.; OLIVEIRA, H, N. Desempenho de bovinos jovens alimentados com dietas contendo grão úmido de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 513-519, 2008.

20. IPHARRAGUERRE, I. R.; SHABI, Z.; CLARK, J. H.; FREEMAN, D. E. Ruminal Fermentation and Nutrient Digestion by Dairy Cows Fed Varying Amounts of Soyhulls as a Replacement for Corn Grain. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 85, p. 2890–2904, 2002.

21. ÍTAVO, L. C. V.; FILHO, S, C, V.; SILVA, F. F.; VALADARES, R, F, D.; CECON, P, R.; ÍTAVO, C, C, B, F.; MORAES, E, H, B, K.; PAULINO, P, V, R. Níveis de Concentrado e Proteína Bruta na Dieta de Bovinos Nelore nas Fases de Recria e Terminação: Consumo e Digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 1033-1041, 2002.

22. JAEGER, S. L.; LUEBBE, M, K.; MACKEN, C, N.; ERICKSON, G, E.; KLOPFENSTEIN, T, J.; FITHIAN, W, A. Influence of corn hybrid traits on digestibility and the efficiency of gain in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaing, v. 84, p. 1790 – 1800, 2006.

23. JUNG, H. G.; VOGEL, K. P. Influence of Lignin on Digestibility of Forage Cell Wall Material. **Journal of Animal Science**, Champaing, v. 62, p. 1703-1712, 1986.

24. KEYS JUNIOR, J. E.; VAN SOEST, P. J.; YOUNG, E. P. Comparative Study of the Digestibility of Forage Cellulose and Hemicellulose in Ruminants and Nonruminants. **Journal of Animal Science**, Champaing, v. 29, p. 11-15, 1969.

25. KREHBIEL, C. R.; CRANSTON, J. J.; MCCURDY, M. P. An upper limit for caloric density of finishing diets. **Journal of Animal Science**, Champaing, v. 84, p. E34 – E49, 2006.

26. LIMA, J. B. M. P.; GRAÇA, D. S.; BORGES, A. L. C. C.; SALIBA, E. O. S.; SIMÃO, S. M. B. Uso do óxido crômico e do LIPE® na estimativa do consumo de matéria seca por bezerros de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 5, p. 1197-1204, 2008.

27. MARUTA, C. A.; ORTOLANI, E. L.; Susceptibilidade de bovinos da raça Jersey e Gir à acidose lática ruminal: I – variáveis ruminais e fecais. **Ciência Rural**, Santa Maria, V. 32, n. 1, p. 55-59, 2002.

28. MAY, M. L.; QUINN, M. J.; DILORENZO, N.; SMITH, D. R.; GALYEAN, M. L. Effects of roughage concentration in steam-flaked corn-based diets containing wet distillers grains with solubles on feedlot cattle performance, carcass characteristics, and in vitro fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaing, v. 89, p. 549-559, 2011.

29. MENDOZA, G. D.; BRITTON, R. A.; STOCK, R. A. Influence of Ruminal Protozoa on Site and Extent of Starch Digestion and Ruminal Fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaing, v. 71, p. 1572-1578, 1993.

30. MENDES, C. Q.; TURINO, V. F.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; MORAIS, J. B.; GENTIL, R. S. Comportamento ingestivo de cordeiros e digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo alta proporção de concentrado e diferentes fontes de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.3, p.594-600, 2010.

31. MERTENS, D. R. Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 80, p.1463–1481, 1997.

32. MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; SILVEIRA, M. F.; FREITAS, L. S.; RESTLE, J. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na diet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.7, p.1571-1578, 2010.

33. MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; FREITAS, L. S.; SACHET, R. H.; SILVA, J. H. S.; RESTLE, J. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 7, p. 1309-1316, 2009.

34. MORAIS, J. B.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; MENDES, C. Q.; JÚNIOR, R. C. O. Substituição do feno de "Coastcross" (*Cynodon* sp.) por casca de soja na alimentação de borregas confinadas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p. 1073 – 1078, 2007.

