

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**SUPLEMENTOS PROTÉICOS COM E SEM FONTES DE
ENXOFRE SOBRE O CONSUMO, A DIGESTIBILIDADE,
PARÂMETROS RUMINAIS, SANGUÍNEOS E
COMPORTAMENTO INGESTIVO DE NOVILHOS
ALIMENTADOS COM FENO DE BAIXA QUALIDADE**

Autora: Fernanda Granzotto
Orientador: Prof. Dr. Antonio Ferriani Branco

“Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração Produção Animal.”

MARINGÁ
Estado do Paraná
Agosto – 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**SUPLEMENTOS PROTÉICOS COM E SEM FONTES DE
ENXOFRE SOBRE O CONSUMO, A DIGESTIBILIDADE,
PARÂMETROS RUMINAIS, SANGUÍNEOS E
COMPORTAMENTO INGESTIVO DE NOVILHOS
ALIMENTADOS COM FENO DE BAIXA QUALIDADE**

Autora: Fernanda Granzotto
Orientador: Prof. Dr. Antonio Ferriani Branco

“Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração Produção Animal.”

MARINGÁ
Estado do Paraná
Agosto – 2007

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

G765u Granzotto, Fernanda
Suplementos protéicos com e sem fontes de enxofre sobre o consumo, a digestibilidade, parâmetros ruminais, sangüíneos e comportamento ingestivo de novilhos alimentados com feno de baixa qualidade / Fernanda Granzotto. -- Maringá : [s.n.], 2007.
100 f. : il. figs., tabs.

Orientador : Prof. Dr. Antonio Ferriani Branco.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2007.
Dissertação apresentada no formato de três capítulos.

1. Ruminante - Nutrição. 2. Nutrição animal - Bovinos. 3. Suplemento mineral. 4. Enxofre elementar. 5. Sulfato de amônia. 6. Sulfato de cálcio. I. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 21.ed. 636.2



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

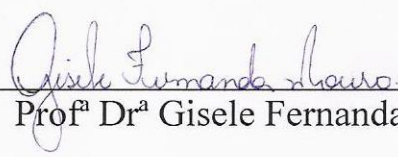
**SUPLEMENTOS PROTÉICOS COM E SEM FONTES
DE ENXOFRE SOBRE A DIGESTIBILIDADE,
PARÂMETROS RUMINAIS, SANGÜÍNEOS E
COMPORTAMENTO INGESTIVO DE NOVILHOS
ALIMENTADOS COM FENO DE BAIXA QUALIDADE**

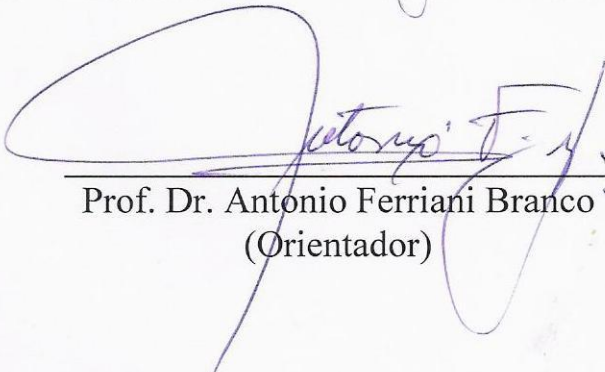
Autora: Fernanda Granzotto
Orientador: Prof. Dr. Antonio Ferriani Branco

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em 17 de agosto de 2007.


Profª Drª Lúcia Maria Zeoula


Profª Drª Gisele Fernanda Mouro


Prof. Dr. Antonio Ferriani Branco
(Orientador)

VICE-REI

Eu sempre estendi as mãos
para as borboletas...

Abria os braços
para o passado saudoso...
para o futuro sonhado...
mas nunca tocaram em mim.

Hoje, fiquei imóvel
e uma pousou no meu pé.

Fabio Rocha

Aos meus pais,

Julio Eugenio Granzotto e Dilma Dal Pasqual Granzotto

Pelo amor, incentivo, dedicação incondicional, enfim, por tudo que sou tudo que tenho
e tudo que serei.

À minha irmã,

Laura Granzotto

Pelo amor, amizade, companheirismo e por todos os cuidados comigo.

Ao meu namorado,

Alexandre Leseur dos Santos

Pelo amor, amizade, companheirismo, alto astral e por toda ajuda e incentivo durante as
horas difíceis.

Ao meu avô,

Giacomo Granzotto (*in memorian*)

Pela alegria de viver, competência engenhosidade e persistência que sempre me
mostrou.

Ao meu padrinho,

Sétimo Caetano Granzotto (*in memorian*)

Principalmente pela alegria e vontade de viver,

DEDICO...

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e pelas boas oportunidades

Aos meus pais Julio Eugênio Granzotto, Dilma Dal Pasqual Granzotto e minha irmã Laura Granzotto, por todo amor, dedicação, união, alegria e compreensão.

Ao meu namorado Alexandre Leseur dos Santos por todo amor, compreensão e ajuda, durante todos os momentos.

Ao professor Dr. Antonio Ferriani Branco, pela orientação, pela competência repassada e compreensão.

À Universidade Estadual de Maringá, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e à Fazenda Experimental de Iguatemi, por viabilizarem a realização deste trabalho.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior) pela concessão da bolsa de estudos.

À Empresa Serrana Nutrição Animal e Potensial Nutrição e Saúde Animal pela colaboração com o experimento.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação.

À Coordenadora do Laboratório de Nutrição Animal, Professora Lucia Zeoula e às técnicas do mesmo: Cleuza e Creuza.

Aos amigos do grupo de pesquisa: Silvana Teixeira, Sabrina M. Coneglian, Fernanda Fereli, Julio C. Barreto, Roman D. Castagnera, Daniel S. Mano, Vanessa Fávaro., Beatriz Lima, Bruna M, Claudia, Lorryny, Bruno, Gustavo Borba, Fábio, Lincoln, Cleiton Tonello, Thiago, Fabrício, Vanessa Magalhães, Israel,

Aos amigos de todas as horas: Paulo Levi, Daniele C da Silva, Ricardo Kazama, Walter B., Patrícia, Paulo Emílio Prohmann, Wallacy B. R. Santos, Rute Feiden, Liliane M. Piano, Daniel Nunes Gomes, Larissa Sadeck, Priscila Gongora. Luciana Maria Garcia de S. da Silva, Andréia Fróes Galuci, Ana Carolina Monteiro, Karina Pehouskei Albuquerque, Roberto Haruyoshi, Marcia Bozza, Luciano Soares de Lima.

Às fisioterapeutas Georgia e Andréia que colaboraram para minha recuperação, e tantas outras pessoas que serei eternamente grata.

BIOGRAFIA

FERNANDA GRANZOTTO, filha de Julio Eugenio Granzotto e Dilma Dal Pasqual Granzotto, nasceu em Dois Vizinhos – Paraná, no dia 06 de junho de 1981.

Cursou o pré-escolar no Colégio Regina Mundi em Dois Vizinhos, Paraná. Mudou-se para São Lourenço d’Oeste – Santa Catarina, onde fez o primeiro grau e parte do segundo grau na Escola São Francisco de Assis. Formou-se no “Terceirão” do Colégio Águia na cidade de Pato Branco – Paraná.

No ano de 2000, iniciou o Curso de Graduação em Zootecnia na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, no campus da cidade de Marechal Cândido Rondon – Paraná. Em dezembro de 2004, cumpriu as exigências para obtenção do título de “Zootecnista” pela mesma universidade.

Em 2005, foi selecionada para cursar créditos junto ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, em nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, realizando estudos na área de Nutrição de Ruminantes.

Em 17 de agosto de 2007, submeteu-se à banca examinadora para a defesa da Dissertação de Mestrado.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE	VII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE FIGURAS	XI
RESUMO	12
ABSTRACT	14
INTRODUÇÃO GERAL	16
LITERATURA CITADA	24
OBJETIVOS GERAIS	27
CAPÍTULO I – SUPLEMENTOS PROTÉICOS COM E SEM FONTES DE ENXOFRE SOBRE O CONSUMO E A DIGESTIBILIDADE, DE NOVILHOS ALIMENTADOS COM FENO DE BAIXA QUALIDADE	28
Resumo	28
Abstract	29
Introdução.....	30
Material e Métodos	32
Resultados e Discussão.....	38
Conclusões.....	47
Literatura Citada	48
CAPÍTULO II – SUPLEMENTOS PROTÉICOS COM E SEM FONTES DE ENXOFRE SOBRE OS PARÂMETROS RUMINAIS E PLASMÁTICOS, DE NOVILHOS ALIMENTADOS COM FENO DE BAIXA QUALIDADE	50
Resumo:	50
Abstract	51
Introdução.....	52
Material e Métodos	54
Resultados e Discussão.....	60
Conclusões.....	71
Literatura Citada	72

CAPÍTULO III – SUPLEMENTOS PROTÉICOS COM E SEM FONTES DE ENXOFRE SOBRE O COMPORTAMENTO INGESTIVO DE NOVILHOS ALIMENTADOS COM FENO DE BAIXA QUALIDADE.....	75
Resumo:	75
Abstract:	76
Introdução.....	77
Material e Métodos	79
Resultados e Discussão.....	86
Conclusões.....	96
Literatura Citada	97
CONCLUSÕES GERAIS	100

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Composição percentual dos suplementos experimentais.	35
Tabela 2 - Composição química do feno e dos suplementos (%MS).....	36
Tabela 3 – Médias, coeficientes de variação (CV) e probabilidade dos contrastes ortogonais para a ingestão (ING) e digestibilidade aparente total (DIG) da MS, MO, e PB.	40
Tabela 4 - Médias, coeficientes de variação (CV) e probabilidade dos contrastes ortogonais para a ingestão (ING) e digestibilidade aparente total (DIG) do EE, CT, FDA e o NDT da dieta	46
Tabela 5 - Composição percentual dos suplementos experimentais	57
Tabela 6 - Composição química do feno e dos suplementos (%MS).....	58
Tabela 7 - Equações de regressão ajustadas para pH e nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) em função dos tempos de coleta com (P <0,05)	61
Tabela 8 - Médias da concentração de N-NH ₃ e pH ruminal em função dos tratamentos	64
Tabela 9 - Concentrações de N-uréico plasmático (mg/dL), cálcio e fósforo plasmáticos (mg/dL), coeficientes de variação (CV%) e contrastes ortogonais entre os tratamentos testados	70
Tabela 10 - Composição percentual dos suplementos experimentais	81
Tabela 11 - Composição química do feno e dos suplementos (%MS).....	82
Tabela 12 - Médias, Coeficientes de Variação (CV%), Teste de F para ANOVA (F) e Probabilidades dos desdobramentos em contrastes ortogonais para o Tempo Total de Alimentação (TAL), Tempo Total de Ruminação (TRU), Tempo de Mastigação Total (TMT), Tempo Total de Ócio (TOCIO) e o Tempo bebendo Água (TAGUA) em horas/dia.....	89
Tabela 13 - Médias, Coeficientes de Variação (CV%), Teste de F para ANOVA (F) e Probabilidades dos desdobramentos em contrastes ortogonais para os comportamentos de alimentação, ruminação, ócio durante 24 horas.	91
Tabela 14 - Médias, Coeficientes de Variação (CV%), Teste de F para ANOVA (F) e Probabilidades dos desdobramentos em contrastes ortogonais para o número de	

mastigações merícicas por dia (N° MM/dia), número de mastigações merícicas por minuto (N° MM/min), número de mastigações merícicas por bolo ruminal (N° MM/bolo), Tempo de mastigações merícicas por bolo ruminal em segundos (Tempo MM/bolo), número de ciclos mastigatórios por minuto (N° CM/min) e número de bolos ruminais por dia (N° BR/dia)93

Tabela 15 - Médias, Coeficientes de Variação (CV%), Teste de F para ANOVA (F) e Probabilidades dos desdobramentos em contrastes ortogonais para a Eficiência de Alimentação e Eficiência de Ruminação em (g MS/hora) e (g FDN/hora).....95

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Variação do pH ruminal durante o período de 8 horas após a primeira alimentação do dia.....	63
Figura 2 - Variação nas concentrações de N-NH ₃ durante o período de 8 horas após a primeira alimentação	66
Figura 3 - Variações nas concentrações de NUP, Ca e P para os tratamentos testados. .	69

RESUMO

A presente pesquisa foi realizada com o objetivo avaliar os efeitos de diferentes fontes de enxofre na dieta, sobre o consumo voluntário, coeficiente de digestibilidade aparente total dos nutrientes, parâmetros ruminais, parâmetros plasmáticos e comportamento ingestivo em bovinos. Foram utilizados sete bovinos castrados, da raça Holandesa Preta e Branca com $442 \text{ kg} \pm 59 \text{ kg}$ de peso vivo e implantados com cânula ruminal. O delineamento utilizado foi o Quadrado Latino 7×7 , e os tratamentos consistiram na utilização ou não de suplementos com adição ou não de diferentes fontes de enxofre: feno + suplemento sem enxofre (SSE), feno + Enxofre 70S (E70), feno + Enxofre 98S (E98), feno + Sulfato de cálcio hemi-hidratado (SCH), feno + sulfato de cálcio Di-hidratado (SCD), feno + Sulfato de Amônia (SFA) e feno sem suplemento (FSS). As suplementações, independente da inclusão ou não de enxofre, afetaram positivamente o consumo, absorção total e digestibilidade dos nutrientes. O uso de diferentes fontes de enxofre não afetou o consumo dos nutrientes, no entanto, SFA apresentou maior digestibilidade aparente total da PB. O pH e as concentrações de N-NH_3 ruminal foram influenciados pelo uso da suplementação. Considerando o tempo após a alimentação, as fontes de enxofre elementar apresentaram efeito cúbico sobre pH, enquanto as fontes de sulfato de cálcio apresentaram efeito quadrático. SFA apresentou tendência a um efeito quadrático. SSE, fontes de enxofre elementar e fontes de sulfato de cálcio, apresentaram efeito cúbico sobre as concentrações de N-NH_3 ruminal. Desconsiderando os tempos de coleta, as suplementações tiveram efeito sobre as concentrações de NUP e P plasmático, mas não influenciaram as concentrações de Ca. As suplementações afetaram de forma positiva as atividades de alimentação, mastigação e de ócio. Animais que não foram suplementados (FSS) apresentaram menor tempo total de alimentação, menor tempo total de mastigação e de ócio dos animais que receberam suplemento; fizeram refeições

mais curtas, despenderam mais tempo para mastigações merícicas por bolo ruminal, apresentaram menor eficiência de alimentação (g MS/hora) e menor eficiência de ruminação (g de MS/hora e g de FDN/hora). Tudo isso, reflexo do menor consumo e menor digestibilidade da MS e da FDN. SSE apresentou maior tempo total de ruminação que suplementos com diferentes fontes de enxofre. Suplementos com enxofre atingiram maior digestibilidade da MS e da FDN, e os animais tiveram menor número de mastigações merícicas por dia e por bolo, mas, no entanto, não apresentaram diferenças nas taxas de eficiência de alimentação e ruminação.

Palavras chave: suplementação, enxofre elementar, fermentação ruminal, sulfato de amônia, sulfato de cálcio

ABSTRACT

This research was realized to study the effects of different sulfur sources, in cattle diets, on voluntary intake, nutrients total apparent digestibility coefficient, ruminal metabolites, blood metabolites and intake behavior. A total of seven Holstein steers weighing 380 kg of live weight and implanted with ruminal cannula, were used. The experimental design was a Latin square 7 x 7, and treatments consisted of supplements use or no with different sulfur sources addition or no: hay + supplement without sulfur (SWS), hay + sulfur 70S (S70), hay + sulfur 98S (S98), hay + calcium sulfate Hemi-hydrated (CSH), hay + calcium sulfate Di-hydrated (CSD), hay + ammonium Sulfate (AS) and hay without supplement (HWS). Independent of sulfur inclusion, supplementation positively affected intake and nutrients digestibility. The inclusion of different sulfur sources did not affect nutrients intake. however, AS presented a higher CP total apparent absorption coefficient. The pH and N-NH₃ ruminal concentrations were influenced by supplement use. Considering pos feeding time the elementary sulfur sources showed a cubical effect on pH, while the calcium sulfate sources showed a quadratic effect. AS trended to a quadratic effect. SSE, 70S, 98S, CSH and CSD showed a cubical effect over ruminal N-NH₃ concentrations. Independent of sampling time, supplementation showed effect on NUP and P plasmatic concentrations, but did not influence Ca concentrations. The supplementation affected in a positive form the activities of feeding, chewing and resting. Animals that had not been supplemented (HWS) presented a lower total time of feeding, lower total time of chewing, and resting that animals receiving supplement, and made shorter meals, expended more time for rumination chews per ruminal bolus, presented lower feeding efficiency (g DM/hour) and lower rumination efficiency (g of DM/hour and g of NDF/hour). Everything reflected in lower consumption and DM and NDF digestibility. SWS presented higher

total time of rumination and lying rumination that supplements with different sulfur sources. Supplements with sulfur produced higher DM and NDF digestibility, and animals had lower number of rumination chews per day and for bolus, but they had not differences in the feeding efficiency and rumination taxes.

Key words: supplementation, elementary sulfur, ruminal fermentation ammonium sulfate, calcium sulfate

INTRODUÇÃO GERAL

O Elemento enxofre e sua utilização

O enxofre é um não metal sólido, amarelo pálido, inodoro, sem sabor, quebradiço e mal condutor de eletricidade. É insolúvel em água, mas apresenta solubilidade em dissulfeto de carbono (CS_2). Existe em diferentes formas, sendo a ortorrômbica (às vezes chamada de rômica) e a monoclínica as duas formas cristalinas mais importantes. A forma ortorrômbica (enxofre α), estável à temperatura ambiente, inclui o enxofre comum e as flores de enxofre (uma forma finamente dividida obtida por sublimação e resfriamento). A forma monoclínica ou prismática (enxofre β), S8, é obtida quando o enxofre líquido é esfriado lentamente, formando cristais longos e finos, como agulhas (Peixoto, 2002).

Estima-se que o enxofre seja o nono elemento mais abundante no universo. Constitui cerca de 0,03% da crosta terrestre e geralmente, pode ser encontrado como sulfetos, sulfatos e mesmo como enxofre elementar. Depois do oxigênio e do silício, é o constituinte mais abundante dos minerais.

Desde a antiguidade o enxofre sempre foi muito utilizado de diferentes formas, porém apenas recentemente obteve-se uma compreensão real do seu significado biológico. É extraído de depósitos subterrâneos de enxofre elementar e preso na forma de gás sulfeto de hidrogênio, da obtenção de produtos de petróleo e da recuperação de produtos da queima de combustíveis fósseis sulfurosos (NRC, 1980).

A maior parte da produção mundial de enxofre é usada para produção do ácido sulfúrico que é usado por sua vez, para a produção de fertilizantes fosfatados; fibras sintéticas tais como o raiom; os pesticidas e pigmentos brancos; no processamento do aço; para clarear papel, algodão, no açúcar e nos óleos vegetais; na preservação das

bebidas e dos alimentos; na vulcanização dos produtos de borracha e na assepsia de tinas de vinho.

Sua importância no metabolismo dos mamíferos está relacionada aos aminoácidos sulfurados que são parte intrínseca da maioria das proteínas e dos tecidos. Sulfatos e seus ésteres são encontrados em muitos tecidos e metabólitos (Siebert & Vijchulata, 1983). Esse elemento tem por função ser grupo ativo de enzimas, sendo também componente de coenzimas (Malavolta, 1979).

Funções do enxofre no ruminante

Segundo Baker, 1977, o enxofre é necessário para a formação de muitos componentes da célula animal, e entre esses estão incluídos os aminoácidos contendo enxofre (metionina, cistina, cisteína, homocisteína, cistationina, taurina e ácido cistéico), vitaminas (tiamina, biotina), ácido lipóico, coenzima A, glutatona, sulfato de condroitina (componente da cartilagem, tendões e paredes dos vasos sanguíneos), fibrinogênio, heparina (anticoagulante sanguíneo), ergotionina (aminoácido com poder anti-oxidante superior a vitamina C), além do metabolismo hormonal (insulina, ocitocina e estrógenos).

O enxofre representa nos mamíferos 0.15% do seu peso vivo. Os componentes sulfurados podem ser sintetizados in vivo a partir de um aminoácido essencial, a metionina, com exceção da tiamina e biotina.

Absorção e reciclagem do enxofre

No rúmen, um importante intermediário metabólico do enxofre inorgânico é o sulfeto. Os microorganismos do rúmen têm a capacidade de promover rapidamente a redução de sulfato (SO_4^{-2}) a sulfeto (S^{-2}), forma a qual é mais rapidamente absorvida.

Diferentes fontes de enxofre apresentam concentração, biodisponibilidade e solubilidades diferentes, entretanto a eficiência na utilização do enxofre na dieta também depende da taxa de redução a sulfeto e sua absorção no rúmen.

O pH ótimo para redução de sulfato a sulfeto é 6,5. No entanto, esta taxa de redução não é sensível a mudanças no pH, mas a taxa de absorção de sulfeto no rúmen é dependente das concentrações ruminais e do pH.

Apesar de pouco conhecida, a concentração mínima de sulfeto sugerida para o máximo crescimento microbiano é de 1 mg/litro (Bray & Till, 1975). É importante

salientar a necessidade de uma suplementação contínua de enxofre durante o dia e não em uma única dose, para evitar a produção de picos de sulfeto no rúmen que inibem seu aproveitamento para a síntese de proteína.