35. MORAIS, J. B.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; MENDES, C. Q.; JUNIOR, R. C. O.; PACKER, I U. Comportamento ingestivo de ovinos e digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas contendo casca de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.7, p.1157-1164, 2006.

36. MURPHY, T.A.; F. L. 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**, Champaing, v. 72, p. 1608-1615, 1994.

37. MURTA, R. M.; CHAVES, M. A.; SILVA, F. V.; BUTERI, C. B.; FERNANDES, O. W. B.; SANTOS, L. X. Ganho em peso e características da carcaça de ovinos confinados alimentados com bagaço de cana hidrolisado com óxido de cálcio**.** **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 438-445, 2009.

38. NAGARAJA, T. G.; GENE TOWNE, BEHARKA, A. A. Moderation of Ruminal Fermentation by Ciliated Protozoa in Cattle Fed a High-Grain Diet. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 58, n. 8, p. 2410-2414, 1992.

39. OLIVEIRA, E, A.; SAMPAIO, A, A, M.; FERNANDES, A, R, M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, R, V.; RIBEIRO, G, M. Desempenho e características de carcaça de tourinhos Nelore e Canchim terminados em confinamento recebendo dietas com cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 12, p. 2465-2472, 2009.

40. OWENS, F, N.; SECRIST, D, S.; HILL, W, J.; GILL, D, R. Acidosis in cattle: a review, **Journal of Animal Science**, Champaing, v. 76, p. 275-286, 1998.

41. 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**, Champaing, v. 75, p. 868-879, 1997.

42. OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, Champaing, v. 63, p. 1634-1648, 1986.

43. OWENS, F. Optimization of feedlot diets with high density of energy and nutrients. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2008. p.96 -100.

44. PEREIRA, D, H.; PEREIRA, O, G.; FILHO, S, C, V.; GARCIA, R.; OLIVEIRA, A, P.; MARTINS, F, H.; VIANA, V. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L,) Moench) e diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 282-291, 2006.

45. REINHARDT, C. D.; BRANDT, R. T.; ECK JUNIOR, T. P.; TITGEMEYER, E. C. Performance, digestion, and mastication efficiency of Holstein steers fed whole or processed corn in limit- or full-fed growing-finishing systems. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 1778-1788, 1998.

46. R Development Core Team (2010), R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, ISBN 3-900051-07-0, URL http://www,R-project,org.

47. RODRÍGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. V. 35. p: 323-352.

48. ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; TEIXEIRA, D. A. B.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C. Efeito do nível de caroço de algodão sobre a digestibilidade da fibra dietética do feno de Tifton 85 (Cynodon spp.) em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 56, n. 5, p. 665-670, 2004.

49. RUSSELL, J. B.; WILSON, D. B. Why Are Ruminal Cellulolytic Bacteria Unable to Digest Cellulose at Low pH? **Journal of Dairy Science**, Champaign, v, 79, p,1503-1509, 1996.

50. SCHOONMAKER, J. P.; TRENKLE, A. H.; BEITZ, D. C. Effect of feeding wet distillers grains on performance, marbling deposition, and fatty acid content of beef from steers fed low- or high-forage diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, p. 3657-3665, 2010.

51. SHARP, W. M.; JOHNSON, R. R.; OWENS, F. N.; Ruminal VFA Production with Steers Fed Whole or Ground Corn Grain **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 55, p.1505-1514, 1982.

52. SILVA, F. F; FILHO, S. C. V; ÍTAVO, L. C. V.; VELOSO, C, M.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; SILVA, P, A.; MARQUES, R. Desempenho Produtivo de Novilhos Nelore, na Recria e na Engorda, Recebendo Dietas com Diferentes Níveis de Concentrado e Proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v,31, n,1, p,492-502, 2002a.