Segundo Kandyliis (1983) cerca de 7 mg de S/kg de peso vivo são reciclados do plasma para o rúmen diariamente, e a taxa em que ocorre essa transferência está relacionada com as concentrações de sulfato no sangue e também na saliva. Rodrigues et al (1998) afirmam que a passagem de sulfato para o trato pós-ruminal pode reduzir as quantidades recicladas para o rúmen.

Assim como pode ser absorvido, o enxofre também pode ser excretado nas formas orgânicas e inorgânicas, em quantidades determinadas pela variação no consumo de matéria orgânica digestível. O enxofre corporal é excretado principalmente na forma de sulfato pela urina (forma inorgânica), mas segundo Bird & Hume (1971) a maior parte do enxofre fecal está na forma orgânica.

Relação N:S e recomendações

A relação N:S, tem sido utilizada como parâmetro para verificar se as quantidades de enxofre nas dietas são adequadas (Rodrigues et al., 1998).

De acordo com ARC (1988) e NRC (2001) as relações consideradas adequadas para satisfazer as necessidades dos bovinos e proporcionar eficientemente a utilização dos nutrientes devem ser mantidas entre 12:1 e 14:1. No entanto, segundo Moir (1970), em alguns casos, a utilização de relações mais estreitas poderá provocar melhorias na utilização do nitrogênio, ao reduzir os níveis de amônia no rúmen e aumentar a retenção de nitrogênio.

Segundo Fron et al. (1990), as necessidades de enxofre para ruminantes podem ser supridas por formas de enxofre orgânico ou inorgânico, o que não acontece com os não ruminantes que necessitam exclusivamente de fontes orgânicas.

Nos ruminantes as necessidades de enxofre são relacionadas com a atividade dos microorganismos, que transformam o enxofre inorgânico em aminoácidos sulfurados, formas orgânicas, incorporando-os a proteína microbiana que posteriormente será utilizado pelo animal. As exigências do enxofre diferem entre a espécie de ruminantes. As exigências são de 0.15% de S na MS para bovinos de corte (NRC, 1996), 0.20% para bovinos leiteiros (NRC, 2001) e de 0.14 a 0.26% para ovinos.

Em ovinos produtores de lã, o índice elevado de enxofre da lã afeta as exigências de enxofre.

Outros fatores que afetam a exigência do enxofre são: a idade, o estado fisiológico, e as fontes de nitrogênio e de enxofre. McDowell (1985), afirma que ruminantes em pastagens (com dietas ricas em celulose), precisam de 0.20% ou mais de S na MS. Ao contrário, Nicodemo (2001) afirma que durante a seca, a necessidade de enxofre pode ser menor por causa da redução dos teores de proteína das forrageiras com a maturidade.

Miles & McDowell (1983), afirmam que quando bovinos foram suplementados e suas dietas tinham de 0.04 a 0.10% de S o ganho de peso aumentou de 7 a 260%, e a produção de leite aumentou de 6 a 400%.

Sintomas de deficiência e toxidez do enxofre

Segundo McDowell (1985), NRC (1996) e Moraes (2001), na deficiência de enxofre a síntese de proteína microbiana é reduzida. A falta de enxofre permite um desenvolvimento maior de microorganismos ruminais que não utilizam lactato, fazendo com que estes acumulem no rúmen, no sangue e na urina. Altas concentrações de lactato no rúmen são indesejáveis porque o ambiente ruminal torna-se ácido, a fermentação das fibras não ocorre adequadamente e em casos extremos o animal pára de alimentar-se. A suplementação com enxofre, portanto, melhora o desempenho através da síntese de proteína bacteriana no rúmen e melhorando o balanço de aminoácido.

Os sinais da deficiência de enxofre são anorexia, alopecia, perda de peso, fraqueza, lacrimejamento, debilidade muscular e tontura podendo causar queda na ingestão de alimentos, menor digestibilidade da MS, maior tempo de retenção da digesta no rúmen, queda na produção de leite, diminuição na fertilidade e em casos mais severos até a morte (Moraes, 2001)

No caso das intoxicações, poucos são os relatos em países em desenvolvimento. Casos encontrados geralmente estão ligados a altos níveis de enxofre fornecidos na dieta. Excessos de enxofre dietético levam a redução nas taxas de ingestão. No entanto, quando os níveis são elevados além de ocorrer uma diminuição na motilidade ruminal, ocorre a geração de grandes quantidades de gás sulfeto de hidrogênio, que quando eructado entra no pulmão causando severo estresse nervoso e

respiratório (Rodrigues et al, 1998). A toxidez do enxofre é dependente da sua forma e via de administração. O enxofre na forma elementar é considerado a fonte menos tóxica.

Vidal et al. (2005) observara queda no consumo e leve intoxicação em dois animais, com a infusão de 0.92% de S na forma de sulfato de amônia na matéria natural por dia, quando comparado a doses inferiores (0,15; 0,31; 0,46%). Conforme citado pelos autores, durante o ensaio, os animais apresentaram inapetência e atonia ruminal, que são características de intoxicação por enxofre.

Interação do enxofre com outros elementos minerais

Existem inter-relações entre sulfato, molibdênio e cobre, formando complexos insolúveis, os chamados tiomolibdatos (Dick et al., 1975) Esta interação pode ser desenvolvida no trato digestório ou ocorrer durante a metabolização, devido à redução de sulfato para sulfeto no rúmen. O sulfeto reage com Mo para formar tiomolibdatos (MoS_4); e posteriormente a formação de cupro-tiomolibdatos (CuMoS_4) que são altamente insolúveis e não utilizáveis. No caso de excesso de enxofre ou carência de molibdênio, o enxofre reduzido reage com o cobre tornando-o insolúvel e sendo excretado. Segundo Mason et al (1982), a suplementação com sulfato pode contribuir para aumentar a excreção urinária de Cu (<1mg Cu/dia).

Mesmo sendo importante, esta inter-relação muitas vezes é negligenciada. Tiomolibdatos em excesso, quando absorvidos passam para a corrente sanguínea, desenvolvendo distúrbios no metabolismo do Cobre. Estes distúrbios fazem com que os níveis de cobre se elevem no sangue e diminuam nos tecidos, surgindo os sintomas de deficiência de cobre. (Mason et al., 1982). Muito deste cobre presente no sangue está ligado a proteínas, sendo insolúvel em ácido tricloroacético e aparentemente não disponível para a entrada nos tecidos (Price et al., 1987)

Existe uma inter-relação entre enxofre e selênio, sendo em parte, justificada porque estes elementos apresentarem estruturas semelhantes, havendo então uma competição pelos sítios de absorção entre os minerais.

O selênio pode substituir o enxofre em alguns compostos orgânicos, mas a atividade dos compostos que o contém são menores que a atividade dos compostos que contém enxofre. Um dos usos do enxofre é na neutralização do selênio quando este ocorre em quantidades tóxicas. No entanto, quando o enxofre ocorre em quantidades

tóxicas (acima de 0.5% na MS), o contrário não é válido, podendo haver deficiência de Selênio.

Utilização de forragens deficientes em enxofre

Segundo Vitti (2007), a deficiência de enxofre na agricultura ocorre em diversas regiões do Brasil, em razão da baixa fertilidade do solo (Malavolta, 1982). Esta deficiência está associada a pequena quantidade de matéria orgânica, do aumento da exportação de enxofre pelos grãos, causados por produtividade elevada das variedades melhoradas, e da lixiviação de sulfato, acentuada pela aplicação de calcário e fósforo no solo.

O conteúdo de enxofre na forragem depende muito de sua concentração nas proteínas e dificilmente excede 3g/kg de MS, e mais de 90% do enxofre orgânico das forrageiras encontra-se na forma de metionina e cisteína (Gooneratne et al., 1989).

Diferentes dietas de bovinos podem apresentar de 0.16% a 0.25% de enxofre na MS (NRC (1988)). Se considerarmos sistemas de alimentação baseados apenas em pastagens tropicais, que muitas vezes na época da seca estão em estágio avançado de maturidade, com baixo teor de nitrogênio, já podemos prever que estes teores recomendados não são atingidos. Isso acontece porque acompanhando os baixos teores de nitrogênio, este tipo de pastagem, que muitas vezes está localizada em terrenos arenosos, pobres em matéria orgânica e sujeitos a queimadas como instrumentos de manejo também são pobres em teores de enxofre.

Em estudos de desempenho animal, os níveis adequados de enxofre e as baixas razões N:S foram associados com o desempenho elevado de ovinos, bovinos de corte e vacas leiteiras. Se os níveis dietéticos de enxofre forem adequados (0.20-0.25% S e a relação de N:S de 10:1 a 12:1), nenhuma melhoria no desempenho deve ocorrer. Entretanto, se os níveis dietéticos de enxofre forem inadequados ($\leq 0,15-0,18\%$ de S, e a razão N:S $> 13:1$), uma melhoria no desempenho dos ruminantes pode frequentemente ser observada com uso de suplementos contendo enxofre. As melhores razões N:S para o crescimento nas plantas encontram-se geralmente entre 14:1 e 16: 1 (Breytenbach, 1999).

Efeitos do enxofre com o uso de NNP

As necessidades de nitrogênio degradável no rúmen podem ser administradas como nitrogênio protéico ou nitrogênio não protéico. Para resolver a deficiência de proteína tem-se adotado a suplementação com uma fonte de nitrogênio não protéico com muita frequência, sendo que, a fonte mais utilizada é a uréia. A utilização de uréia visa fornecer uma fonte de nitrogênio não protéico que juntamente com a energia dos carboidratos prontamente fermentáveis, provenientes do pasto, e a suplementação mineral, propicie aos microrganismos do rúmen condições para multiplicar e passar a ser fonte de proteína para o ruminante.

Lopes (1998), afirma que no caso de uso de fontes de nitrogênio não protéico na alimentação de ruminantes deve-se dar atenção especial a inclusão de enxofre na mistura mineral, respeitando a relação adequada. Isso porque o enxofre está relacionado com a síntese de aminoácidos necessários para a síntese de proteína microbiana e vitaminas.

Existem muitas vantagens na utilização da uréia como fonte de nitrogênio não protéico para ruminantes, desde a disponibilidade, a concentração de nitrogênio e principalmente o baixo custo unitário de nitrogênio (Paulino et al., 1995).

Fontes de enxofre e biodisponibilidade

As fontes de enxofre diferem em sua eficiência sobre a atividade microbiana no rúmen, porque apresentam concentração, disponibilidade e solubilidade diferentes e são utilizadas por diferentes vias metabólicas.

Algumas fontes de S encontradas no mercado são: sulfato de amônia (24% de S com alta biodisponibilidade), superfosfato simples (12 % de S), sulfato de potássio (28% de S com alta biodisponibilidade), sulfato duplo de potássio e magnésio (22% de S com alta biodisponibilidade), sulfato de magnésio (13% de S), flor de enxofre ou enxofre elementar (70% e 98% de S, respectivamente e com baixa biodisponibilidade), sulfato de cálcio (gesso) (12 a 21% de S, com baixa biodisponibilidade), sulfato de sódio (10% de S com biodisponibilidade intermediária) e sulfato de sódio anidro (22% de S).

Fron et al. (1990), utilizando enxofre elementar, sulfato de sódio e DL-metionina na avaliação do metabolismo do enxofre e nitrogênio, e observaram uma maior biodisponibilidade para a fonte de sulfato e metionina do que a fonte de enxofre elementar. No entanto, Kahlon et al. (1975) afirma que o sulfato de sódio e o enxofre

elementar são aproximadamente iguais em sua habilidade de fornecer enxofre disponível.

Tisdale (1977) demonstrou que a síntese de proteína na adição das seguintes fontes inorgânicas de enxofre diminuiu na seguinte ordem: Sulfato de Amônia, Enxofre elementar, Sulfato de Sódio, Sulfato de potássio, Sulfato de Cálcio e Sulfato de Magnésio. O autor afirma que o sulfato de amônia e o enxofre elementar eram conseqüentemente os mais eficazes em promover a síntese da proteína microbiana no rúmen e de determinados ácidos graxos voláteis. Estas duas fontes são também relativamente baratas e livremente disponíveis, havendo ainda a necessidade de novas avaliações para o entendimento de seu uso e melhor utilização.

LITERATURA CITADA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. [**Official methods of analysis**. Vol. I., 15. ed., Virginia: Arlington. 1117p. 1990.
- BAKER, D. H. Sulfur in non-ruminant nutrition. National Feed Ingredients Association, West Des Moines, Iowa.
- BIRD, P. R. Sulphur metabolism and excretion studies in ruminants. IV Cystine and sulphate effects upon the flow of sulphur from the rumen and upon sulphur excretion by sheep. *Australian Journal Agricultural Research*, v.22, p.443-452, 1971.
- BRAY, A.C. & TILL, A.R.. Metabolism of sulphur in the gastro-intestinal tract. In: *Digestion and Metabolism in the Ruminant*, pp. 243–260 [I.W. McDonald and A.C.I. Warner, editors] Armidale, NSW: University of New England Publishing Unit. 1975
- BREYTENBACH, S. Sulfur in Ruminant Nutrition, Randburg; AFMA, 1999 disponível em <www.engormix.com/sulphur_in_ruminant_nutrition_e_articles_77_GD.htm>acesso em 12 de maio de 2007.
- DICK, A. T . , DEWEY, D. W.; GAWTHORNE, J.M. Thiomolybdates and the copper molybdenum-sulfur interaction in ruminant nutrition. *Journal of Agricultural Science*, v. 85, p. 567-568, 1975.
- FRON, M.J., BOLING, J.A., BUSH, L.P. and DAWSON, K.A., Sulfur and nitrogen metabolism in the bovine fed different forms of supplemental sulfur. *J. Anim. Sci.* 68: 543-552. 1990.
- GOONERATNE, S. R., A. A. OLKOWSKI, and D. A. CHRISTENSEN. Sulfur-induced polioencephalomalacia in sheep: Some biochemical changes. *Can. J. Vet. Res.* 53:462. 1989
- KAHLON, T.S., MEISKE, J.C. and GOODRICH, R.D. Sulfur metabolism in Ruminants. II. In vivo availability of various chemical forma of sulfur. *J. Anim. Sci.* 41; 1154-1160. 1975.

- KANDYLIS, K. Transfer of plasma sulfate from blood to rúmen. A review. *Journal of Dairy Science*, v. 66, p. 2263-2270, 1983.
- LOPES, R.S. **Avaliação de métodos para estimação da disponibilidade de forragem em pastagem de capim-elefante**. Viçosa: UFV, 1998. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- MALAVOLTA, E. Absorção e transporte de íons e nutrição mineral. In: FERRI, M.G. (Ed.) *Fisiologia vegetal 1*. São Paulo. USP. p.77-113. 1979.
- MALAVOLTA, E. **Nitrogênio e enxofre nos solos e culturas brasileiras**. São Paulo: Centro de Pesquisa e Promoção do Sulfato de Amônia, 59p. 1982.
- MASON, J., KELLEHER, C. A. & LETTERS, J. The demonstration of protein-bound ⁹⁹Mo-di-and trithiomolybdates in sheep plasma after the infusion of ⁹⁹Mo-labelled molybdate into the rumen. *Br. J. Nutr.* 48: 391–397. 1982
- McDOWELL, L.R. Nutrition of grazing ruminants in warm climates. Orlando, Florida: Academic Press, P.251-255. 1985.
- MILES, E.H. and MCDOWELL, L.R. Mineral deficiencies in the Llanos rangelands of Colombia. *World Animal Review* 46:2-10. 1983.
- MOIR, R.J. Implications of the N:S ratio and differential recycling. In: MUTH, O.H.; OLDFIELD, J.E. eds., SYMPOSIUM: SULFUR IN NUTRITION, 6., 1970, Westport. Proceedings... Westport: AVI Publishing, 1970. P.165-181.
- MORAES, S. da S.; **Importância da suplementação mineral para bovinos de corte** . Campo Grande: EMBRAPA GADO DE CORTE, DEZ 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Beef Cattle (7th Ed). p 60. National Academy Press, Washington, DC. 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on mineral toxicity in animals: mineral tolerance of animals. Washington: Academy of Science, 1980.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL.. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington , D.C. National Academy of Sciences, 7 ed., 420 p., 2001.
- NICODEMO, M. L. F.; **Suplementação mineral de bovinos na estação seca** . Campo Grande: MINISTERIO DA AGRICULTURA PECUARIA E ABASTECIMENTO, NOV 2001.
- PAULINO, M.F., RUAS, J.R.M., FURTADO, M.A. Efeito da farinha de carne e ossos e farinha de pena e vísceras, em suplementos múltiplos sobre o desenvolvimento de bezerras mestiças sob pastejo. In.: REUNIAO ANUAL DA SBZ, 30., 1995, Brasília, Anais ..., Brasília: SBZ, 1995. P.255-257.
- PEIXOTO, E. M. A. Enxofre. **Química Nova na Escola**, n.16, 2002

- PRICE, J., WILL, A.M., PASCHALERIS, G., et al. Identification of thiomolybdates in digesta and plasma from sheep after administration of Mo-labelled compounds into the rumen, *British Journal Nutrition*, v.58, p.127 – 138, 1987.
- RODRIGUES, A. de A., CRUZ, G. M. do, ESTEVES, S. N.; **Utilização de enxofre na dieta de bovinos: EMBRAPA-CNPSE, 1998. 27p. (EMBRAPA-CNPSE. Circular Técnica, 13).**
- SIEBERT, B.D., VIJCHULATA, P. Sulfur in animal nutrition. In: BLAIR, G.J., TILL, A.R. (Eds.) *Sulfur in S.E. Asian and S. Pacific agriculture*. Armidale: University of New England. p.87-96. 1983.T
- THIAGO, L.R.S., GILL,M. Consumo voluntário de forragens por ruminantes: mecanismo físico ou fisiológico? In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 7, Campinas, 1990. **Anais...** Piracicaba, SP:FEALQ,. p.77 – 107. 1990
- TISDALE, S.L., Sulphur in forage quality and ruminant nutrition.. Technical bulletin no 22, The Sulphur Institute, 1725 K Street, N.W., Washington, D.C. 1977.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd. Ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VIDAL, J.M., PAIVA. P.C de A., ARCURI, P. B., et al. **Efeito de diferentes doses de enxofre no consumo voluntário e nas populações de protozoários do rúmen de novilhas mestiças alimentadas com capim-elefante de baixa qualidade.** *Ciênc. agrotec.*, Fev 2007, vol.31, no.1, p.218-222. ISSN 1413-7054
- VITTI, G. C., FAVARIN, J. L. GALLO, L. A. et al., Assimilação foliar de enxofre pela soja, **Pesq. Agropec. Bra.**, Brasília, v.42, n.2, p.225-229, 2007.

OBJETIVOS GERAIS

O presente projeto de pesquisa foi planejado com o objetivo de avaliar diferentes fontes de enxofre na dieta de bovinos, seus efeitos sobre o consumo, a digestibilidade aparente total dos nutrientes, as concentrações de cálcio, fósforo e nitrogênio uréico plasmático (NUP), os parâmetros ruminais e o comportamento ingestivo perante os diferentes tratamentos.

CAPÍTULO I – SUPLEMENTOS PROTÉICOS COM E SEM FONTES DE ENXOFRE SOBRE O CONSUMO E A DIGESTIBILIDADE, DE NOVILHOS ALIMENTADOS COM FENO DE BAIXA QUALIDADE

Resumo: Com a presente pesquisa objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes fontes de enxofre, em dietas para bovinos, sobre o consumo voluntário e o coeficiente de digestibilidade aparente total dos nutrientes. Foram utilizados sete bovinos, machos, castrados, da raça Holandesa Preto e Branco com $442 \text{ kg} \pm 59 \text{ kg}$ de peso vivo, e implantados com cânula ruminal. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 7×7 , e os tratamentos consistiram na utilização ou não de suplementos com adição ou não de diferentes fontes de enxofre: feno + suplemento sem enxofre (SSE), feno + enxofre 70S (E70), feno + enxofre 98S (E98), feno + sulfato de cálcio hemi-hidratado (SCH), feno + sulfato de cálcio di-hidratado (SCD), feno + sulfato de amônia (SFA) e feno sem suplemento (FSS). As suplementações, independente da inclusão ou não de enxofre, aumentaram o consumo e a digestibilidade dos nutrientes. A inclusão de diferentes fontes de enxofre aos suplementos não influenciou o consumo voluntário dos nutrientes, mas produziu melhoria significativa na digestibilidade da MS, MO, FDN, CT e FDA. SFA apresentou maior coeficiente de digestibilidade aparente total da PB que todas as outras fontes. Entre as fontes de enxofre elementar e sulfato de cálcio avaliados não foram encontradas diferenças significativas. Apesar de E70 apresentar menor ingestão, esta fonte apresentou maior absorção total de S, apresentando maior digestibilidade da PB quando contrastado a E98. Já entre as fontes de sulfato de cálcio, SCD foi superior a SCH por apresentar maior digestibilidade de MS, MO, PB, FDN, CT.

Palavras chave: enxofre elementar, gesso, sulfato de amônia, sulfato de cálcio, ingestão

**PROTEIC SUPPLEMENTS WITH AND WITHOUT SULFUR SOURCES ON
INTAKE AND DIGESTIBILITY OF STEERS FED WITH LOW QUALITY
HAY.**

Abstract: This research was conducted to study the effects of different sulfur sources, in cattle diets, on voluntary intake and nutrients total apparent digestibility coefficient. Seven Holstein steers weighing $442 \text{ kg} \pm 59 \text{ kg}$ of live weight and implanted with rumen cannula were used. The experimental design was a Latin square 7×7 , and treatments consisted of the supplements use or no with addition or no of different sulfur sources: hay + supplement without sulfur (SWS), hay + sulfur 70S (S70), hay + sulfur 98S (S98), hay + calcium sulfate hemi-hydrated (CSH), hay + calcium sulfate di-hydrated (CSD), hay + ammonium sulfate (AS) and hay without supplement (HWS). The supplementation, independent of the sulfur inclusion or not, increased voluntary intake and nutrients digestibility. The inclusion of different sulfur sources to the supplements did not affect voluntary intake but increased significantly DM, OM, NDF, TC and ADF digestibility. AS showed a higher CP total apparent digestibility coefficient in comparison to the other sulfur sources. Comparison between elementary sulfur sources and between calcium sulfate sources did not show significant differences. Although S70 had showed lower intake it had a higher absorption of S, having a higher CP digestibility when compared with S98. Contrast between calcium sulfate sources showed that CSH was higher to CSH for DM, OM, NDF and TC digestibility.

Key words: elementary sulfur, gypsum, ammonium sulfate, calcium sulfate and ingestion

Introdução

A situação atual do mercado de carne requer a evolução dos sistemas de produção no sentido de buscar eficiência e qualidade de produto, visando obter competitividade e sustentabilidade. Atendendo a estes requisitos, a produção de bovinos deve estar estabelecida fazendo uso de tecnologias que priorizem a exploração racional dos fatores de produção, de forma a trazer retorno produtor e atender ao consumidor.

A produção de bovinos em condições de pastagem traz aos produtores um grande desafio, devem vencer a produção sazonal das forrageiras. As forrageiras apresentam produção e valor nutricional variável durante o ciclo anual de produção (produção estacional). Nos meses de maior precipitação e calor (período das águas), a disponibilidade de matéria seca é maior, com melhoria significativa no valor nutricional da forrageira. Na época de temperaturas mais amenas (período da seca), seu crescimento e qualidade nutricional são sensivelmente menores, há grande aumento no percentual de massa seca e fibra indigestível, queda abrupta do conteúdo de proteína e da digestibilidade da forragem, sendo que, nestas condições, o consumo voluntário é reduzido a níveis mínimos (Peruchena, 1999).

Diante disto, somado aos outros fatores que interferem na cadeia produtiva, a produção sazonal e o baixo valor nutritivo das forrageiras, impedem o desenvolvimento contínuo e uniforme dos animais durante o ano, o que precisa ser corrigido ou amenizado. Numerosas pesquisas têm indicado que a suplementação protéica, em dietas à base de forragens de baixa qualidade, pode melhorar a produção de bovinos de corte criados a pasto (DelCurto et al., 1990).

Quando a forragem possui teor de proteína bruta (PB) inferior a 6 – 7 %, seu consumo declina, assim como sua digestibilidade (Moore & Kunkle, 1998). Atualmente, com o propósito de redução de custos, tem-se utilizado de uma forma

consistente, o nitrogênio não protéico (NNP), principalmente na forma de uréia, nas dietas, o que é recomendável. Todavia, quando se usa NNP em dietas, a correção nos níveis de enxofre é essencial para o bom desempenho animal, pois, para um adequado desenvolvimento da flora ruminal e conseqüentemente do animal, devemos obedecer a uma razão nitrogênio:enxofre de 10 a 14:1 (Van Soest, 1994).

Pastagens cultivadas em solos deficientes em enxofre e pastagens em estágio avançado de maturidade, normalmente são deficientes nesse nutriente. As palhadas e restevas utilizadas na alimentação de ruminantes geralmente apresentam a mesma deficiência, assim como o sorgo e algumas silagens como a silagem de milho além de dietas contendo elevados níveis de proteína não degradada no rúmen ou aminoácidos.

O suprimento de enxofre pode ser feito por diversas fontes: aminoácidos sintéticos, sais de sulfato como, sulfato de sódio, sulfato de amônia, sulfato de cálcio, dentre outros, e enxofre elementar, os chamados “flor de enxofre” ou “enxofre ventilado” (Rodrigues et al., 1998).

A presente pesquisa foi conduzida para avaliar o efeito do fornecimento ou não de suplementos protéicos adicionados ou não de diferentes fontes de enxofre, em dietas à base de feno de baixa qualidade sobre o consumo voluntário e a digestibilidade aparente total dos nutrientes.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi, pertencente à Universidade Estadual de Maringá, localizada no distrito de Iguatemi, no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (DZO), no período de maio a novembro de 2006.

Foram utilizados sete bovinos machos, da raça Holandesa Preto e Branco, castrados, pesando em média $442 \text{ kg} \pm 59 \text{ kg}$ de peso vivo (PV). Os animais foram alojados em baias individuais e cobertas, com $8,75 \text{ m}^2$ de área útil, dotadas de dois comedouros individuais (adaptados em polietileno para fornecimento de feno e suplemento separadamente) e bebedouros automáticos.

As baias eram limpas todos os dias e lavadas uma vez por semana, e os bebedouros lavados diariamente, assegurando assim, o fornecimento de água de boa qualidade. As cânulas de rúmen eram verificadas e limpas diariamente para garantir a higiene dos animais. Os animais foram vacinados e vermifugados antes do início do período experimental.

Os animais foram distribuídos em sete dietas experimentais à base de feno de braquiária (*Brachiaria humidicola* cv. Lanero) suplementados ou não com diferentes fontes de enxofre, em delineamento experimental em quadrado latino 7×7 . Os tratamentos foram:

Feno + Suplemento sem Enxofre (SSE);

Feno + Suplemento com Enxofre elementar 70S (E70);

Feno + Suplemento com Enxofre elementar 98S (E98);

Feno + Suplemento com Sulfato de cálcio hemi-hidratado(Gesso) (SCH);

Feno + Suplemento com Sulfato de cálcio di-hidratado (Gesso) (SCD);

Feno + Suplemento com Sulfato de amônia (SFA);

Feno sem Suplemento (FSS).

Os períodos experimentais tiveram a duração de 21 dias, com cinco dias de coleta de amostras (fezes, sobras e alimentos) realizadas no período compreendido entre o 17^o e 21^o dias. Os animais foram pesados no início e no final de cada período experimental, sendo o peso vivo inicial de cada período experimental o peso utilizado como base para o cálculo da quantidade de suplemento a ser fornecido (0,1% do PV).

O feno submetido a desintegração com triturador comercial de facas, foi fornecido à vontade, três vezes ao dia, às 8h30min, 11h00min e 16h30min; e o suplemento uma vez ao dia, antes do fornecimento do primeiro trato do dia. A quantidade de feno fornecido foi calculada e ajustada diariamente de modo a permitir aproximadamente 10% de sobras no cocho. As sobras foram recolhidas e pesadas todos os dias, antes do fornecimento do primeiro trato, para determinação do consumo diário.

Os alimentos utilizados na composição das dietas experimentais foram: feno de braquiária (*Brachiaria humidicola* cv. Lanero), farelo de soja, farelo de trigo, milho, uréia, sal comum, carbonato de cálcio, óxido de magnésio, fosfato bicálcico, sulfato de zinco, sulfato de manganês, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio e selenito de sódio, e as fontes de enxofre pesquisadas (Enxofre Elementar 70S e 98S, Sulfato de cálcio Hemi-hidratado e Di-hidratado, além do Sulfato de amônia). A

composição percentual dos suplementos proteinados com adição ou não de fontes de S é apresentada na Tabela 1.

Para a determinação da digestibilidade aparente total dos nutrientes foi efetuada coleta de fezes na ampola retal, entre o 17º e o 21º dia de cada período experimental, uma vez ao dia em períodos alternados a cada 4 horas. Neste período também foram coletadas amostras das dietas fornecidas e das sobras. As amostras de fezes, alimentos e sobras foram armazenados a -20°C. Após o término de cada período de coleta, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, moídas em peneiras de 1 e 5mm, homogeneizadas para confecção de amostras compostas por animal para cada período.

Os fluxos de matéria seca fecal foram estimados utilizando-se o teor de FDNi (FDN indigestível) como indicador. As amostras de fezes, alimentos e sobras moídas em peneira de 5mm foram incubadas in situ em saco de náilon, por 144 horas, segundo a metodologia descrita por Cochran et al. (1986). O material remanescente da incubação foi submetido à extração com solução em detergente neutro, cujo resíduo foi considerado FDNi.

As determinações dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cálcio (Ca) foram realizados, conforme os procedimentos da AOAC (1990); fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) conforme Van Soest et al. (1991) e fósforo (P) conforme (Fiske & Subbarow, 1925); do feno, sobras, fezes e suplementos fornecidos (nas amostras moídas em peneira de 1mm).

Tabela 1 - Composição percentual dos suplementos experimentais.

Table 1: Percentual composition of the experimental supplements

INGREDIENTES (Ingredients)	SUPLEMENTOS (Supplements)					
	SSE (SWS)(%)	E70 (S70)(%)	E98 (S98) (%)	SCH (CSH) (%)	SCD (CSD) (%)	SFA (AS) (%)
Farelo de soja (Soybean meal)	52,761	51,147	50,930	51,103	51,383	24,065
Farelo de trigo (Wheat bran)	0,000	14,176	14,900	14,323	13,390	33,898
Uréia Pecuária (Urea)	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Milho (Corn)	14,661	0,000	0,000	0,000	0,000	2,036
Sal comum (Salt)	5,128	5,128	5,128	5,128	5,128	5,128
Carbonato de cálcio (Calcium carbonate)	7,480	7,760	8,033	0,435	0,142	8,918
Fosfato bicálcico (Dicalcium phosphate)	2,162	1,258	1,212	1,249	1,308	0,000
Óxido de magnésio (Magnesium oxide)	2,433	2,438	2,437	2,438	2,439	2,543
Premix Mineral* (Mineral mix)	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375
Enxofre 70S (Sulfur 70S)	0,000	2,718	0,000	0,000	0,000	0,000
Enxofre 98S (Sulfur 98S)	0,000	0,000	1,985	0,000	0,000	0,000
Sulfato de Cálcio hemi-hidratado (Calcium sulfate hemi-hydrated)	0,000	0,000	0,000	9,949	0,000	0,000
Sulfato de Cálcio di-hidratado (Calcium sulfate di-hydrated)	0,000	0,000	0,000	0,000	10,835	0,000
Sulfato de Amônia (Ammonium sulfate)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	8,037

SSE=Suplementação sem enxofre; E70= Suplementação com enxofre 70S; E98S=Suplementação com enxofre 98S; SCH= Suplementação com sulfato de cálcio hemi-hidratado; SCD= Suplementação com sulfato de cálcio di-hidratado; SFA= Suplementação com sulfato de amônia.

SWS = Supplement Without Sulphur; S70=Supplement with 70S; S98=Supplement with 98S; CSH= Supplement with Calcium sulfate hemi-hydrated; CSD= Supplement with Calcium sulfate di-hydrated; AS= Supplement with Ammonium sulfate

* Composição do Premix Mineral (Composition of Mineral Mix: 135000 mg/kg de Zn; 106667 mg/kg de Mn; 53333 mg/kg de Cu; 4000 mg/kg de Co; 4000 mg/kg de I; 1333 mg/kg de Se.

Tabela 2 - Composição química do feno e dos suplementos (%MS)

Table 2: Chemical composition of the hay and supplements (%MS)

	FENO	SUPLEMENTOS (Supplements)					
	(Hay)	SSE	E70	E98	SCH	SCD	SFA
MS (DM) %	95,01	84,92	83,81	86,40	86,80	86,26	87,17
MO (OM) %	93,02	80,45	80,70	80,55	74,99	80,93	82,88
FDN (NDF) %	82,57	20,79	17,80	15,97	20,87	23,20	23,00
FDA (ADF) %	46,98	6,99	8,11	8,12	8,41	8,21	7,62
EE (EE) %	0,73	1,80	2,37	2,55	1,90	1,64	1,61
PB (CP) %	3,59	76,47	79,38	64,52	65,64	75,49	76,17
S (S) %		0,19	1,98	2,62	2,68	1,89	2,83

SSE=Suplementação sem enxofre; E70= Suplementação com enxofre 70S; E98=Suplementação com enxofre 98S; SCH= Suplementação com sulfato de cálcio hemi-hidratado; SCD= Suplementação com sulfato de cálcio di-hidratado; SFA= Suplementação com sulfato de amônia.

SWS = Supplement Without Sulphur; S70=Supplement with 70S; S98=Supplement with 98S; CSH= Supplement with Calcium sulfate hemi-hydrated; CSD= Supplement with Calcium sulfate di-hydrated; AS= Supplement with Ammonium sulfate

O experimento foi conduzido em delineamento experimental quadrado latino 7 x

7. Os dados foram interpretados por uma análise de variância adotando-se $P < 0,05$ (5%) de probabilidade.

O modelo matemático utilizado para a análise de variância foi:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + T_k + e_{ijk}$$

onde:

μ = média dos tratamentos;

A_i = efeito do animal i, variando de 1 a 7;

P_j = efeito do período j, variando de 1 a 7;

T_k = efeito do tratamento k, variando de 1 a 7;

e_{ijk} = erro aleatório.

As comparações entre o uso ou não de suplementos protéicos e a inclusão de fontes de enxofre aos mesmos, foram conduzidas pela decomposição da soma de quadrados em contrastes ortogonais. Os efeitos de tratamentos foram comparados utilizando-se o sistema PROC GLM do SAS (2000) com os seguintes contrastes ortogonais:

$$\hat{Y}_1 = 6\mu_{FSS} - (1\mu_{SSE} + 1\mu_{E70} + 1\mu_{E98} + 1\mu_{SCH} + 1\mu_{SCD} + 1\mu_{SFA});$$

$$\hat{Y}_2 = 5\mu_{SSE} - (1\mu_{E70} + 1\mu_{E98} + 1\mu_{SCH} + 1\mu_{SCD} + 1\mu_{SFA});$$

$$\hat{Y}_3 = 4\mu_{SFA} - (1\mu_{E70} + 1\mu_{E98} + 1\mu_{SCH} + 1\mu_{SCD});$$

$$\hat{Y}_4 = (1\mu_{E70} + 1\mu_{E98}) - (1\mu_{SCH} + 1\mu_{SCD});$$

$$\hat{Y}_5 = (1\mu_{E70} - 1\mu_{E98});$$

$$\hat{Y}_6 = (1\mu_{SCH} - 1\mu_{SCD}).$$

onde:

μ = média dos tratamentos;

FSS = Feno sem suplemento;

SSE = Suplementação sem enxofre;

E70 = Suplementação com Enxofre 70S;

E98 = Suplementação com Enxofre 98S;

SCH = Suplementação com Sulfato de Cálcio Hemi-hidratado;

SCD = Suplementação com Sulfato de Cálcio Di-hidratado.

Resultados e Discussão

Na Tabela 3 estão apresentados o consumo médio diário e a digestibilidade aparente total da MS, MO e PB, expressos em quilograma por dia (Kg/dia), e o consumo de MS, expresso em porcentagem de peso vivo (%PV) e em gramas por unidade de peso metabólico ($\text{g/Kg}^{0,75}$), com seus respectivos coeficiente de variação (CV%) e as probabilidades para os contrastes ortogonais testados.

A inclusão de suplementos (0,1% do PV) à dieta baseada em feno de baixa qualidade influenciou de forma positiva ($P < 0,05$) os consumos de MS, MO, e PB, expressos nas diversas formas.

O tratamento FSS apresentou médias nos consumos de MS (expressos em Kg/dia, %PV e $\text{g/Kg}^{0,75}$) inferiores ($P < 0,0001$) aos tratamentos que utilizaram o suplemento mineral proteinado como complemento da dieta. A média do consumo de MS para FSS foi de 5,47 Kg de MS por animal/dia e a média dos tratamentos suplementados foram todas superiores a 8,00 Kg MS/animal/dia. Segundo Aroeira (1997), o baixo consumo de FSS é explicado pelo controle físico no rúmen dado pela distensão do rúmen, que é mais evidente em forragens de clima tropical, devido a maior percentagem de parede celular acumulada mais rapidamente nas forrageiras tipo C4. Além disso, a limitação no consumo de FSS não pode ser explicada pela demanda energética dos animais e sim pelo efeito de enchimento do rúmen, já que o teor de FDN do feno utilizado estava

acima dos 50% a 60% relatados por Silva (2006). Segundo o autor citado anteriormente, somente quando o teor de FDN está abaixo dos níveis expostos, o consumo é limitado pela demanda energética dos animais e não pelo efeito de enchimento do rúmen.

A suplementação propiciou o aumento do consumo de MS relativo ao peso vivo dos animais de 1,23 para 2,02%, sendo a menor média referente ao tratamento FSS. Esse aumento ocorreu no momento em que substratos necessários para o crescimento microbiano (esqueletos de carbono, disponibilidade de energia de rápida mobilização) foram adicionados a dieta pela suplementação, estimulando a fermentação ruminal, o crescimento microbiano e favorecendo o consumo de MS.

Gomes et al. (1994), avaliaram o efeito do S na ingestão de forragens de baixo valor nutritivo por novilhas mestiças e observaram ingestão voluntária de 2,2% do PV nos animais suplementados. Vidal et al. (2007), avaliaram o efeito de diferentes doses de enxofre na forma de sulfato de amônia (0,15; 0,31; 0,46 e 0,92% de S na matéria natural) sobre o consumo voluntário e população de protozoários do rúmen de novilhas mestiças, alimentadas com dietas de baixa qualidade, verificaram que o consumo de MS pelos animais manteve-se estável nos tratamentos 0,15%, 0,31% e 0,46%, observando média de 1,2 % de MS do PV.

Nas condições do presente experimento o consumo médio de MS dos animais que não receberam suplementos protéicos (FSS), que simulou a condição de pastagens tropicais de baixa qualidade, foi de 56,33 g MS/Kg de $PV^{0.75}$. Os resultados encontrados neste experimento aproximam-se aos encontrados por Santos (2004), que trabalhando com concentrados energéticos protéicos em pastagem tropical, observou variação de 57,68 a 87,88 g MS/Kg de $PV^{0.75}$. Segundo Minson (1990), o consumo médio de pastagens tropicais por ruminantes é próximo de 50 g MS/Kg de $PV^{0.75}$. Preston & Leng (1987) afirmam que este parâmetro pode variar de 30 a 80 g MS/Kg de $PV^{0.75}$.

Tabela 3 – Médias, coeficientes de variação (CV) e probabilidade dos contrastes ortogonais para a ingestão (ING) e digestibilidade aparente total (DIG) da MS, MO, e PB.

Table 3 - Averages, coefficients of variation (CV) and probability of the orthogonal contrasts for the ingestion (ING) and total apparent digestibility (DIG) of DM, OM, and CP.

	Tratamentos (<i>Treatments</i>)							CV (%)	Contrastes (<i>Contrasts</i>)					
	SSE	E70	E98	SCH	SCD	SFA	FSS		1	2	3	4	5	6
<i>Matéria Seca (Dry matter)</i>														
ING (<i>INT</i>)(Kg/dia)	8,515	8,178	8,758	8,746	8,865	8,454	5,474	20,43	<0,0001	0,9023	0,7959	0,5943	0,5184	0,8939
ING (<i>INT</i>) (%PV)	1,899	1,851	1,976	2,016	2,017	1,869	1,229	14,76	<0,0001	0,6769	0,4053	0,3220	0,3966	0,9922
ING (<i>INT</i>)(g/Kg ^{0,75})	87,286	84,736	90,546	91,829	92,251	86,009	56,327	14,90	<0,0001	0,7325	0,4743	0,3595	0,3918	0,9500
DIG (<i>DIG</i>)(%)	35,381	40,963	37,601	36,691	40,759	40,981	25,127	9,28	<0,0001	0,0074	0,1791	0,6686	0,0738	0,0322
<i>Matéria Orgânica (Organic matter)</i>														
ING (<i>INT</i>)(Kg/dia)	7,916	7,613	8,152	8,099	8,244	7,865	5,136	20,52	<0,0001	0,9038	0,8063	0,6256	0,5206	0,8616
DIG (<i>DIG</i>)(%)	37,724	43,079	39,953	38,542	42,966	43,015	26,924	8,93	<0,0001	0,0123	0,2083	0,5648	0,1006	0,0225
<i>Proteína Bruta (Crude protein)</i>														
ING (<i>INT</i>)(Kg/dia)	0,580	0,564	0,539	0,543	0,582	0,580	0,194	16,86	<0,0001	0,6060	0,5375	0,7468	0,5898	0,4107
DIG (<i>DIG</i>)(%)	38,746	44,690	34,166	34,489	42,100	45,604	-9,701	26,37	<0,0001	0,6858	0,0739	0,7313	0,0292	0,1091
<i>Fibra em Detergente Neutro (Neutral detergent fiber)</i>														
ING (<i>INT</i>)(Kg/dia)	6,696	6,355	6,958	7,015	7,084	6,892	4,847	20,72	0,0010	0,7711	0,9464	0,4487	0,4109	0,9254
ING (<i>INT</i>) (%PV)	1,494	1,440	1,571	1,616	1,614	1,523	1,090	15,00	<0,0001	0,5275	0,6914	0,2005	0,2748	0,9904
ING (<i>INT</i>)(g/Kg ^{0,75})	68,639	65,860	71,941	73,670	73,706	70,104	49,893	15,22	<0,0001	0,5744	0,7861	0,2269	0,2768	0,9949
DIG (<i>DIG</i>)(%)	39,554	43,313	42,579	41,163	46,187	46,857	32,700	8,65	<0,0001	0,0051	0,0259	0,5965	0,7060	0,0134

SSE (*SWS*)=Suplementação sem enxofre (*Supplement Without Sulphur*); E70 (*S70*)= Suplemento com enxofre 70S (*Supplement with 70S*); E98S (*S98*)=Suplementação com enxofre 98S (*Supplement with 98S*); SCH= Suplementação com sulfato de cálcio hemi-hidratado (*Supplement with Calcium sulfate hemi-hydrated*); SCD= Suplementação com sulfato de cálcio di-hidratado (*Supplement with Calcium sulfate di-hydrated*); SFA= Suplementação com sulfato de amônia (*Supplement with Ammonium*); FSS (*HWS*)= Feno sem suplementação (*Hay without supplement*)

Contrastes: 1= FSS x SSE, E70, E98, SCH, SCD, SFA; 2= SSE x E70, E98, SCH, SCD, SFA; 3= SFA x E70, E98, SCH, SCD; 4= E70, E98 x SCH, SCD; 5=E70 x E98; 6= SCH x SCD
 Contrasts: 1= *HWS x SWS, S70, S98, CSH, CSD, AS*; 2= *SWS x S70, S98, CSH, CSD, AS*; 3= *AS x S70, S98, CSH, CSD*; 4= *S70, S98 x CSH, CSD*; 5=*S70 x S98*; 6= *CSH x CSD*

A digestibilidade aparente total da MS foi influenciada, de forma positiva ($P < 0,0001$) pela adição de suplementos à dieta basal (FSS) que apresentou média de digestibilidade aparente total de 25,13% enquanto os demais tratamentos variaram de 35,38 a 40,98%. Isso explica o baixo consumo de MS do FSS, provocando a limitação pela menor degradação e menor taxa de passagem pelo trato digestório.