53. SILVA, F. F; FILHO, S. C. V; ÍTAVO, L. C. V; VELOSO, C. M; PAULINO, M. F; VALADARES, R. F. D; CECON, P. R; SILVA, P. A; GALVÃO, R. M. Consumo, Desempenho, Características de Carcaça e Biometria do Trato Gastrintestinal e dos Órgãos Internos de Novilhos Nelore Recebendo Dietas com Diferentes

Níveis de Concentrado e Proteína, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v, 31, n, 4, p,1849-1864. 2002b.

54. SILVA, B. C.; PEREIRA, O. G.; PEREIRA, D. H.; GARCIA, R.;FILHO, S. C. V.; CHIZZOTTI, F. H. M. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes e ganho de peso de bovinos de corte alimentados com silagem de *Brachiaria brizantha* e concentrado em diferentes proporções. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 1060-1069, 2005.

55. SILVA, V. L. M. M.; GOMES, W. C.; ALSINA, O. L. S. Utilização do bagaço de cana de açúcar como biomassa adsorvente na adsorção de poluentes orgânicos. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.2, n. 1, p. 27-32, 2007.

56. TEIXEIRA, J. C.; SILVA, E. A.; BRAGA, R. A. N.; MORON, I. R. Cinética da digestão ruminal do caroço de algodão e do grão de milho em diferentes formas físicas em vacas holandesas. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p.842-845, 2002.

57. THEURER, C. B. Grain Processing Effects on Starch Utilization by Ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, p. 1649-1662, 1986.

58. TIBO, G. C.; FILHO, S. C. V.; VALADARES, R. F. D.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R.; LEÃO, M. I.; SILVA, R. B. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore, consumo e digestibilidades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v, 29 n, 3 p, 910-920, 2000.

59. TONROY, B, R; PERRY, T, W; BEESON, W, M, Dry, Ensiled High-Moisture, Ensiled Reconstituted High-Moisture and Volatile Fatty Acid Treated High Moisture Corn for Growing-Finishing Beef Cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, n. 39, p. 931-936, 1974.

60. TURGEON JUNIOR, O, A.; BRINK, D, R.; BRITTON, R, A. Corn Particle Size Mixtures, Roughage Level and Starch Utilization in Finishing Steers Diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 57, p. 739-749, 1983.

61. TURINO, V. F.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; MENDES, C. Q.; MORAIS, J. B.; JÚNIOR, R. C. O. Casca de soja na alimentação de cordeiros confinados: desempenho e características da carcaça. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 495-503, 2007.

62. VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

63. VARGAS JUNIOR, F. M.; SANCHEZ, L. M. B.; WECHSLER, F. S.; BIANCHINI, W.; OLIVEIRA, M. V. M. Influência do processamento do grão de milho na digestibilidade de rações e no desempenho de bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.11, p.2056-2062, 2008.

64. VELOSO, C. M.; FILHO, S. C. V,; GESUALDI JÚNIOR, A.; SILVA, F. F; PAULINO, M. F; VALADARES, R. F. D; CECON, P. R; PAULINO, P. V. R. Composição Corporal e Exigências Energéticas e Protéicas de Bovinos F1 Limousin x Nelore, Não-Castrados, Alimentados com Rações Contendo Diferentes Níveis de Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1273-1285, 2002.

65. WHEELER, W. E.; NOLLER, C. H. Gastrointestinal tract pH and starch in feces of Ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 44, p. 131-135, 1977.

66. YU, P.; HUBER, J. T.; SANTOS, F. A. P.; SIMAS, J. M.; THEURER, C. B. Effects of Ground, Steam-Flaked, and Steam-Rolled Corn Grains on Performance of Lactating Cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v, 81, p,777–783, 1998.

67. ZINN, R, A. Influence of flake density on the comparative feeding value of steam-flaked corn for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v, 68, p,767-775, 1990.

68. ZINN, R, A.; ALVAREZ, E. G.; MONTANO, M. F.; PLASCENCIA, A.; RAMIREZ, J. E. Influence of tempering on the feeding value of rolled corn in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 2239-2246, 1998.

69. ZINN, R, A.; F. N.; 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, p. 1145-1156, 2002.