Entre os tratamentos suplementados, observou-se um aumento ($P < 0,05$) na digestibilidade aparente total da MS das dietas suplementadas com diferentes fontes de enxofre (E70, E98, SCH, SCD, SFA) quando comparado a SSE. No momento em que a suplementação proteínada sem enxofre passou a ser fornecida, os animais melhoraram a digestibilidade do alimento provavelmente pela melhoria no crescimento microbiano, já que passaram a ter substratos para seu crescimento. A presença da suplementação mostrou-se fundamental em situações semelhantes as desse experimento (pastagens tropicais de baixa qualidade), já que não há atendimento de forma natural da quantidade de N necessário no rúmen para a maximização do crescimento microbiano e da fermentação ruminal. No entanto, além do fornecimento de nitrogênio, o fornecimento de enxofre nos suplementos, alavancou ainda mais a digestibilidade, provando assim a necessidade de cadeias sulfuradas no rúmen. Fontes de enxofre podem ter maximizado o crescimento microbiano e como consequência a síntese de proteína microbiana, já que os microrganismos do rúmen têm a capacidade de transformar fontes inorgânicas em aminoácidos sulfurados. Sabe-se que o primeiro aminoácido a ser transcrito na produção de qualquer proteína é sempre um aminoácido de cadeia sulfurada (metionina), portanto quando não há o atendimento das necessidades de cadeias sulfuradas o processo de síntese de proteína microbiana é paralisado.

O contraste que comparou as duas fontes de sulfato de cálcio (SCH e SCD), mostrou superioridade ($P < 0,05$) de SCD em relação a SCH na digestibilidade aparente

total da MS, com médias de 40,76 e 36,69%, respectivamente. L'Estrange et al. (1969) trabalhando com níveis de 0,5, 1,0 e 1,5% de enxofre para carneiros castrados com sulfato de sódio, bisulfato de sódio, bisulfato de amônia, ácido sulfúrico e sulfato de amônia adicionado a dieta verificaram diminuição da ingestão, porém houve aumento da digestibilidade aparente da MS da dieta.

O consumo de MO acompanhou o comportamento do consumo de MS, apresentando, média inferior (5,14 kg/dia) para o tratamento FSS ($P < 0,0001$), quando todos os outros tratamentos que foram suplementados obtiveram médias acima de 7,6 kg/dia.

A média da digestibilidade aparente total da MO no tratamento sem suplementação (FSS) foi de 26,92% enquanto os tratamentos suplementados variaram de 37,72 a 43,08%. O contraste que compara os resultados de SSE com os suplementos contendo enxofre (E70, E98, SCH, SCD, SFA), mostra uma melhoria ($P < 0,05$) na digestibilidade aparente total da MO devido a presença do enxofre no suplemento. Assim como para a MS, os animais que receberam SCD tiveram digestibilidade aparente total da MO ($P < 0,05$) superior àqueles que receberam SCH, com médias de 42,97 e 38,54% respectivamente.

O consumo de PB foi baixo (0,194 Kg de PB/dia) quando os animais receberam apenas o feno como alimento ($P < 0,0001$), comprovando o baixo fornecimento de nitrogênio pelo feno. Segundo Egan & Doyle (1985), para animais semelhantes ao usados neste experimento são necessários 0,578 Kg de PB/dia para otimizar o funcionamento do rúmen e não prejudicar o consumo. Esta recomendação é muito próxima das médias encontradas para as dietas em que os animais foram suplementados, que variaram de 0,539 a 0,582 Kg/dia. Por outro lado, a média do tratamento FSS foi de

0,194 Kg/dia, extremamente baixa, o que reduziu a eficiência de degradação dos alimentos no rúmen, baseado nos autores citados anteriormente.

Ao contrastar FSS com as demais dietas com suplemento observou-se aumento ($P < 0,0001$) na digestibilidade aparente total da PB. Neste caso, a suplementação protéica com feno de baixo teor de proteína bruta e alto teor de FDN melhorou a digestão, melhorando conseqüentemente a taxa de passagem e o consumo voluntário. Entre os suplementos com fontes de enxofre elementar (E70 e E98), destaca-se E70, com média de 44,69% contra 34,17% (E98) de digestibilidade aparente total da PB.

Resultados semelhantes aos encontrados neste experimento foram encontrados por Santos (2004), que justificou a digestibilidade negativa da PB (-24%) no tratamento controle em pastagem tropical ao balanço negativo desse nutriente, fator esse que afetou negativamente o consumo de MS e FDN do mesmo.

O consumo de FDN, independente da unidade utilizada para expressá-lo, foi significativamente inferior ($P < 0,0001$) quando os animais receberam apenas feno (FSS). Enquanto os animais que receberam FSS apresentaram consumos de 1,09 %PV e 49,89 g/Kg^{0,75}, quando consumindo os suplementos os mesmos apresentaram consumos médios de 1,54%PV e 70,65 g/kg^{0,75}, 41% superiores. Segundo Rezende (1994) o consumo máximo de FDN em bovinos de corte gira em torno de 1,26% PV. Lopes & Aroeira (1998) e Vidal et al. (2005), trabalharam com capim elefante registraram consumos na FDN de 1,30% e 0,92% respectivamente, valores estes citados como responsáveis pelos baixos níveis de consumo, os teores de FDN da forragem.

Quando os animais receberam apenas feno na dieta (FSS) a digestibilidade aparente total da FDN foi muito inferior ($P < 0,0001$) do que quando receberam suplemento protéico. O baixo teor de proteína bruta do feno foi insuficiente para manter

níveis considerados mínimos de $N-NH_3$ no rúmen, prejudicando a ação dos microorganismos sobre a parede celular.

Os baixos teores protéicos e o excesso de FDN são considerados fatores limitantes das pastagens na época da seca, prejudicando o desempenho dos bovinos criados em pastagem. Bactérias celulolíticas necessitam de amônia por ser esta, sua principal fonte de nitrogênio já que tem baixa capacidade de utilizar nitrogênio dos aminoácidos (são incapazes de produzir amônia a partir de aminoácidos), além de esqueletos carbônicos (fornecido pelos carboidratos e proteína degradada no rúmen). Essa classe de bactérias é incapaz de promover a fermentação da fibra quando há queda na concentração de amônia do rúmen. A amônia é a matriz para a síntese de proteína microbiana que corresponde ao crescimento da massa de microorganismos que habitam o rúmen. Havendo energia prontamente disponível, as bactérias captam a amônia e sintetizam novos aminoácidos. Desses, são produzidos peptídeos de altíssima qualidade que serão absorvidos no intestino delgado. Isso demonstra a importância da suplementação nas dietas contendo volumoso de baixa qualidade

No contraste que comparou SSE contra os suplementos contendo enxofre (E70, E98, SCH, SCD e SFA) observou-se uma melhoria ($P<0,05$) na digestibilidade da parede celular em função da inclusão deste elemento no suplemento. SSE apresentou média de 39,55% na digestibilidade aparente total da FDN, enquanto as fontes suplementadas com enxofre variaram de 41,16 a 46,86%, com média de 44,02%. Quando o enxofre foi incluído na forma de sulfato de amônia (SFA) houve aumento ($P<0,05$) na digestibilidade da parede celular quando comparado a outras fontes (E70, E98, SCH e SCD), o que pode ser explicado por ser a fonte de maior biodisponibilidade entre as fontes de enxofre testadas. Quando consideramos apenas o sulfato de cálcio, a melhor fonte ($P<0,05$) com relação a digestibilidade da FDN foi o SCD. Rodrigues et al.

(1992), observou maior digestibilidade da celulose com tendência de aumento na digestibilidade da FDN e FDA, quando utilizou 0,1% de sulfato de cálcio na dieta baseada em cana-de-açúcar.

Na Tabela 4 encontram-se o consumo médio diário e a digestibilidade aparente total do EE, CT, FDA e o NDT das dietas expressos em quilograma por dia (Kg/dia), com seus respectivos coeficiente de variação (CV%) e as probabilidades para os contrastes ortogonais testados.

Em relação ao extrato etéreo foram observadas diferenças ($P < 0,05$) entre as dietas apenas quando comparamos os resultados dos animais não suplementados contra os suplementados, independente do suplemento, tanto para o consumo, quanto para a digestibilidade.

Para CT e FDA o consumo e a digestibilidade da dieta exclusiva de feno (FSS) mostrou média sempre abaixo das observadas com a suplementação, independente da adição ou não de enxofre. Analisando os dados do contraste que comparou a presença do enxofre nos suplementos observa-se que a inclusão deste elemento é indispensável, pois aumentou ($P < 0,05$) a digestibilidade de CT de 37,67% para 41,66%, um aumento de 10,6%. O mesmo fato pode ser constatado para a digestibilidade da FDA, pois a presença do enxofre aumentou ($P < 0,05$) a digestibilidade de 34,31% para 38,72%, um aumento de 12,9%. Entre as fontes de enxofre na forma de sulfato de cálcio, a que produziu melhor resultado em relação à digestibilidade de CT foi o SCD ($P < 0,05$).

Qi et al. (1992), avaliando os efeitos da suplementação com sulfato na digestibilidade dos nutrientes verificaram que as digestibilidade aparente da MS, da MO, do FDA e do EE foram aumentados linearmente pela adição de enxofre.

A suplementação melhorou ($P < 0,05$) o consumo de NDT em relação ao feno em 143,4%, elevando este valor de 1,47 kg/dia para 3,58 kg/dia.

Tabela 4 - Médias, coeficientes de variação (CV) e probabilidade dos contrastes ortogonais para a ingestão (ING) e digestibilidade aparente total (DIG) do EE, CT, FDA e o NDT da dieta

Table 4 - Averages, coefficients of variation (CV) and probability of the orthogonal contrasts for the ingestion (ING) and total apparent digestibility (DIG) of EE, TC, NDA, and TDN of the diets

	Tratamentos (Treatments)								Contrastes (Contrasts)					
	SSE	E70	E98	SCH	SCD	SFA	FSS	CV (%)	1	2	3	4	5	6
<i>Extrato Etéreo (Ether extract)</i>														
ING (INT)(Kg/dia)	0,065	0,065	0,071	0,069	0,066	0,065	0,042	22,27	0,0001	0,6905	0,6155	0,9415	0,3888	0,6110
DIG (DIG)(%)	33,396	40,638	27,738	34,446	34,030	30,449	19,183	41,27	0,0106	0,9905	0,4964	0,9919	0,0708	0,9525
<i>Carboidratos totais (Total carbohydrates)</i>														
ING (INT)(Kg/dia)	7,274	6,982	7,541	7,488	7,598	7,222	4,905	20,86	0,0002	0,8791	0,7720	0,6130	0,4779	0,8879
DIG (DIG)(%)	37,674	42,883	40,474	38,898	43,097	42,931	28,491	8,76	<0,0001	0,0081	0,2794	0,6031	0,1976	0,0281
<i>Fibra em Detergente Ácido (Acid detergent fiber)</i>														
ING (INT)(Kg/dia)	3,857	3,708	3,966	3,963	4,026	3,839	2,579	20,93	0,0002	0,8926	0,8150	0,5948	0,5378	0,8809
DIG (DIG)(%)	34,309	38,698	38,419	35,834	39,829	40,822	22,767	11,12	<0,0001	0,0111	0,1271	0,6318	0,8965	0,0686
<i>Nutrientes digestíveis totais (Total digestible nutrients)</i>														
NDT (TDN)(Kg/dia)	3,015	3,306	3,283	3,159	3,581	3,408	1,471	25,57	<0,0001	0,3058	0,8172	0,7977	0,9567	0,3135

SSE (SWS)=Suplementação sem enxofre (*Supplement Without Sulphur*); E70 (S70)= Suplemento com enxofre 70S (*Supplement with 70S*); E98S (S98)=Suplementação com enxofre 98S (*Supplement with 98S*); SCH= Suplementação com sulfato de cálcio hemi-hidratado (*Supplement with Calcium sulfate hemi-hydrated*); SCD= Suplementação com sulfato de cálcio di-hidratado (*Supplement with Calcium sulfate di-hydrated*); FSA= Suplementação com sulfato de amônia (*Supplement with Ammonium*); FSS (HWS)= Feno sem suplementação (*Hay without supplement*)

Contrastes: 1= FSS x SSE, E70, E98, SCH, SCD, SFA; 2= SSE x E70, E98, SCH, SCD, SFA; 3= SFA x E70, E98, SCH, SCD; 4= E70, E98 x SCH, SCD; 5=E70 x E98; 6= SCH x SCD
 Contrasts: 1= HWS x SWS, S70, S98, CSH, CSD, AS; 2= SWS x S70, S98, CSH, CSD, AS; 3= AS x S70, S98, CSH, CSD; 4= S70, S98 x CSH, CSD; 5=S70 x S98; 6= CSH x CSD

Conclusões

As suplementações propiciaram um aumento nas taxas de ingestão voluntária e digestibilidade de todos os nutrientes do feno de baixa qualidade. Entretanto, a presença de diferentes fontes de enxofre melhorou significativamente a digestibilidade da MS, MO, FDN, CT, e FDA.

Literatura Citada

- AROEIRA, L.J.M. Estimativas de consumo de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE DIGESTIBILIDADE, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: FAEPE, 1997. p.127-163.
- COCHRAN, R.C., ADAMS, D.C., WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.
- DelCURTO, T., COCHRAN, R.C., CORAH, L.R. et al.. Supplementation of dormant Tallgrass-Prarie forage: II. Performance and forage utilization characteristics in grazing beef cattle receiving supplements of different protein concentrations. *J. Anim. Sci.*, 68(2):532-542. 1990
- EGAN, J.K.; DOYLE, P.T. Effect of intraruminal infusion of urea on the response in voluntary feed intake by sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, Victoria, v.36, n.3, p.483-495,1985.
- GOMES, B. V. et al. Estudo das características físicoquímicas de feno e palha e efeitos sobre ingestão, digestibilidade aparente e taxa de passagem da matéria seca, ph e concentração de amônia ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 352-365, 1994.
- L'ESTRANGE, J. L., P. K. UPTON, and D.M. McALEESE. Studies on high intake of various sulphate salts and sulphuric acid in sheep. 1. Effects on voluntary feed intake digestibility and acid base balance. **Irish J. Agric. Res.** 8: 133, 1972.
- LOPES, F. C. F.; AROEIRA, L. J. M. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em vacas Holandês X Zebu alimentadas com capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) picado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 50, n. 5, p. 593-599, 1998.
- MINSON, D.J. *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press, USA. 483p. 1990
- MOORE, J.E.; KUNKLE, W.E.; ROCHINOTTI, D. et al. Associative effects: are they real (?) and accounting for them in ration formulation. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1997, Ithaca, N.Y. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1997. p.1-10.
- PERUCHENA, C. O. Suplementación de bovinos para carne sobre pasturas tropicales, aspectos nutricionales, productivos y economicos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Palestras...** São Paulo: SBZ/Gnosis, [1999] 17par. CD-ROM.

- PRESTON, T. R.; LENG, R. A. Sulphur nutrition of ruminants. In: PRESTON, T. R.; LENG, R. A. (Eds.). **Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics**. Armidale: Penambul Books, 1987. p. 46-47.
- QI, K., LU, C. D. , OWENS, F. N. et al., Sulphate supplementation of Angora goats: metabolic and mohair responses. **Journal of Animal Science** 70, 2828-2837, 1992.
- RESENDE, F. D. de; Efeito do nível de fibra em detergente neutro da ração sobre a ingestão alimentar de bovídeos de diferentes grupos raciais, em regime de confinamento. Viçosa, MG: UFV, 1994. 60p. Dissertação (Mestre em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- RODRIGUES, A. de A., CRUZ, G. M. do, ESTEVES, S. N.; **Utilização de enxofre na dieta de bovinos: EMBRAPA-CNPSE, 1998. 27p. (EMBRAPA-CNPSE. Circular Técnica, 13).**
- RODRIGUES, A. de A., VIEIRA, P. F. , TORRES, R. A. et al., Efeito da uréia e sulfato de cálcio na digestibilidade da cana-de-açúcar por ruminantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, p. 1421-1427, 1992.
- SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. *et al.*. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em tourinhos Limousin-Nelore, suplementados durante a seca em pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 33, n. 3, 2004
- SAS INSTITUTE. SAS/STAT[®]. **User's guide: statistics, versão 8.1**. 4. ed., v.2, Cary: SAS Institute, 2000.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd. Ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B.A. Symposium: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science** , 74: 3583, 1991.
- VIDAL, J.M. et al. Efeito de diferentes doses de enxofre no consumo voluntário e nas populações de protozoários do rúmen de novilhas mestiças alimentadas com capim-elefante de baixa qualidade. **Ciênc. agrotec.**, Fev 2007, vol.31, no.1, p.218-222. ISSN 1413-7054
- VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa, MG: UFV, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.

CAPÍTULO II – SUPLEMENTOS PROTÉICOS COM E SEM FONTES DE ENXOFRE SOBRE OS PARÂMETROS RUMINAIS E PLASMÁTICOS, DE NOVILHOS ALIMENTADOS COM FENO DE BAIXA QUALIDADE

Resumo: A presente pesquisa foi conduzida com os objetivos de avaliar o efeito de diferentes fontes de enxofre, em dietas para bovinos, sobre os parâmetros ruminais e parâmetros plasmáticos. Foram utilizados sete bovinos, machos, castrados, da raça Holandesa Preto e Branco com $442 \text{ kg} \pm 59 \text{ kg}$ de peso vivo, e implantados com cânula ruminal. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 7×7 , e os tratamentos consistiram na utilização ou não de suplementos com adição ou não de diferentes fontes de enxofre: feno + suplemento sem enxofre (SSE), feno + enxofre 70S (E70), feno + enxofre 98S (E98), feno + sulfato de cálcio hemi-hidratado (SCH), feno + sulfato de cálcio di-hidratado (SCD), feno + sulfato de amônia (SFA) e feno sem suplemento (FSS). O pH e as concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) do rúmen foram influenciados pelo uso do suplemento. Fontes de enxofre elementar apresentaram efeito cúbico sobre o pH quando se considera o tempo após a alimentação, enquanto as fontes de sulfato de cálcio apresentaram efeito quadrático. O SSE, as fontes de enxofre elementar e as fontes de sulfato de cálcio, apresentaram efeito cúbico sobre as concentrações de N-NH_3 no rúmen. Desconsiderando o tempo após alimentação, os suplementos tiveram efeito sobre as concentrações de nitrogênio uréico plasmático (NUP) e fósforo plasmático (P), mas não influenciaram as concentrações de Ca plasmáticos.

Palavras chave: enxofre elementar, nitrogênio uréico plasmático, sulfato de amônia, sulfato de cálcio, nitrogênio amoniacal

PROTEIC SUPPLEMENTS WITH AND WITHOUT SULFUR SOURCES ON RUMINAL AND PLASMATIC PARAMETERS OS STEERS FED WITH LOW QUALITY HAY

Abstract: This experiment was conducted to study the effect of different sulfur sources, in cattle diets, on the rumen and blood metabolites. Seven Holstein steers, weighing $442 \text{ kg} \pm 59 \text{ kg}$ of live weight, implanted with ruminal cannula, were used. The experimental design was a Latin square 7×7 , and treatments consisted of the supplements use or no with addition or no of different sulfur sources: hay + supplement without sulfur (SWS), hay + sulfur 70S (S70), hay + sulfur 98S (S98), hay + calcium sulfate hemi-hydrated (CSH), hay + calcium sulfate di-hydrated (CSD), hay + ammonium sulfate (SFA) and hay without supplement (HWS). The pH and N-NH_3 ruminal concentrations were influenced by supplementation. Elementary sulfur sources showed a cubical effect on pH through time after feeding, while calcium sulfate sources influenced in a quadratic way. SSE, elementary sulfur and calcium sulfate sources showed a cubical effect on N-NH_3 ruminal concentrations. No considering sampling time post-feeding, supplementation affected PUN and P blood concentrations, but they did not influence Ca blood concentrations.

Key words: elementary sulfur, plasma urea nitrogen, ammonia sulfate, calcium sulfate, ammoniac nitrogen

Introdução

A qualidade e a disponibilidade das forrageiras nas pastagens são influenciadas por fatores como espécie e cultivar a que pertencem, pelas propriedades químicas e físicas do solo em que estão sendo cultivadas, condições climáticas, idade fisiológica e o manejo ao qual é submetida. Além disso, as propriedades físicas da própria fibra podem afetar a utilização da dieta e o desempenho dos animais, principalmente em razão do efeito sobre o consumo e sobre alterações na fermentação ruminal.

Como afirmado por Reis et al (2006), o objetivo primordial da exploração de plantas forrageiras sob pastejo, sem dúvida é maximizar a taxa de digestão da fração fibrosa e a síntese de proteína microbiana através da utilização de amônia produzida no rúmen.

Muitos minerais essenciais para o animal, também o são para os microorganismos, pois são fundamentais para manter normal a atividade metabólica (Coelho da Silva & Leão, 1979). A necessidade de enxofre para ruminantes, primeiramente, deve-se ao suprimento de substratos necessários para a máxima eficiência e síntese microbiana, objetivando assegurar uma adequada digestibilidade da fibra e aporte de nutrientes para a absorção (NRC 2001).

Segundo o NRC (1996), a exigência de enxofre para bovinos de corte é de 0,15% da matéria seca (MS) total ingerida diariamente e, níveis acima de 0,4% de S na MS são tóxicos. Percebe-se que a amplitude entre a exigência e a toxicidade é estreita, sendo, portanto, necessária atenção no balanceamento das dietas.

Uma situação, onde a flora bacteriana pode sentir a deficiência de enxofre, é em situações de fornecimento de dietas contendo elevados níveis de proteína não degradada no rúmen ou aminoácidos protegidos para suportar elevados índices de produtividade. Nesse caso pode faltar enxofre para o crescimento microbiano e degradação da fibra alimentar.

Segundo Emery et al. (1957) existe distinção entre as populações microbianas do rúmen, quanto à utilização do enxofre nas suas variadas formas. Bryant (1973) reportou que bactérias predominantemente celulolíticas como *Fibrobacter succinogenes*, podem utilizar sulfeto e cisteína, mas não sulfato e que bactérias do gênero *Ruminococcus* preferem sulfetos e sulfatos.

Ressaltando, como anteriormente citado, as populações microbianas do rúmen, utilizam o enxofre em distintas formas. Assim, o fornecimento de uma dieta contendo o enxofre em diferentes formas químicas poderia otimizar a fermentação ruminal e conseqüentemente o desempenho animal.

O presente experimento foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do fornecimento ou não de suplementos protéicos adicionados ou não de diferentes fontes de enxofre, em dietas à base de feno de baixa qualidade sobre os parâmetros ruminais e parâmetros sanguíneos.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi, pertencente à Universidade Estadual de Maringá, localizada no distrito de Iguatemi, no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (DZO) e também no Laboratório de Análises Clínicas da Universidade Estadual de Maringá, no período de maio a novembro de 2006.

Foram utilizados sete bovinos machos, da raça Holandesa Preto e Branco, castrados, pesando em média $442 \text{ kg} \pm 59 \text{ kg}$ de peso vivo (PV). Os animais foram alojados em baias individuais e cobertos com $8,75 \text{ m}^2$ de área útil, dotadas de dois comedouros individuais (adaptados em polietileno para fornecimento de feno e suplemento separadamente) e bebedouros automáticos.

As baias eram limpas todos os dias e lavadas uma vez por semana, e os bebedouros lavados diariamente, assegurando assim, o fornecimento de água de boa qualidade. As cânulas ruminais eram verificadas e limpas diariamente para garantir a higiene dos animais. Os animais foram vacinados e vermifugados antes do início do período experimental.

Os animais foram distribuídos em sete dietas experimentais à base de feno de braquiária (*Brachiaria humidicola* cv. Lanero) suplementados ou não com diferentes

fontes de enxofre, em delineamento experimental em quadrado latino 7 x 7. Os tratamentos foram:

Feno + Suplemento sem Enxofre (SSE);

Feno + Suplemento com Enxofre elementar 70S (E70);

Feno + Suplemento com Enxofre elementar 98S (E98);

Feno + Suplemento com Sulfato de cálcio hemi-hidratado(Gesso) (SCH);

Feno + Suplemento com Sulfato de cálcio di-hidratado (Gesso) (SCD);

Feno + Suplemento com Sulfato de amônia (SFA);

Feno sem Suplemento (FSS).

Os períodos experimentais tiveram a duração de 21 dias, com as coletas de sangue e fluido ruminal sendo realizadas no 20^o e 21^o dias. Os animais foram pesados no início e no final de cada período experimental, sendo o peso vivo inicial de cada período experimental o peso utilizado como base para o cálculo da quantidade de suplemento a ser fornecido (0,1% do PV).

O feno submetido a desintegração com triturador comercial de facas, foi fornecido à vontade, três vezes ao dia, às 8h30min, 11h00min e 16h30min; e o suplemento uma vez ao dia, antes do fornecimento do primeiro trato do dia. A quantidade de feno fornecido foi calculada e ajustada diariamente de modo a permitir aproximadamente 10% de sobras no cocho. As sobras foram recolhidas e pesadas todos os dias, antes do fornecimento do primeiro trato, para determinação do consumo diário.

Os alimentos utilizados na composição das dietas experimentais foram: feno de braquiária (*Brachiaria humidicola* cv. Lanero), farelo de soja, farelo de trigo, milho, uréia, sal comum, carbonato de cálcio, óxido de magnésio, fosfato bicálcico, sulfato de zinco, sulfato de manganês, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio e

selenito de sódio, e as fontes de enxofre pesquisadas (Enxofre Elementar 70S e 98S, Sulfato de cálcio Hemi-hidratado e Di-hidratado, além do Sulfato de amônia). A composição percentual dos suplementos é apresentada na Tabela 5 e a composição química das dietas na Tabela 6

No 20º dia de cada período experimental foram realizadas coletas de amostras heparinizadas de sangue da veia jugular em tubos vacutainer e posteriormente foram obtidas amostras de plasma em centrifuga refrigerada (4º C) a 2500x g por 15 minutos. O plasma foi analisado para uréia, cálcio e fósforo (Little et al., 1971).

Durante o 21º dia, foram coletadas, via cânula ruminal, com o uso de bomba de vácuo, amostras de fluido ruminal (aproximadamente 100mL) para determinação do pH e concentração de N amoniacal. A primeira coleta era iniciada imediatamente antes do fornecimento da primeira refeição do dia, e as próximas eram repetidas a cada 2 horas, durante um período de 8 horas, compreendendo cinco coletas por animal/período.

Após cada coleta de líquido ruminal, o pH era medido imediatamente com auxílio de um peagâmetro digital (Digimed DM20) e, posteriormente 50 mL de líquido ruminal eram acidificados com 1 mL de H₂SO₄ (1:1) e armazenado a -20º C, para posterior análise de N amoniacal. O fluido ruminal foi descongelado em temperatura ambiente e posteriormente centrifugado a 3000 x g por 15 minutos. A concentração de N amoniacal das amostras de líquido ruminal foi determinada pela técnica de Fenner (1965) modificada por Vieira (1980).

Tabela 5 - Composição percentual dos suplementos experimentais

Table 6 - Percentual composition of the experimental supplements

INGREDIENTES (Ingredients)	SUPLEMENTOS (Supplements)					
	SSE (SWS)(%)	E70 (S70)(%)	E98 (S98) (%)	SCH (CSH) (%)	SCD (CSD) (%)	SFA (AS) (%)
Farelo de soja (Soybean meal)	52,761	51,147	50,930	51,103	51,383	24,065
Farelo de trigo (Wheat bran)	0,000	14,176	14,900	14,323	13,390	33,898
Uréia Pecuária (Urea)	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Milho (Corn)	14,661	0,000	0,000	0,000	0,000	2,036
Sal comum (Salt)	5,128	5,128	5,128	5,128	5,128	5,128
Carbonato de cálcio (Calcium carbonate)	7,480	7,760	8,033	0,435	0,142	8,918
Fosfato bicálcico (Dicalcium phosphate)	2,162	1,258	1,212	1,249	1,308	0,000
Óxido de magnésio (Magnesium oxide)	2,433	2,438	2,437	2,438	2,439	2,543
Premix Mineral* (Mineral mix)	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375
Enxofre 70S (Sulfur 70S)	0,000	2,718	0,000	0,000	0,000	0,000
Enxofre 98S (Sulfur 98S)	0,000	0,000	1,985	0,000	0,000	0,000
Sulfato de Cálcio hemi-hidratado (Calcium sulfate hemi-hydrated)	0,000	0,000	0,000	9,949	0,000	0,000
Sulfato de Cálcio di-hidratado (Calcium sulfate di-hydrated)	0,000	0,000	0,000	0,000	10,835	0,000
Sulfato de amônia (Ammonium sulfate)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	8,037

SSE=Suplementação sem enxofre; E70= Suplementação com enxofre 70S; E98S=Suplementação com enxofre 98S; SCH= Suplementação com sulfato de cálcio hemi-hidratado; SCD= Suplementação com sulfato de cálcio di-hidratado; SFA= Suplementação com sulfato de amônia.

SWS = Supplement Without Sulphur; S70=Supplement with 70S; S98=Supplement with 98S; CSH= Supplement with Calcium sulfate hemi-hydrated; CSD= Supplement with Calcium sulfate di-hydrated; AS= Supplement with Ammonium sulfate

* Composição do Premix Mineral (Composition of Mineral Mix: 135000 mg/kg de Zn; 106667 mg/kg de Mn; 53333 mg/kg de Cu; 4000 mg/kg de Co; 4000 mg/kg de I; 1333 mg/kg de Se.

Tabela 6 - Composição química do feno e dos suplementos (%MS)

Table 7 - Chemical composition of the hay and supplements (%MS)

	FENO	TRATAMENTOS (<i>Treatments</i>)					
	(Hay)	SSE	E70	E98	SCH	SCD	SFA
MS (<i>DM</i>) %	95,01	84,92	83,81	86,40	86,80	86,26	87,17
MO (<i>OM</i>) %	93,02	80,45	80,70	80,55	74,99	80,93	82,88
FDN (<i>NDF</i>) %	82,57	20,79	17,80	15,97	20,87	23,20	23,00
FDA (<i>ADF</i>) %	46,98	6,99	8,11	8,12	8,41	8,21	7,62
EE (<i>EE</i>) %	0,73	1,80	2,37	2,55	1,90	1,64	1,61
PB (<i>CP</i>) %	3,59	76,47	79,38	64,52	65,64	75,49	76,17
S (<i>S</i>) %		0,19	1,98	2,62	2,68	1,89	2,83

SSE= Suplementação sem enxofre; E70= Suplementação com enxofre 70S; E98=Suplementação com enxofre 98S; SCH= Suplementação com sulfato de cálcio hemi-hidratado; SCD= Suplementação com sulfato de cálcio di-hidratado; FSA= Suplementação com sulfato de amônia.

SWS = Supplement Without Sulphur; S70=Supplement with 70S; S98=Supplement with 98S; CSH= Supplement with Calcium sulfate hemi-hydrated; CSD= Supplement with Calcium sulfate di-hydrated; AS= Supplement with Ammonium sulfate

O experimento foi conduzido em delineamento experimental quadrado latino 7 x 7. Os dados foram interpretados por uma análise de variância e uma análise de regressão adotando-se $P < 0,05$ (5%) de probabilidade.

O modelo matemático utilizado para a análise de variância foi:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + T_k + e_{ijk}$$

onde:

μ = média dos tratamentos;

A_i = efeito do animal i , variando de 1 a 7;

P_j = efeito do período j , variando de 1 a 7;

T_k = efeito do tratamento k , variando de 1 a 7;

e_{ijk} = erro aleatório.

As comparações entre o uso ou não de suplementos protéicos e a inclusão de fontes de enxofre aos mesmos, foram conduzidas pela decomposição da soma de

quadrados em contrastes ortogonais, relativos aos efeitos lineares, quadráticos e cúbicos, com subsequente ajustamento de equações de regressão linear. Os efeitos de tratamentos foram comparados utilizando-se o sistema PROC GLM do SAS (2000) com os seguintes contrastes ortogonais:

$$\hat{Y}_1 = 6\mu_{FSS} - (1\mu_{SSE} + 1\mu_{E70} + 1\mu_{E98} + 1\mu_{SCH} + 1\mu_{SCD} + 1\mu_{SFA});$$

$$\hat{Y}_2 = 5\mu_{SSE} - (1\mu_{E70} + 1\mu_{E98} + 1\mu_{SCH} + 1\mu_{SCD} + 1\mu_{SFA});$$

$$\hat{Y}_3 = 4\mu_{SFA} - (1\mu_{E70} + 1\mu_{E98} + 1\mu_{SCH} + 1\mu_{SCD});$$

$$\hat{Y}_4 = (1\mu_{E70} + 1\mu_{E98}) - (1\mu_{SCH} + 1\mu_{SCD});$$

$$\hat{Y}_5 = (1\mu_{E70} - 1\mu_{E98});$$

$$\hat{Y}_6 = (1\mu_{SCH} - 1\mu_{SCD}).$$

onde:

μ = média dos tratamentos;

FSS = Feno sem suplemento;

SSE = Suplementação sem enxofre;

E70 = Suplementação com Enxofre 70S;

E98 = Suplementação com Enxofre 98S;

SCH = Suplementação com Sulfato de Cálcio Hemi-hidratado;

SCD = Suplementação com Sulfato de Cálcio Di-hidratado.

Resultados e Discussão

Na Tabela 7 são mostradas as equações, de regressão ajustadas de pH e concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), com os tempos de alimentação nos diferentes tratamentos.

O pH do rúmen variou em função do tempo após a alimentação para todas as dietas porém não houve diferença significativa entre as diferentes dietas quanto a este parâmetro. As equações de regressão obtidas para pH apresentaram coeficiente de determinação (r^2) bastante baixo, o que indica um comprometimento na validação das mesmas devido a uma grande variação nos dados.

O pH ruminal variou de 6,22 a 7,36 para todos os tratamentos, apresentando, portanto, seu menor valor ainda acima do valor considerado mínimo desejável (6,2), conforme Hoover (1986), Oskov (1988) e Van Soest (1994), ideal para promover a fermentação da fibra.

Diferentemente do que normalmente ocorre, houve elevação do pH após o fornecimento de alimento. Uma explicação para esta elevação do pH até duas horas depois da primeira alimentação é a alta inclusão da uréia nos suplementos, já que esta inclusão (nitrogênio não protéico) provoca picos de produção de amônia entre 1 à 2 horas após alimentação, ao contrário do fornecimento de proteína verdadeira que tem o pico de produção de amônia entre 3 e 5 horas após a alimentação. O alto poder

alcalinizante da uréia é explicado pela sua hidrólise no rúmen que produz carbonato de amônia

Tabela 7 - Equações de regressão ajustadas para pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) em função dos tempos de coleta com (P <0,05)

Table 8 - Equations of regression adjusted for pH and ammonium nitrogen (N-NH₃) in function of collection times with (P<0.05)

pH		r ²
Regressão (Regression)		
SSE (SWS)	Y=6,73555+0,10138X-0,01513X ²	0,3199
E70 (S70)	Y=6,73633+0,24236X-0,06957X ² +0,00488X ³	0,3473
E98 (S98)	Y=6,61235+0,2889X-0,08569X ² +0,00629X ³	0,2743
SCH (CSH)	Y=6,74935+0,08144X-0,01355X ²	0,3095
SCD (CSD)	Y=6,77547+0,05032X-0,00921X ²	0,2364
SFA (AS)	Y=6,77506+0,06022X-0,00908X ² ***	0,1282
FSS (HWS)	Y=6,88686	0,0000
N-NH ₃		r ²
Regressão (Regression)		
SSE (SWS)	Y=2,62427+16,6407X-4,44463X ² +0,29977X ³	0,8509
E70 (S70)	Y=2,54909+12,50761X-3,01541X ² +0,18522X ³	0,5660
E98 (S98)	Y=2,37414+16,11559X-4,24447X ² +0,28161X ³	0,7393
SCH (CSH)	Y=2,4222+12,5646X-3,26052X ² +0,21431X ³	0,5270
SCD (CSD)	Y=2,70842+14,31276X-3,87657X ² +0,26464X ³	0,7793
SFA (AS)	Y=4,04318+5,05469X-0,59979X ²	0,2642
FSS (HWS)	Y=1,80544	0,0000

SSE (SWS)=Suplementação sem enxofre (*Supplement Without Sulphur*); E70 (S70)= Suplemento com enxofre 70S (*Supplement with 70S*); E98S (S98)=Suplementação com enxofre 98S (*Supplement with 98S*); SCH= Suplementação com sulfato de cálcio hemi-hidratado (*Supplement with Calcium sulfate hemi-hydrated*); SCD= Suplementação com sulfato de cálcio di-hidratado (*Supplement with Calcium sulfate di-hydrated*); SFA= Suplementação com sulfato de amônia (*Supplement with Ammonium*); FSS (HWS)= Feno sem suplementação (*Hay without supplement*)

*** P<0,07

Outro fator que pode ter contribuído é a baixa qualidade da forragem fornecida. Devido ao alto teor de fibra da dieta, ocorreram elevadas taxas mastigatórias (tempo de mastigação total médio de 14,65 horas/dia como pode ser visto no Capítulo III) e como conseqüência uma elevada secreção salivar, favorecendo o tamponamento do rúmen, já que segundo Mertens (2001), essa correlação é positiva. Isso também pode ter ocorrido

pelo fato dos animais suplementados terem permanecido mais tempo no cocho alimentando-se de feno. A duração média de cada refeição durante o período de 24 horas analisado era de 54 minutos, no entanto, percebeu-se que no período da manhã (primeiro trato do dia), este tempo apresentava-se superior. Além disso, nem sempre os animais ingeriam todo suplemento antes da ingestão de feno, o que sugere um maior tamponamento do rúmen pela maior presença de uréia no rúmen sendo hidrolisada a carbonato de amônia.

Segundo Lima, 2003 a secreção de saliva é o mecanismo mais importante para remoção dos íons hidrogênio produzidos durante a fermentação ruminal dos alimentos, e a remoção destes íons é fundamental para manutenção do pH ruminal. A saliva, segundo o autor, contém íons bicarbonato e fosfato que ajudam na remoção de íons hidrogênio através da alcalinização e tamponamento.

Como pode ser visto na Tabela 7 e comprovado na Figura 1, há diferenças no comportamento das curvas diárias de pH ruminal.

O tratamento FSS obteve pH médio 6,89, próximo dos demais tratamentos (fator este que explica a falta de diferença significativa dos tratamentos no decorrer das horas). Esta média (6,89) foi mantida ao longo do período avaliado e é superior a média considerada por Beaver & Siddons (1986) para animais em pastagem, com o pH do rúmen variando de 6,0 a 6,5. Fontes de enxofre elementar apresentaram efeito cúbico ($P < 0,05$) em relação ao tempo após alimentação, enquanto fontes de sulfato de cálcio apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$), demonstrando uma queda menos acentuada no pH quando suplementado com fontes de sulfato de cálcio (em um mesmo período de tempo).

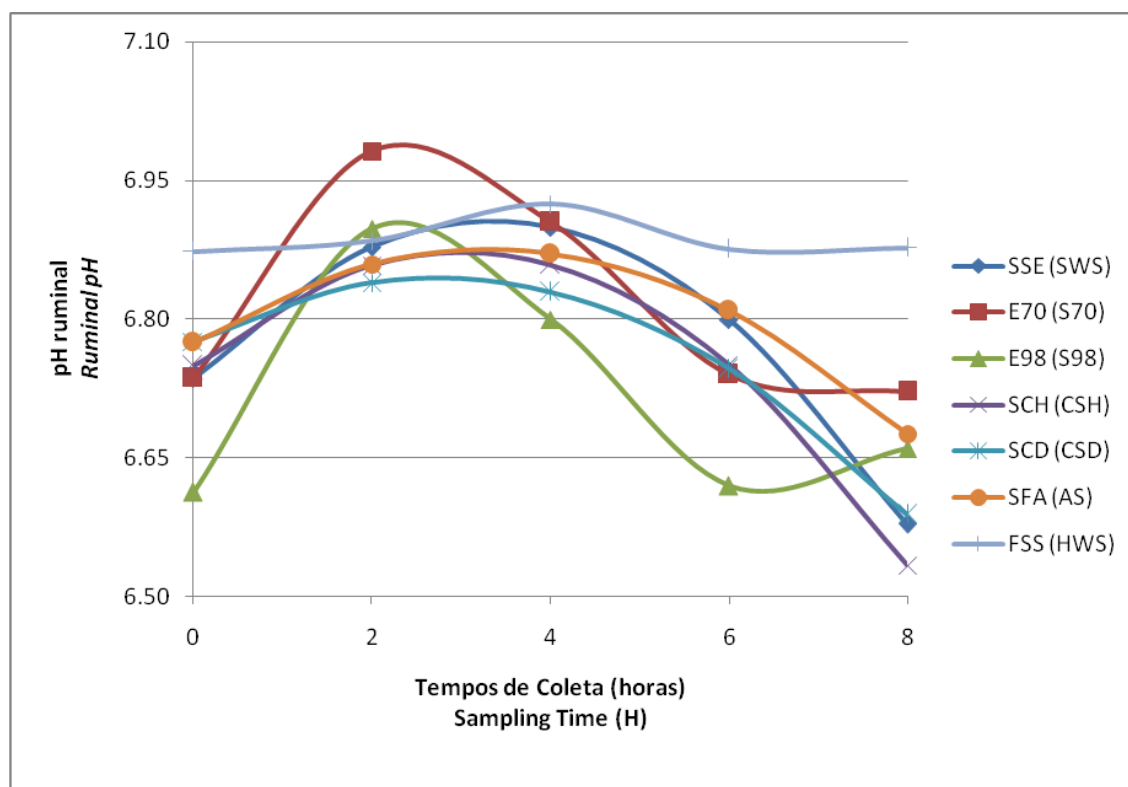


Figura 1 - Variação do pH ruminal durante o período de 8 horas após a primeira alimentação do dia.

Figure 1 - Variation of ruminal pH during the period of 8 hours after the first feeding of the day

Os valores de pH encontrados no presente estudo são muito próximos aos encontrados por Rodrigues et al (1992) que avaliaram o efeito da uréia e do sulfato de cálcio na digestibilidade da cana-de-açúcar (6,7 a 6,8). A Tabela 8 mostra os resultados para a análise dos contrastes ortogonais, desconsiderando os tempos de coleta. O que pode ser observado é que o uso dos suplementos reduziu ($P < 0,05$) o pH ruminal. Entretanto, não foram encontradas diferenças entre suplementos com ou sem enxofre.

Tabela 8 - Médias da concentração de N-NH₃ e pH ruminal em função dos tratamentos

Table 9 - Averages of the N-NH₃ ruminal concentration and pH in function of treatments

	TRATAMENTOS (<i>Treatments</i>)								CONTRASTES (<i>Contrasts</i>)					
	SSE	E70	E98	SCH	SCD	SFA	FSS	CV (%)	1	2	3	4	5	6
N-NH ₃	10,48	9,85	10,03	8,72	9,26	9,87	1,81	85,22	<0,0001	0,4898	0,7702	0,4445	0,9174	0,7549
pH	6,78	6,82	6,72	6,75	6,76	6,80	6,89	2,57	0,0003	0,7548	0,2554	0,6119	0,0191	0,8913

SSE (SWS)=Suplementação sem enxofre (*Supplement Without Sulphur*); E70 (S70)= Suplemento com enxofre 70S (*Supplement with 70S*); E98S (S98)=Suplementação com enxofre 98S (*Supplement with 98S*); SCH= Suplementação com sulfato de cálcio hemi-hidratado (*Supplement with Calcium sulfate hemi-hydrated*); SCD= Suplementação com sulfato de cálcio di-hidratado (*Supplement with Calcium sulfate di-hydrated*); SFA= Suplementação com sulfato de amônia (*Supplement with Ammonium*); FSS (HWS)= Feno sem suplementação (*Hay without supplement*)

Contrastes: 1= FSS x SSE, E70, E98, SCH, SCD, SFA; 2= SSE x E70, E98, SCH, SCD, SFA; 3= SFA x E70, E98, SCH, SCD; 4= E70, E98 x SCH, SCD; 5=E70 x E98; 6= SCH x SCD

Contrasts: 1= HWS x SWS, S70, S98, CSH, CSD, AS; 2= SWS x S70, S98, CSH, CSD, AS; 3= AS x S70, S98, CSH, CSD; 4= S70, S98 x CSH, CSD; 5=S70 x S98; 6= CSH x CSD

Zinn et al. (1997) trabalharam com três níveis de S dietético (0,15; 0,20 e 0,25%) para avaliar a influência de níveis de S na dieta para o desempenho animal e parâmetros ruminais, verificaram que o aumento do enxofre dietético não influenciou o pH ruminal e o ácido láctico. Entre as fontes elementares de enxofre testadas neste experimento, percebe-se uma diferença significativa ($P < 0,005$) do pH ruminal ao utilizar E70, que apresentou uma maior capacidade de manutenção de pH.

As concentrações de $N-NH_3$ sofreram influência dos suplementos avaliados ($P < 0,05$) em função do tempo após a alimentação, e os valores variaram de 1,04 a 33,33 mg/100mL de fluido ruminal.

Segundo Sater & Slyter (1974), o nível mínimo de $N-NH_3$ para manter a fermentação adequada e ocorrer degradação da parede celular é de 5mg/100mL de fluido ruminal. Analisando as médias das concentrações de nitrogênio amoniacal ao longo do período após a alimentação, para cada suplemento (Figura 2), observa-se que todos apresentaram níveis de $N-NH_3$ inferiores a 5mg/100mL em determinados horários. Isso pode ser explicado, segundo Nolan (1993), pela concentração de amônia no rúmen variar em função da entrada e de sua taxa de remoção durante o decorrer das horas. Sua entrada pode estar ligada a fermentação de alimentos, proteína endógena, compostos nitrogenados solúveis (uréia endógena, ácidos nucleicos, ácido úrico e nitrato), além da excreção dos protozoários presentes no rúmen e de fragmentos de células lisadas. Já sua remoção pode ocorrer pela incorporação à matéria microbiana que deixa o rúmen, pela absorção através da parede ruminal ou juntamente com o fluido ruminal acompanhando a taxa de passagem pelos compartimentos do trato.

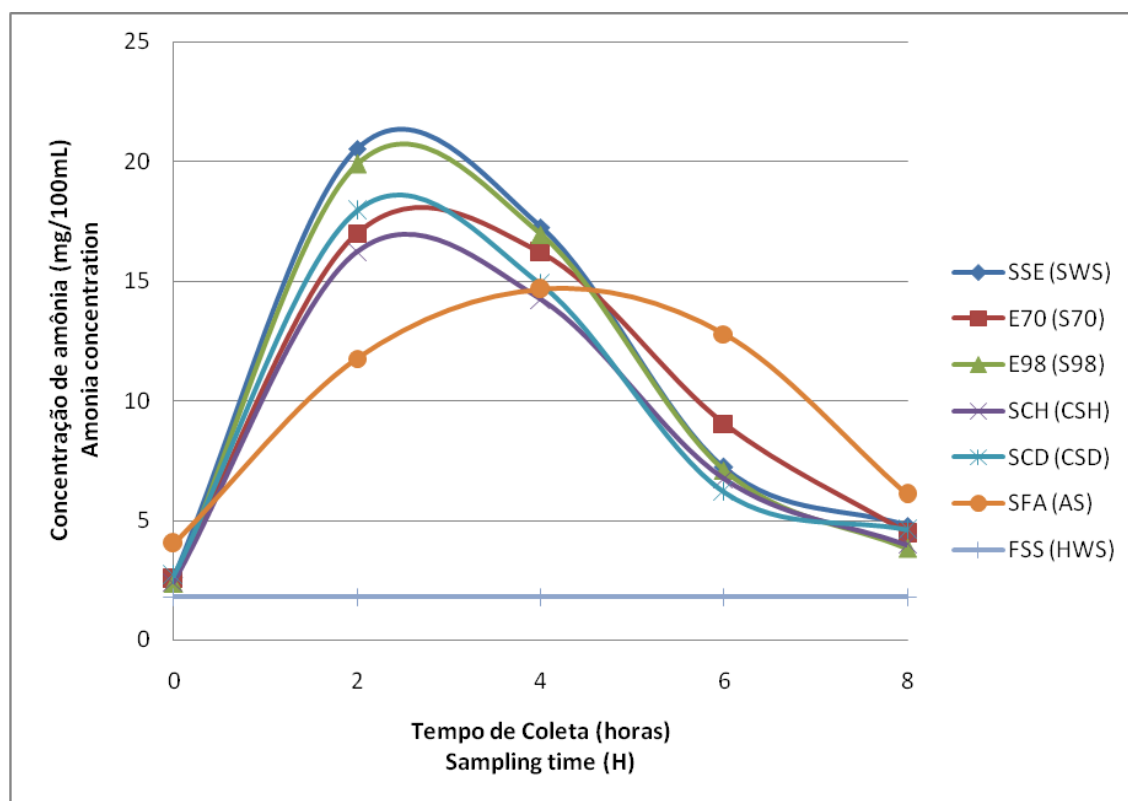


Figura 2 - Variação nas concentrações de N-NH₃ durante o período de 8 horas após a primeira alimentação

Figure 2 - Variation in the N-NH₃ concentrations during the period of 8 hours after the first feeding

É importante destacar que os animais que receberam apenas feno (FSS) apresentaram concentrações praticamente constantes de N-NH₃, e valores muito abaixo do recomendado. Sabe-se que a digestão das frações celulose e hemicelulose, são dependentes do acoplamento das bactérias à superfície do alimento e fortemente influenciadas pela disponibilidade de N-NH₃ no fluido ruminal (Badwin et al., 1994). Portanto, a baixa concentração de N-NH₃ no fluido ruminal dos animais não suplementados, em decorrência da baixa disponibilidade de compostos nitrogenados na dieta, conduziu a baixa digestão da fração fibrosa do feno utilizado (Capítulo I). Para Russel (1996), a queda na concentração de N-NH₃ ruminal vai depender da taxa de degradação das proteínas e de carboidratos no rúmen, uma vez que, em baixas taxas de degradação de carboidratos, a produção de amônia no rúmen é mínima. As fontes de

enxofre podem então influenciar a dinâmica da concentração ruminal de N-NH₃, por ter a capacidade de maximizar a digestão da fibra e da proteína, de forragens de baixa qualidade e conforme a biodisponibilidade da fonte utilizada, manter por mais tempo os níveis de N-NH₃ e o pH ruminal.

Mehrez et al. (1977) recomendam que a concentração de amônia deve ser de 24 mg/dL de líquido ruminal para o máximo desaparecimento de substrato, porém os mesmos autores propuseram não ser necessário manter de forma constante, altas concentrações de amônia no líquido ruminal. No entanto, se forem considerados estes valores ou os propostos por Leng (1990) de concentração de amônia ruminal de 20 mg/dL de líquido ruminal, como adequado para um máximo consumo voluntário em condições tropicais, pode-se concluir que a baixa qualidade do feno fornecido aos animais restringiu a síntese de proteína microbiana e a taxa de fermentação. Mesmo quando os animais receberam suplementação esta concentração foi mantida apenas entre 2 e 4 horas após a alimentação.

Analisando as concentrações de N-NH₃ no rúmen em função das dietas, independente dos horários de alimentação, constata-se que a suplementação produziu aumento altamente significativo ($P < 0,05$) (Tabela 8), já que as reservas de N-NH₃ no fluido ruminal são extremamente dinâmicas e dependentes da degradação de compostos nitrogenados protéicos e não protéicos e da reciclagem de uréia por intermédio da saliva do animal. A concentração ruminal de N-NH₃ dos animais que foram alimentados apenas com feno (FSS) foi limitante (1,81 mg/dL), e demonstrou que em condições de pastagem com teores de proteína bruta muito baixos, a possibilidade de ocorrer crescimento microbiano satisfatório é improvável.

Egan & Doyle (1985) afirmam que bovinos alimentando-se em pastagem com teor de PB inferior a 7% são incapazes de manter o nível mínimo de 8 mg/dL N-NH₃

necessário para manter o crescimento das bactérias celulolíticas, reduzindo assim a atividade digestiva e o consumo. É devido a isso que pequenas complementações de energia e nitrogênio prontamente solúveis podem aumentar a digestão da forragem de baixa qualidade e, em alguns casos, o seu consumo.

Analisando a Figura 2 e as equações de regressão ajustadas (Tabela 7), verifica-se que a concentração ruminal de N-NH₃ dos animais que receberam SSE, e daqueles que receberam enxofre elementar e sulfato de cálcio, apresentou resposta cúbica ($P < 0,05$) para os tempos de coleta. Já para SFA, a resposta foi quadrática ($P < 0,05$) dentro de um período de 8 horas após a alimentação. A alta biodisponibilidade do sulfato de amônia conseguiu manter o N-NH₃ no rúmen por mais tempo, por conseguir aumentar a digestão de carboidatos e proteína do feno no rúmen. O N-NH₃, manteve-se constante em SFA por até 6 horas após a alimentação, enquanto nos demais suplementos esse pico apresentou rápida queda.

Na Tabela 9, são apresentados os valores médios das concentrações de N-uréico plasmático (NUP), cálcio e fósforo plasmáticos, coeficiente de variação (CV%) e as probabilidades para os contrastes ortogonais testados.

Houve efeito ($P < 0,0001$) dos tratamentos nos níveis de NUP. A dieta sem suplementação protéica (FSS) apresentou média de 6,14 mg de NUP/dL, inferior ($P < 0,05$) às demais dietas, e considerada baixa por Swenson & Reece (1996), que consideram a faixa entre 10 e 30 mg/dL aquelas normais para bovinos. A média registrada de NUP para animais suplementados foi de 12,07 mg/dL (97% maior que para os animais que não receberam suplementação), considerado normal segundo o autor citado anteriormente. No entanto, estes valores são inferiores aos valores de uréia plasmática encontrados por Rodrigues (1992), ao testar a adição de sulfato de cálcio e uréia na digestibilidade da cana-de-açúcar, que foram de 64,3 e 62,1 mg de uréia/100mL

(correspondente a 29,7 a 28,6 mg de NUP/100mL) nos tratamentos incluindo 0,1 e 0,2% de sulfato de cálcio, respectivamente.

A concentração plasmática de cálcio não foi afetada pelos tratamentos, mas foram baixas, fato que pode estar demonstrando uma baixa taxa de absorção de cálcio nas condições do presente experimento.

As concentrações plasmáticas de P foram superiores na dieta FSS, no entanto, não houve diferença significativa ($P>0.05$) entre os tratamentos experimentais testados. É importante salientar que todas as dietas experimentais apresentaram eficiência na manutenção do fósforo plasmático, já que segundo Thompson Junior (1978), valores entre 4 e 9 mg/dL podem ser considerados normais.

O comportamento das concentrações de NUP, Ca e P plasmáticos em mg/dL para os tratamentos testados pode ser vista na Figura 3.

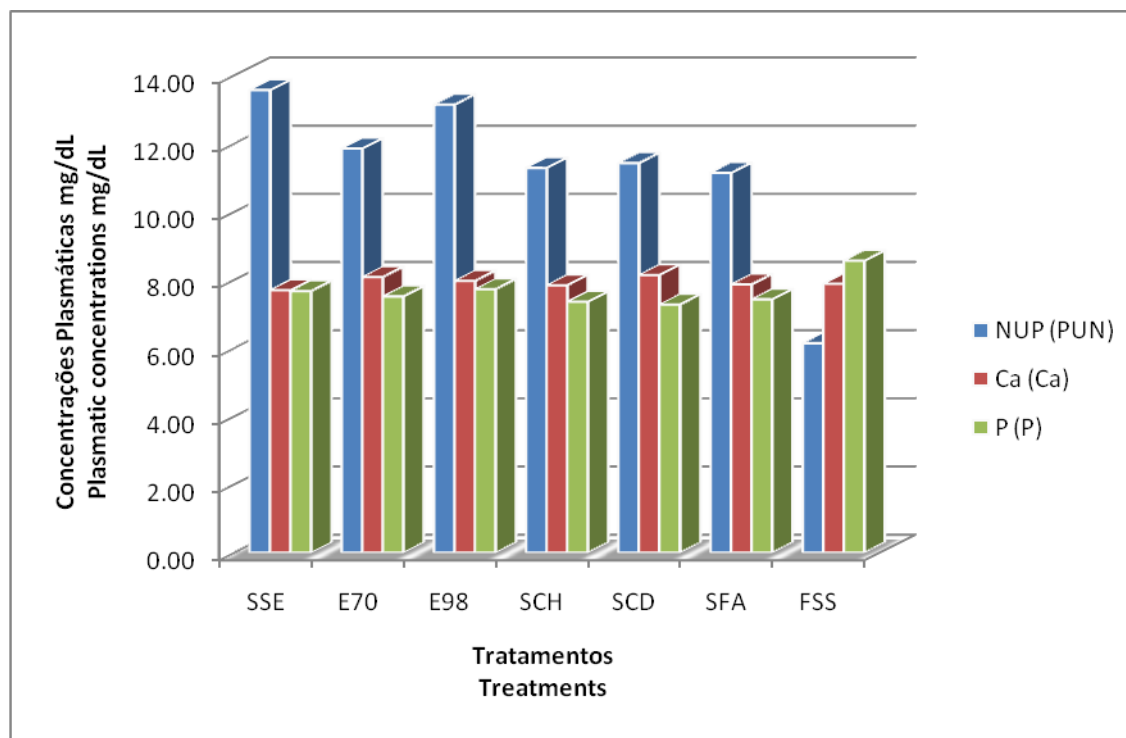


Figura 3 - Variações nas concentrações de NUP, Ca e P para os tratamentos testados.
 Figure 3 - Variations in the PUN concentrations, Ca and P for the evaluated treatments

Tabela 9 - Concentrações de N-uréico plasmático (mg/dL), cálcio e fósforo plasmáticos (mg/dL), coeficientes de variação (CV%) e contrastes ortogonais entre os tratamentos testados

Table 10 - Plasmatic concentrations of N-urea (mg/dL), calcium and phosphorus (mg/dL), coefficients of variation (CV%) and orthogonal contrasts between the evaluated treatments

	TRATAMENTOS (Treatments)								CONTRASTES (Contrasts)					
	SSE	E70	E98	SCH	SCD	SFA	FSS	CV (%)	1	2	3	4	5	6
NUP (<i>PUN</i>) (mg/dL)	13,57	11,86	13,14	11,29	11,43	11,14	6,14	21,04	<0,0001	0,0727	0,4356	0,2075	0,3143	0,9104
Ca (<i>Ca</i>) (mg/dL)	7,70	8,09	7,97	7,84	8,14	7,87	7,89	7,04	0,8275	0,2287	0,5583	0,8664	0,7038	0,3211
P (<i>P</i>) (mg/dL)	7,67	7,52	7,72	7,36	7,28	7,43	8,56	11,65	0,0058	0,5712	0,916	0,3723	0,6619	0,8605

SSE (*SWS*)=Suplementação sem enxofre (*Supplement Without Sulphur*); E70 (*S70*)= Suplemento com enxofre 70S (*Supplement with 70S*); E98S (*S98*)=Suplementação com enxofre 98S (*Supplement with 98S*); SCH= Suplementação com sulfato de cálcio hemi-hidratado (*Supplement with Calcium sulfate hemi-hydrated*); SCD= Suplementação com sulfato de cálcio di-hidratado (*Supplement with Calcium sulfate di-hydrated*); SFA= Suplementação com sulfato de amônia (*Supplement with Ammonium*); FSS (*HWS*)= Feno sem suplementação (*Hay without supplement*)

Contrastes: 1= FSS x SSE, E70, E98, SCH, SCD, SFA; 2= SSE x E70, E98, SCH, SCD, SFA; 3= SFA x E70, E98, SCH, SCD; 4= E70, E98 x SCH, SCD; 5=E70 x E98; 6= SCH x SCD
 Contrasts: 1= *HWS x SWS, S70, S98, CSH, CSD, AS*; 2= *SWS x S70, S98, CSH, CSD, AS*; 3= *AS x S70, S98, CSH, CSD*; 4= *S70, S98 x CSH, CSD*; 5=*S70 x S98*; 6= *CSH x CSD*

Conclusões

O pH, as concentrações de N-NH₃ ruminal, NUP plasmático e P foram influenciados pelo uso do suplemento, apresentando comportamentos diferenciados conforme a fonte de enxofre utilizada. SFA foi a fonte de enxofre que conseguiu manter níveis de N-NH₃ por mais tempo elevados no rúmen (até seis horas após a alimentação). FSS demonstra que em condições de pastagens de baixa qualidade, com baixos teores de PB, concentrações de N-NH₃ abaixo do nível crítico são mantidas, e portanto, é improvável que ocorra crescimento microbiano adequado, reduzindo assim a digestibilidade e o consumo. Estes resultados demonstram a necessidade da suplementação com enxofre em dietas com forragens de baixa qualidade. No entanto, é importante salientar, que nestas condições, mesmo recebendo suplemento, as quantidades de N-NH₃ não se mantêm, perdurando por apenas de 2 a 4 horas após a alimentação.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (A.R.C). The nutrient requirement of ruminant livestock. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1988. 351p.
- BALDWIN, R. L.; CALVER, C. C.; ROBINSON, P. H.; JOHNSON, H. A. Modeling amino acid metabolism in ruminants. In: D'MELLO, J. P. F. **Amino acids in farm animal nutrition**. Wallingford: Cab International. 1. Ed. P. 281-306. 1994.
- BEEVER, D. E., SIDDON, R.C. Digestion and metabolism in the grazing ruminant. In MILLIGAN, L.P., GROVUM, W.L., DOBSON, A. (Eds.) Control of digestion and metabolism in ruminants Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall, 1986. P. 479-497.
- BRYANT, M.P. (1973). Nutritional requirements of the predominant rumen cellulolytic bacteria. *Federation Proceedings* **32**, 1809–1813.
- BULGIN, M.S., LINCOLN, S.D., MATHER, G., Elemental sulfur toxicosis in a flock of sheep. *J. American Vet. Med. Assoc.* 208: 1063-1065 1996.
- COELHO da SILVA, J.F., LEÃO, M. *Fundamentos da Nutrição dos Ruminantes*. Piracicaba, Ed. Livrocetes, 1979, 384p.
- EGAN, J.K.; DOYLE, P.T. Effect of intraruminal infusion of urea on the response in voluntary feed intake by sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, Victoria, v.36, n.3, p.483-495, 1985.
- EMERY, R. S., SMITH, C. K., HUFFMAN, C. F. Utilization of inorganic sulfate by rumen microorganisms. I. Incorporation of inorganic sulfate into amino acids. *App. Microbiol.* 5:360– 363. 1957
- FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal of Dairy Science.**, v.48, n.2, p.249-251, 1965.
- FISKE, C. H., SUBBAROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. **Journal of Biological Chemistry**, v.66, p.375, 1925.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.10, p.2755-2766, 1986.
- LENG, R.A. (1990). Factors affecting the utilisation of 'poor quality' forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutrition Research Reviews* **3**, 277– 303.

- LIMA, M. L. M.; Análise comparativa da efetividade da fibra em volumosos e subprodutos. Piracicaba - SP, 2003, 131p. ESALQ, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2003.
- LITTLE, D.A., ROBINSON, P. J., PLAYNE, M.J. et al. Factors affecting blood inorganic phosphorus in cattle. **Australian Veterinary Journal**, v.47, p.53, 1971.
- MEHREZ, A. Z.; ORSKOV, E. R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.
- MERTENS, D.R. Physically effective NDF and its use in formulation dairy rations In: SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Federal de Lavras, 2001. p.51-76.
- MINSON, D.J. *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press, USA. 483p. 1990
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, Nutrient Requirements of Beef Cattle 7 ed. Washington, D. C National Academy Press, p 60. 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington , D.C. National Academy of Sciences, 7 ed., 420 p., 2001.
- NOLAN, J. E.; RUSSELL, J. B. Protein and energy as an integrates system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to mivrobial systhesis and milk production. *Journal of Dairy Science*, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.
- ORSKOV, E.R. **Nutricion proteica de los ruminantes**. Zaragoza: Acribia, 1988. 178p.
- OWENS,F.N., ZINN,R. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH,D.C. (Ed.) *The ruminant animal: digestive physiology and nutrition*. Prentice Hall, New Jersey – USA, p. 227-249, 1988.
- QI, K., LU, C. D. , OWENS, F. N. et al., Sulphate supplementation of Angora goats: metabolic and mohair responses. *Journal of Animal Science* 70, 2828-2837, 1992.
- REIS, R. A., TEIXEIRA, I. M. A. T., SIQUEIRA G. R., R.; Impacto da qualidade da forragem na produção animal. In: 43 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, João Pessoa – PB, v. 35 2006, **Anais...** João Pessoa, 2006.
- RODRIGUES, A. de A., VIEIRA, P. F. , TORRES, R. A. et al., Efeito da uréia e sulfato de cálcio na digestibilidade da cana-de-açúcar por ruminantes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.27, p. 1421-1427, 1992.
- RUSSELL, J.B. **Bacteria. Mechanisms of ionophore action in ruminal bacteria**. Symposium Sponsored by: Elanco Animal Health. Scientific Update " On rumensin / Tylan/ Micotil for the professional feedlot consultant", AmarilloTX, august, p.E1-E19, 1996.
- RUSSELL, J.B.; WILSON, D.B. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? *Journal of Dairy Science* v. 79, p.1503-1509, 1996.
- SAS INSTITUTE. SAS/STAT[®]. **User's guide: statistics, versão 8.1**. 4. ed., v.2, Cary: SAS Institute, 2000.
- SATTER, L.D., SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v.32, n.2, p.199-208, 1974.
- SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1996. 856p.

- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd. Ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa, MG: UFV, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- ZINN, R.A., ALVAREZ, E., MENDEZ, M.et.al., Influence of dietary sulfur level on growth performance and digestive function in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 75: 1723-1728. 1997
- THOMPSON JUNIOR, W. R. Phosphorus in animal nutrition. In: **PHOSPHORUS for agriculture: a situation analysis**. Atlanta: Potash/Phosphate Institute, 1978. P. 126-158.

CAPÍTULO III – SUPLEMENTOS PROTÉICOS COM E SEM FONTES DE ENXOFRE SOBRE O COMPORTAMENTO INGESTIVO DE NOVILHOS ALIMENTADOS COM FENO DE BAIXA QUALIDADE

Resumo: O presente experimento foi realizado com o objetivo de estudar os efeitos da suplementação protéica e de diferentes fontes de enxofre adicionadas aos suplementos, em dietas para bovinos, sobre o comportamento ingestivo. Foram utilizados sete bovinos, machos, castrados, da raça Holandesa Preto e Branco com $442 \text{ kg} \pm 59 \text{ kg}$ de peso vivo e implantados com cânula ruminal. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 7×7 , e os tratamentos consistiram na utilização ou não de suplementos com adição ou não de diferentes fontes de enxofre: feno + suplemento sem enxofre (SSE), feno + enxofre 70S (E70), feno + enxofre 98S (E98), feno + sulfato de cálcio hemi-hidratado (SCH), feno + sulfato de cálcio di-hidratado (E98), feno + sulfato de amônia (SFA) e feno sem suplemento (FSS). As suplementações influenciaram de forma positiva as atividades de alimentação, mastigação e de ócio. Animais que não foram suplementados (FSS) apresentaram menor tempo total de alimentação, menor tempo total de mastigação e de ócio que animais que receberam suplemento. Fizeram refeições mais curtas e despenderam mais tempo para mastigações meréricas por bolo ruminal, apresentaram menor eficiência de alimentação (g MS/hora) e menor eficiência de ruminação (g de MS/hora e g de FDN/hora), reflexo de uma menor digestibilidade da MS e FDN e conseqüentemente menor consumo. SSE apresentou maior tempo total de ruminação que suplementos com diferentes fontes de enxofre. Suplementos contendo enxofre aumentaram a digestibilidade da MS e da FDN, e os animais precisaram de menor número de mastigações meréricas por dia e por bolo, no entanto não apresentaram diferenças nas taxas de eficiência de alimentação e ruminação.

Palavras chave: eficiência de alimentação, eficiência de ruminação, enxofre elementar, sulfato de amônia, sulfato de cálcio

PROTEIC SUPPLEMENTS WITH AND WITHOUT SULFUR SOURCES ON INTAKE BEHAVIOR OF STEERS FED WITH LOW QUALITY HAY

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of proteic supplementation and different sulfur sources added to supplements, for bovines, on the intake behavior. Seven Holstein steers, weighing $442 \text{ kg} \pm 59 \text{ kg}$ of live weight, and implanted with ruminal cannula were used. The statistical design was a Latin square 7×7 , and treatments consisted of the supplements use or no with addition or no of different sulfur sources: hay + supplement without sulfur (SWS), hay + sulfur 70S (S70), hay + sulfur 98S (S98), hay + calcium sulfate hemi-hydrated (CSH), hay + calcium sulfate di-hydrated (CSD), hay + ammonium sulfate (SFA) and hay without supplement (FSS). Supplementation affected in a positive way the feeding, chewing and resting activities. Steers without supplement (HWS) showed shorter total time of feeding, lower total time of chewing, and resting than steers with supplements. They had shorter meals and spent more time for rumination chewing per ruminal bolus, had lower efficiency of feeding (g DM/hour) and lower rumination efficiency (g of DM/hour and g of NDF/hour) reflexion of a lower DM and NDF digestibility as well as of the lower intake. SWS showed higher total time of rumination than supplements with different sulfur sources. Supplements with sulfur, increased DM and NDF digestibility and animals needed lower number of rumination chews per day and per bolus, but they had not different to feeding efficiency and rumination.

Key words: efficiency of feeding, efficiency of rumination, elementary sulfur, ammonium sulfate, calcium sulfate

Introdução

Em muitos sistemas de produção em pastagem, nutrientes suplementares são necessários para a obtenção de níveis aceitáveis de desempenho.

As pastagens tropicais (principalmente na época da seca), dificilmente conseguem constituir uma dieta balanceada, levando os bovinos a carências que vão desde proteínas, energia, minerais e até mesmo vitaminas. Assim, a suplementação nutricional nesses sistemas torna-se fundamental para o bom desempenho animal e lucratividade do produtor. Segundo Thiago (1999), uma maior produtividade dos sistemas de produção de carne a pasto só será alcançada se houver ajuste entre a curva sazonal de oferta de nutrientes das pastagens e a crescente demanda de nutrientes pelo animal.

Pastagens cultivadas em solos deficientes em enxofre e pastagens em estágio avançado de maturidade, normalmente são deficientes nesse nutriente. Outra situação, onde a flora bacteriana pode sentir a deficiência de enxofre, é em situações de fornecimento de dietas contendo elevados níveis de proteína não degradada no rúmen ou aminoácidos protegidos para suportar elevados índices de produtividade. Nesse caso pode faltar enxofre para o crescimento microbiano e degradação da fibra alimentar.

De acordo com Rodrigues et al. (1998), as respostas à suplementação com enxofre em bovinos têm sido medidas e agrupadas em quatro classes: resposta em nível de

rúmen, em consumo de alimentos, em retenção (balanço de nutrientes) e em desempenho (produção de leite e ganho de peso).

Segundo Manzano (2007), a suplementação protéica ou energética pode alterar o comportamento ingestivo de animais em pastejo, no entanto esse fato tem sido muito pouco avaliado. Acredita-se na alteração no tempo de pastejo de animais suplementados, mas é necessária a avaliação do máximo de fatores ligados a suplementação para o completo entendimento do comportamento animal em pastejo.

Conforme citado por Olivo (2006), o conhecimento das atividades desenvolvidas e dos hábitos alimentares contribui para uma melhoria tanto no bem-estar quanto no desempenho animal.

Assim, o presente experimento foi realizado para estudar os efeitos do fornecimento ou não de suplementos protéicos, adicionados ou não de diferentes fontes de enxofre, em dietas à base de feno de baixa qualidade sobre o comportamento ingestivo de bovinos.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi, pertencente à Universidade Estadual de Maringá, localizada no distrito de Iguatemi, no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (DZO), no período de maio a novembro de 2006.

Foram utilizados sete bovinos machos, da raça Holandesa Preto e Branco, castrados, pesando em média $442 \text{ kg} \pm 59 \text{ kg}$ de peso vivo (PV). Os animais foram alojados em baias individuais e cobertas, com $8,75 \text{ m}^2$ de área útil, dotadas de dois comedouros individuais (adaptados em polietileno para fornecimento de feno e suplemento separadamente) e bebedouros automáticos.

As baias eram limpas todos os dias e lavadas uma vez por semana, e os bebedouros lavados diariamente, assegurando assim, o fornecimento de água de boa qualidade. As cânulas de rúmen eram verificadas e limpas diariamente para garantir a higiene dos animais. Os animais foram vacinados e vermifugados antes do início do período experimental.

Os animais foram distribuídos em sete dietas experimentais à base de feno de braquiária (*Brachiaria humidicola* cv. Lanero) suplementados ou não com diferentes fontes de enxofre, em delineamento experimental em quadrado latino 7×7 . Os tratamentos foram:

Feno + Suplemento sem Enxofre (SSE);

Feno + Suplemento com Enxofre elementar 70S (E70);

Feno + Suplemento com Enxofre elementar 98S (E98);

Feno + Suplemento com Sulfato de cálcio hemi-hidratado (Gesso) (SCH);

Feno + Suplemento com Sulfato de cálcio di-hidratado (Gesso) (SCD);

Feno + Suplemento com Sulfato de amônia (SFA).

Feno sem Suplemento (FSS)

Os períodos experimentais tiveram a duração de 21 dias, com cinco dias de coleta de amostras (fezes, sobras e alimentos) realizadas no período compreendido entre o 17^o e 21^o dias. Os animais foram pesados no início e no final de cada período experimental, sendo o peso vivo inicial de cada período experimental o peso utilizado como base para o cálculo da quantidade de suplemento a ser fornecido (0,1% do PV).

O feno submetido a desintegração com triturador comercial de facas, foi fornecido à vontade, três vezes ao dia, às 8h30min, 11h00min e 16h30min; e o suplemento uma vez ao dia, antes do fornecimento do primeiro trato do dia. A quantidade de feno fornecido foi calculada e ajustada diariamente de modo a permitir aproximadamente 10% de sobras no cocho. As sobras foram recolhidas e pesadas todos os dias, antes do fornecimento do primeiro trato, para determinação do consumo diário.

Os alimentos utilizados na composição das dietas experimentais foram: feno de braquiária (*Brachiaria humidicola* cv. Lanero), farelo de soja, farelo de trigo, milho, uréia, sal comum, carbonato de cálcio, óxido de magnésio, fosfato bicálcico, sulfato de zinco, sulfato de manganês, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio e selenito de sódio, e as fontes de enxofre pesquisadas (Enxofre Elementar 70S e 98S, Sulfato de Cálcio Hemi-hidratado e Di-hidratado, além do Sulfato de amônia). A composição percentual dos suplementos é apresentada na Tabela 10.

Tabela 10 - Composição percentual dos suplementos experimentais

Table 11 - Percentual composition of the experimental supplements

INGREDIENTES (Ingredients)	SUPLEMENTOS (Supplements)					
	SSE (SWS)(%)	E70 (S70)(%)	E98 (S98) (%)	SCH (CSH) (%)	SCD (CSD) (%)	SFA (AS) (%)
Farelo de soja (<i>Soybean meal</i>)	52,761	51,147	50,930	51,103	51,383	24,065
Farelo de trigo (<i>Wheat bran</i>)	0,000	14,176	14,900	14,323	13,390	33,898
Uréia Pecuária (<i>Urea</i>)	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Milho (<i>Corn</i>)	14,661	0,000	0,000	0,000	0,000	2,036
Sal comum (<i>Salt</i>)	5,128	5,128	5,128	5,128	5,128	5,128
Carbonato de cálcio (<i>Calcium carbonate</i>)	7,480	7,760	8,033	0,435	0,142	8,918
Fosfato bicálcico (<i>Dicalcium phosphate</i>)	2,162	1,258	1,212	1,249	1,308	0,000
Óxido de magnésio (<i>Magnesium oxide</i>)	2,433	2,438	2,437	2,438	2,439	2,543
Premix Mineral* (<i>Mineral mix</i>)	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375
Enxofre 70S (<i>Sulfur 70S</i>)	0,000	2,718	0,000	0,000	0,000	0,000
Enxofre 98S (<i>Sulfur 98S</i>)	0,000	0,000	1,985	0,000	0,000	0,000
Sulfato de Cálcio hemi-hidratado (<i>Calcium sulfate hemi-hydrated</i>)	0,000	0,000	0,000	9,949	0,000	0,000
Sulfato de Cálcio di-hidratado (<i>Calcium sulfate di-hydrated</i>)	0,000	0,000	0,000	0,000	10,835	0,000
Sulfato de amônia (<i>Ammonium sulfate</i>)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	8,037

SSE= Suplementação sem enxofre; E70= Suplementação com enxofre 70S; E98S=Suplementação com enxofre 98S; SCH= Suplementação com sulfato de cálcio hemi-hidratado; SCD= Suplementação com sulfato de cálcio di-hidratado; SFA= Suplementação com sulfato de amônia.

SWS = Supplement Without Sulphur; S70=Supplement with 70S; S98=Supplement with 98S; CSH= Supplement with Calcium sulfate hemi-hydrated; CSD= Supplement with Calcium sulfate di-hydrated; AS= Supplement with Ammonium sulfate

* Composição do Premix Mineral (*Composition of Mineral Mix*: 135000 mg/kg de Zn; 106667 mg/kg de Mn; 53333 mg/kg de Cu; 4000 mg/kg de Co; 4000 mg/kg de I; 1333 mg/kg de Se.

Para a determinação da digestibilidade aparente total dos nutrientes foi efetuada coleta de fezes na ampola retal, entre o 17º e o 21º dia de cada período experimental, uma vez ao dia em períodos alternados a cada 4 horas. Neste período também foram coletadas amostras das dietas fornecidas e das sobras. As amostras de fezes, alimentos e sobras foram armazenados a -20°C. Após o termino de cada período de coleta, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, moídas em peneiras de 1 e 5mm, homogeneizadas para confecção de amostras compostas por animal para cada período.

Tabela 11 - Composição química do feno e dos suplementos (%MS)

Table 12 - Chemical composition of the hay and supplements (%MS)

	FENO	TRATAMENTOS (<i>Treatments</i>)					
	(Hay)	SSE	E70	E98	SCH	SCD	SFA
MS (<i>DM</i>) %	95.01	84.92	83.81	86.40	86.80	86.26	87.17
MO (<i>OM</i>) %	93.02	80.45	80.70	80.55	74.99	80.93	82.88
FDN (<i>NDF</i>) %	82.57	20.79	17.80	15.97	20.87	23.20	23.00
FDA (<i>ADF</i>) %	46.98	6.99	8.11	8.12	8.41	8.21	7.62
EE (<i>EE</i>) %	0.73	1.80	2.37	2.55	1.90	1.64	1.61
PB (<i>CP</i>) %	3.59	76.47	79.38	64.52	65.64	75.49	76.17
S (<i>S</i>) %		0.19	1.98	2.62	2.68	1.89	2.83

SSE= Suplementação sem enxofre; E70= Suplementação com enxofre 70S; E98=Suplementação com enxofre 98S; SCH= Suplementação com sulfato de cálcio hemi-hidratado; SCD= Suplementação com sulfato de cálcio di-hidratado; FSA= Suplementação com sulfato de amônia.

SWS = *Supplement Without Sulphur*; S70=*Supplement with 70S*; S98=*Supplement with 98S*; CSH=*Supplement with Calcium sulfate hemi-hydrated*; CSD= *Supplement with Calcium sulfate di-hydrated*; AS= *Supplement with Ammonium sulfate*

Os fluxos de matéria seca fecal foram estimados utilizando-se o teor de FDNi (FDN indigestível) como indicador. As amostras de fezes, alimentos e sobras moídas em peneira de 5mm foram incubadas in situ em saco de náilon, por 144 horas, segundo a metodologia descrita por Cochran et al. (1986). O material remanescente da incubação foi submetido à extração com solução em detergente neutro, cujo resíduo foi considerado FDNi.

As determinações dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cálcio (Ca) foram realizados, conforme os procedimentos da AOAC (1990); fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) conforme Van Soest et al. (1991) e fósforo (P) conforme (Fiske & Subbarow, 1925); do feno, sobras, fezes e suplementos fornecidos (nas amostras moídas em peneira de 1mm).

Para a mensuração do comportamento ingestivo, foram utilizados 19 dias de adaptação às dietas, e dois dias para mensuração do comportamento ingestivo.

Os animais foram avaliados durante três períodos de duas horas (8 às 10 horas; 14 às 16 horas e 18 às 20 horas), sendo coletados dados para se estimar o número de mastigações meréricas por bolo ruminal e o tempo despendido de mastigação merérica por bolo ruminal, utilizando-se cronômetro digital.

Durante a mensuração do comportamento ingestivo, os animais foram submetidos à observação visual no final de cada período experimental, por vinte e quatro horas consecutivas.

O comportamento ingestivo de cada bovino foi determinado visualmente, a intervalos de cinco minutos, durante as vinte e quatro horas, para determinação do tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio (Johnson & Combs, 1991). Nas observações noturnas dos animais, o ambiente foi mantido sem iluminação artificial, assim como durante todo período experimental, não modificando o ambiente habitual.

As variáveis referentes ao comportamento ingestivo foram obtidas pelas relações: $EAL = CMS/TAL$; $EAL = CFDN/TAL$; $ERU = CMS/TRU$; $ERU = CFDN/TRU$; $TMT = TAL + TRU$; onde: EAL (gMS/h) é a eficiência de alimentação; CMS (gMS/dia) é o consumo de MS; CFDN = é o consumo de FDN; TAL (h/dia) é o tempo de

alimentação; ERU (g MS/h, g FDN/h) é a eficiência de ruminação; TRU (h/dia) é o tempo de ruminação; TMT (h/dia) é o tempo de mastigação total.

As variáveis foram submetidas à análise de variância, adotando-se um nível de significância de 5% ($P < 0,05$). Foram realizadas análises de contrastes ortogonais para verificar associações de interesse entre as variáveis estudadas.

O modelo matemático utilizado para a análise de variância foi:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + T_k + e_{ijk}$$

onde:

μ = média dos tratamentos;

A_i = efeito do animal i , variando de 1 a 7;

P_j = efeito do período j , variando de 1 a 7;

T_k = efeito do tratamento k , variando de 1 a 7;

e_{ijk} = erro aleatório

Os efeitos de tratamentos foram comparados utilizando-se o sistema PROC GLM do SAS (2000) com os seguintes contrastes ortogonais:

$$\hat{Y}_1 = 6\mu_{FSS} - (1\mu_{SSE} + 1\mu_{E70} + 1\mu_{E98} + 1\mu_{SCH} + 1\mu_{SCD} + 1\mu_{SFA});$$

$$\hat{Y}_2 = 5\mu_{SSE} - (1\mu_{E70} + 1\mu_{E98} + 1\mu_{SCH} + 1\mu_{SCD} + 1\mu_{SFA});$$

$$\hat{Y}_3 = 4\mu_{SFA} - (1\mu_{E70} + 1\mu_{E98} + 1\mu_{SCH} + 1\mu_{SCD});$$

$$\hat{Y}_4 = (1\mu_{E70} + 1\mu_{E98}) - (1\mu_{SCH} + 1\mu_{SCD});$$

$$\hat{Y}_5 = (1\mu_{E70} - 1\mu_{E98});$$

$$\hat{Y}_6 = (1\mu_{SCH} - 1\mu_{SCD});$$

onde:

μ = média dos tratamentos;

FSS = Feno sem suplemento;

SSE = Suplementação sem enxofre;

E70 = Suplementação com Enxofre 70S;

E98 = Suplementação com Enxofre 98S;

SCH = Suplementação com Sulfato de Cálcio Hemi-hidratado;

SCD = Suplementação com Sulfato de Cálcio Di-hidratado.

Resultados e Discussão

Na Tabela 12, são mostradas as médias dos tempos de alimentação, ruminação, ócio e água, além dos coeficientes de variação (CV%) e as médias dos contrastes realizados.

As análises de variância demonstraram que não houve diferença significativa ($P > 0,05$), nos seguintes parâmetros mensurados: tempo de alimentação, tempo de ruminação, tempo bebendo água e tempo de mastigação total (horas/dia). No entanto, mesmo não havendo diferenças significativas nas variações médias, optou-se pela realização do desdobramento em contrastes ortogonais.

Segundo Sampaio (1998) mesmo a variação média observada não sendo significativa, não é possível concluir se ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, havendo a necessidade de um teste específico que permita as devidas comparações ou menos eficientemente, fazer uma decomposição ortogonal. O que se percebe na verdade é que quando se utiliza o teste de F para mais de um grau de liberdade (neste caso 6 gl), algumas comparações significativas podem passar despercebidas, justificando então o desdobramento em contrastes ortogonais neste experimento, mesmo não havendo diferenças significativas na análise de variância.

A análise de contrastes ortogonais mostrou ($P < 0,005$) que animais suplementados gastaram em média 4,64 horas/dia no cocho se alimentando, enquanto animais sem suplementação permaneciam em média 4,20 horas/dia. Isso corresponde a 0,44

horas/dia (26,4 minutos/dia) a mais de cocho, pelos animais suplementados, indicando assim um maior consumo.

Segundo Manzano (2007), apesar de pouco avaliado ainda, observa-se que a suplementação protéica ou energética pode alterar o comportamento ingestivo de animais em pastejo. Krysl & Hess (1993), Adams (1995) e Bonfim et al. (2000), sugeriram a possibilidade do efeito da suplementação estar agindo sobre o tempo de pastejo dos animais.

Animais suplementados com diferentes fontes de enxofre precisaram em média de menos tempo (9,53 horas/dia) para ruminar ($P < 0,05$) do que animais suplementados sem enxofre (10,17 horas/dia). Conforme verificado por Fraser (1980) e Van Soest (1994), o tempo normal de ruminação em bovinos, encontra-se entre 4 a 9 horas/dia. O elevado tempo de ruminação provocado em todas as dietas testadas está ligado a baixa qualidade da forragem fornecida aos animais, simulando pastagens de baixa qualidade na seca. Segundo Lechner-Doll et al. (1991) o alto conteúdo de parede celular e uma grande resistência a degradação microbiana retardam o aumento na densidade específica das partículas de alimento no rúmen, fazendo com que estas permaneçam mais tempo no rúmen e sendo por mais tempo ruminadas, até adquirirem tamanho e principalmente densidade específica para ultrapassarem o orifício retículo omasal. Nota-se que apesar do tempo aumentado, a presença do enxofre, contribuiu para uma diminuição nos tempos médios de ruminação, provavelmente por ter contribuído para uma maior degradação microbiana, favorecendo então o aumento da densidade específica das partículas no rúmen.

Quando animais são alimentados de forma não competitiva, onde não existe restrição do fornecimento de alimentos como foi o caso, o tempo de alimentação e ruminação passa a ser influenciado por características inerentes ao alimento, como por

exemplo, seu teor de parede celular (Mendes Neto et al. 2007). Já, segundo Welch (1982), além das características dos alimentos outro fator de influência é o potencial produtivo do animal. Segundo Silva et al. (2004), os fatores que afetam o comportamento estão ligados ao alimento, ao ambiente, e ao animal.

O tempo total de mastigação dos animais foi influenciado pela suplementação. Animais que não receberam suplementação, permaneceram em média 13,91 horas/dia em processo de mastigação. Já animais que receberam suplementos, independente do uso ou não de enxofre, aumentaram para uma média de 14,78 horas/dia o tempo de mastigação total (0,87 horas/dia ou 52,2 minutos/dia a mais).

Segundo Mendes Neto et al. (2007), a atividade de mastigação está associada à taxa de secreção salivar, à solubilização de componentes do alimento e à quebra de partículas, facilitando os processos de colonização dessas partículas pelos microorganismos ruminais e de digestão, o que influencia a taxa de passagem, o tempo de retenção e conseqüentemente, a digestibilidade dos alimentos. Em concordância com o exposto pelo autor citado acima, pode-se observar que os animais que não receberam suplementação foram os que apresentaram menor tempo de mastigação total, apresentaram também menor consumo, menor digestibilidades e menor eficiência de alimentação e ruminação da MS e FDN. Animais suplementados com enxofre conseguiram melhor aproveitamento de forragem em menor tempo dentro do trato, diminuindo o tempo de mastigação necessário para a quebra das partículas da forragem de baixa qualidade.

Animais sem suplementação permaneceram mais tempo em ócio que animais suplementados. Uma diferença ($P < 0,05$) de 0,75 horas/dia em ócio a mais em animais sem suplementação.

Tabela 12 - Médias, Coeficientes de Variação (CV%), Teste de F para ANOVA (F) e Probabilidades dos desdobramentos em contrastes ortogonais para o Tempo Total de Alimentação (TAL), Tempo Total de Ruminação (TRU), Tempo de Mastigação Total (TMT), Tempo Total de Ócio (TOCIO) e o Tempo bebendo Água (TAGUA) em horas/dia

Table 13 - Averages, Coefficients of Variation (CV%), Test of F for ANOVA (f) and Probabilities of the unfolding in orthogonal contrasts for the Total Time of Feeding (TTF), Total Time of Rumination (TTR), Total Time of Chew (TTC), Total Time of Resting (TTR) and the Total Time drinking water (TTW) in hours/day

	Tratamentos (Treatments)								Contrastes (Contrasts)						
	SSE	E70	E98	SCH	SCD	SFA	FSS	CV (%)	F	1	2	3	4	5	6
TAL (TTF) (h/d)	5,083	4,859	5,214	5,331	5,131	2,251	4,201	13,798	0,0660	0,0019	0,7978	0,6904	0,4613	0,3433	0,5917
TRU (TTR) (h/d)	10,168	9,250	9,834	9,428	9,607	9,511	9,713	7,087	0,2665	0,7766	0,0295	0,9494	0,9250	0,1191	0,6272
TMT (TTC) (h/d)	15,251	14,110	15,048	14,759	14,738	14,762	13,914	5,937	0,0731	0,0201	0,1238	0,7896	0,6083	0,0512	0,9645
TOCIO (TTR) (h/d)	8,595	9,668	8,917	8,797	9,310	9,023	9,798	9,740	0,1308	0,0479	0,1470	0,6933	0,4834	0,1241	0,2897
TAGUA (TTW) (h/d)	0,203	0,167	0,226	0,344	0,261	0,201	0,237	66,645	0,4835	0,9586	0,5692	0,4697	0,0797	0,4873	0,3275

SSE (SWS)=Suplementação sem enxofre (Supplement Without Sulphur); E70 (S70)= Suplemento com enxofre 70S (Supplement with 70S); E98S (S98)=Suplementação com enxofre 98S (Supplement with 98S); SCH= Suplementação com sulfato de cálcio hemi-hidratado (Supplement with Calcium sulfate hemi-hydrated); SCD= Suplementação com sulfato de cálcio di-hidratado (Supplement with Calcium sulfate di-hydrated); FSA= Suplementação com sulfato de amônia (Supplement with Ammonium); FSS (HWS)= Feno sem suplementação (Hay without supplement)

Contrastes: 1= FSS x SSE, E70, E98, SCH, SCD, SFA; 2= SSE x E70, E98, SCH, SCD, SFA; 3= SFA x E70, E98, SCH, SCD; 4= E70, E98 x SCH, SCD; 5=E70 x E98; 6= SCH x SCD
 Contrasts: 1= HWS x SWS, S70, S98, CSH, CSD, AS; 2= SWS x S70, S98, CSH, CSD, AS; 3= AS x S70, S98, CSH, CSD; 4= S70, S98 x CSH, CSD; 5=S70 x S98; 6= CSH x CSD

O tempo em que os animais permaneciam bebendo água diariamente não foi influenciado ($P>0,05$) pelo uso de suplementos.

Na Tabela 13, estão dispostas as médias para os tratamentos testados, seus coeficientes de variação (CV%), além da significância para a análise de variância realizada e as probabilidades dos desdobramentos em contrastes ortogonais para os parâmetros referentes às refeições e ruminações ocorridas.

Não houve influência ($P>0,05$) dos suplementos sobre o número médio de refeições realizadas e sobre o número médio de ruminações ocorridas entre os animais durante o dia, como era esperado. Isso pode ser justificado pelo fato das alimentações terem sido servidas no cocho em horários programados, o que estimulou os animais a continuarem a realizar suas alimentações em mesmos horários e com a mesma frequência.

A duração das refeições apresentou influência das suplementações ($P<0,005$). Animais que receberam suplementação permaneceram em média 54 minutos no cocho alimentando-se, enquanto animais sem suplementação apenas 32,6 minutos (21,4 minutos a menos).

Segundo Polli et al. (1996) e Miranda et al. (1999), a distribuição da atividade de ruminação é bastante influenciada pela alimentação, pois ocorre logo após os períodos de alimentação, quando o animal está tranquilo. Assim, entende-se que as taxas de ruminação foram influenciadas diretamente pelo processo de alimentação alterado.

Tabela 13 - Médias, Coeficientes de Variação (CV%), Teste de F para ANOVA (F) e Probabilidades dos desdobramentos em contrastes ortogonais para os comportamentos de alimentação, ruminação, ócio durante 24 horas.

Table 14 - Averages, Coefficients of Variation (CV%), Test of F for ANOVA (f) and Probabilities of the unfolding in orthogonal contrasts for the feeding behaviors, rumination, resting during 24 hours.

	Tratamentos (Treatments)								Contrastes (Contrasts)						
	SSE	E70	E98	SCH	SCD	SFA	FSS	CV (%)	F	1	2	3	4	5	6
<i>Alimentação (Feeding)</i>															
NREF (n°/d)	6,143	7,000	5,857	6,714	6,857	7,143	8,000	32,58	0,6570	0,1364	0,5382	0,5716	0,6730	0,3420	0,9049
DREF (min)	57,083	48,204	63,074	51,691	49,033	54,903	32,625	33,48	0,0677	0,0039	0,6170	0,8115	0,4910	0,1122	0,8290
<i>Ruminação (Rumination)</i>															
NRUM (n°/d)	13,286	14,143	14,143	14,571	14,143	13,857	14,000	16,65	0,9759	0,9802	0,3655	0,6928	0,8095	1,0000	0,7332
DRUM (min)	48,100	39,791	42,405	39,290	41,414	41,822	43,662	21,50	0,6288	0,6840	0,0657	0,7772	0,8297	0,5946	0,6652

SSE (SWS)=Suplementação sem enxofre (*Supplement Without Sulphur*); E70 (S70)= Suplemento com enxofre 70S (*Supplement with 70S*); E98S (S98)=Suplementação com enxofre 98S (*Supplement with 98S*); SCH= Suplementação com sulfato de cálcio hemi-hidratado (*Supplement with Calcium sulfate hemi-hydrated*); SCD= Suplementação com sulfato de cálcio di-hidratado (*Supplement with Calcium sulfate di-hydrated*); SFA= Suplementação com sulfato de amônia (*Supplement with Ammonium*); FSS (HWS)= Feno sem suplementação (*Hay without supplement*)

Contrastes: 1= FSS x SSE, E70, E98, SCH, SCD, SFA; 2= SSE x E70, E98, SCH, SCD, SFA; 3= SFA x E70, E98, SCH, SCD; 4= E70, E98 x SCH, SCD; 5=E70 x E98; 6= SCH x SCD
 Contrasts: 1= HWS x SWS, S70, S98, CSH, CSD, AS; 2= SWS x S70, S98, CSH, CSD, AS; 3= AS x S70, S98, CSH, CSD; 4= S70, S98 x CSH, CSD; 5=S70 x S98; 6= CSH x CSD

A Tabela 14, mostra as médias, coeficientes de variação (CV%), Teste de F para ANOVA e as probabilidades dos contrastes ortogonais testados para número de mastigações merícicas por dia (Nº MM/dia), número de mastigações merícicas por minuto (Nº MM/min), número de mastigações merícicas por bolo ruminal (Nº MM/bolo), tempo de mastigações merícicas por bolo ruminal (Tempo MM/bolo), número de ciclos mastigatórios por minuto (Nº ciclos mastigatórios/min) e número de bolos ruminais por dia (Nº bolos ruminais/dia).

Animais recebendo suplementos sem enxofre apresentaram ($P < 0,005$) maior número de mastigações merícicas (39784/dia) que animais com diferentes fontes de enxofre suplementar (34780/dia), ou seja, uma diferença de mais de 5000 mastigações por dia.

Os suplementos contendo enxofre influenciaram ($P < 0,05$) o número de mastigações merícicas por minuto, apresentando menor número de mastigações quando comparados àqueles que consumiram suplementos sem enxofre. O número médio de mastigações merícicas em animais suplementados com enxofre foi de 61,49 por minuto, enquanto para animais suplementados sem a adição de enxofre foi de 65,14 por minuto (3,65 mastigações/minuto a mais para animais sem enxofre).

O tempo gasto nas mastigações merícicas por bolo ruminal regurgitado, também foi significativamente superior ($P < 0,05$) nos animais não suplementados. Animais que não receberam suplementação passaram em média 57,50 segundos mastigando cada bolo regurgitado, enquanto os animais suplementados permaneceram em média apenas 49,36 segundos mastigando cada bolo regurgitado (diferença de 8,24 segundos mastigando).

Tabela 14 - Médias, Coeficientes de Variação (CV%), Teste de F para ANOVA (F) e Probabilidades dos desdobramentos em contrastes ortogonais para o número de mastigações meréricas por dia (N° MM/dia), número de mastigações meréricas por minuto (N° MM/min), número de mastigações meréricas por bolo ruminal (N° MM/bolo), Tempo de mastigações meréricas por bolo ruminal em segundos (Tempo MM/bolo), número de ciclos mastigatórios por minuto (N° CM/min) e número de bolos ruminais por dia (N° BR/dia)

Table 16 - Averages, Coefficients of Variation (CV%), Test of F for ANOVA (f) and Probabilities of the unfoldings in orthogonal contrasts for the number of rumination chews per day (N° MC/day), number of rumination chews per minute (N° MC/min), number of rumination chews for ruminal bolus (N° MC/bolus), Time of rumination chews for ruminal bolus (MC/bolus Time), number of chews cycles per minute (N° CC/min) and ruminal bolus number per day (N° RB/day)

	Tratamentos (Treatments)							CV (%)	F	Contrastes (Contrasts)					
	SSE	E70	E98	SCH	SCD	SFA	FSS			1	2	3	4	5	6
N° MM/dia (N° MC/day)	39784	34509	36566	33460	34594	34774	33478	10,87	0,0503	0,1813	0,0033	0,9961	0,3048	0,3227	0,5839
N° MM/min (N° MC/min)	65,14	63,41	60,32	63,32	61,15	59,24	60,81	5,95	0,0609	0,3983	0,0220	0,0792	0,7903	0,1260	0,2776
N° MM/bolo (N° MC/bolus)	54,24	50,76	48,70	48,93	50,77	48,93	54,44	12,56	0,4200	0,1295	0,0899	0,7515	0,9602	0,5580	0,5939
Tempo MM/bolo (MC/bolus Time)	49,93	48,84	47,16	50,09	51,33	48,79	57,50	15,45	0,2894	0,0149	0,8338	0,8656	0,3642	0,6901	0,7691
N° CM/min (N° CC/min)	1,25	1,31	1,33	1,29	1,26	1,22	1,17	11,93	0,4605	0,0842	0,6417	0,2178	0,4507	0,8050	0,6432
N° BR/dia (N° RB/day)	740,16	687,34	754,74	685,67	689,23	732,17	621,70	16,59	0,4074	0,0576	0,5330	0,5736	0,4500	0,2857	0,9547

SSE (SWS)=Suplementação sem enxofre (Supplement Without Sulphur); E70 (S70)= Suplemento com enxofre 70S (Supplement with 70S); E98S (S98)=Suplementação com enxofre 98S (Supplement with 98S); SCH= Suplementação com sulfato de cálcio hemi-hidratado (Supplement with Calcium sulfate hemi-hydrated); SCD= Suplementação com sulfato de cálcio di-hidratado (Supplement with Calcium sulfate di-hydrated); SFA= Suplementação com sulfato de amônia (Supplement with Ammonium); FSS (HWS)= Feno sem suplementação (Hay without supplement)

Contrastes: 1= FSS x SSE, E70, E98, SCH, SCD, SFA; 2= SSE x E70, E98, SCH, SCD, SFA; 3= SFA x E70, E98, SCH, SCD; 4= E70, E98 x SCH, SCD; 5=E70 x E98; 6= SCH x SCD

Contrasts: 1= HWS x SWS, S70, S98, CSH, CSD, AS; 2= SWS x S70, S98, CSH, CSD, AS; 3= AS x S70, S98, CSH, CSD; 4= S70, S98 x CSH, CSD; 5=S70 x S98; 6= CSH x CSD

Na Tabela 15, estão apresentadas as médias, coeficientes de variação (CV%), Teste de F para ANOVA e as probabilidades dos contrastes ortogonais testados para as eficiências de alimentação e de ruminação expressas em g de MS/hora e em g de FDN/hora baseadas nos resultados encontrados também no Capítulo I.

A eficiência de alimentação em gramas de MS ingeridas por hora, foi influenciada pelas suplementações testadas. Animais recebendo FSS apresentaram menor eficiência de ingestão de MS/hora (1307,83 gramas de MS/hora) que animais que foram suplementados (média de 1711,87 g de MS/hora). A suplementação tornou os animais em média 404,03 gramas mais eficientes na ingestão de MS por hora.

Animais que receberam suplementação apresentaram-se mais eficientes na ingestão de FDN/hora ($P= 0,0798$), apresentando média de 1361,80 g de FDN/hora, contra 1157,90 g de FDN/hora dos animais que não receberam suplementação (FSS).

As eficiências de ruminação, tanto de MS quanto de FDN, apresentaram diferenças significativas ($P<0,05$) em relação às suplementações. Animais suplementados apresentaram maior eficiência de ruminação. A eficiência de ruminação em g de MS ruminado/hora para animais não suplementados foi de 574,01, enquanto animais suplementados apresentaram média de 896,39, ou seja, um aumento de 323 gramas de MS/hora. Já a eficiência de ruminação em g de FDN/hora, para animais suplementados foi de 508,16 g de FDN/hora contra 713,45 g de FDN/hora para animais suplementados, ou seja, uma diferença de 205 g, inferior à MS, mas não menos importante.

Tabela 15 - Médias, Coeficientes de Variação (CV%), Teste de F para ANOVA (F) e Probabilidades dos desdobramentos em contrastes ortogonais para a Eficiência de Alimentação e Eficiência de Ruminação em (g MS/hora) e (g FDN/hora)

Table 17 - Averages, Coefficients of Variation (CV%), Test of F for ANOVA (f) and Probabilities of the unfoldings in orthogonal contrasts for the Feeding Efficiency and Rumination Efficiency in (g DM/hour) and (g NDF/hour)

	Tratamentos (Treatments)								CV (%)	F	Contrastes (Contrasts)					
	SSE	E70	E98	SCH	SCD	SFA	FSS	1			2	3	4	5	6	
EAL - g MS/h (EF -g DM/h)	1707,28	1749,63	1735,87	1674,12	1753,54	1650,76	1307,83	20,71	0,2129	0,0065	0,9693	0,5956	0,8245	0,9405	0,6671	
EAL - g FDN/h (EF -g NDF/h)	1342,98	1359,58	1379,47	1342,50	1400,63	1345,67	1157,90	20,79	0,7404	0,0798	0,8450	0,8329	0,9846	0,8939	0,6970	
ERU - g MS/h (ER -g DM/h)	840,52	877,64	900,85	932,14	933,34	893,85	574,01	20,37	0,0057	<0,0001	0,3561	0,8161	0,5107	0,8035	0,9898	
ERU - g FDN/h (ER -g NDF/h)	660,96	681,85	715,79	747,67	745,71	728,75	508,16	20,737	0,0431	0,0011	0,2906	0,9210	0,3779	0,6572	0,9795	

SSE (SWS)=Suplementação sem enxofre (Supplement Without Sulphur); E70 (S70)= Suplemento com enxofre 70S (Supplement with 70S); E98S (S98)=Suplementação com enxofre 98S (Supplement with 98S); SCH= Suplementação com sulfato de cálcio hemi-hidratado (Supplement with Calcium sulfate hemi-hydrated); SCD= Suplementação com sulfato de cálcio di-hidratado (Supplement with Calcium sulfate di-hydrated); SFA= Suplementação com sulfato de amônia (Supplement with Ammonium); FSS (HWS)= Feno sem suplementação (Hay without supplement)

Contrastes: 1= FSS x SSE, E70, E98, SCH, SCD, SFA; 2= SSE x FSS x E70, E98, SCH, SCD, SFA; 3= SFA x E70, E98, SCH, SCD; 4= E70, E98 x SCH, SCD; 5=E70 x E98; 6= SCH x SCD

Contrasts: 1= HWS x SWS, S70, S98, CSH, CSD, AS; 2= SWS x S70, S98, CSH, CSD, AS; 3= AS x S70, S98, CSH, CSD; 4= S70, S98 x CSH, CSD; 5=S70 x S98; 6= CSH x CSD

Conclusões

As suplementações afetaram de forma positiva as atividades de alimentação, mastigação e de ócio, independente do uso ou não de fontes de enxofre adicionais. Animais suplementados com enxofre utilizaram menos tempo para ruminação que animais suplementados sem enxofre. Animais que não foram suplementados (FSS) apresentaram menor tempo total de alimentação, menor tempo total de mastigação, e de ócio que animais que receberam suplemento. Estes animais fizeram refeições mais curtas, despenderam mais tempo para mastigações meréricas por bolo ruminal, apresentaram menor eficiência de alimentação (g MS/hora) e menor eficiência de ruminação (g de MS/hora e g de FDN/hora). Tudo isso, reflexo do menor consumo e menor digestibilidade da MS e FDN. SSE apresentou maior tempo total de ruminação que suplementos com fontes diferentes de enxofre. Animais recebendo enxofre suplementar precisaram de menor número de mastigações meréricas por dia e por bolo, no entanto não apresentaram diferenças nas taxas de eficiência de alimentação e ruminação.

Literatura Citada

- ADAMS, D.C. Effect of time of supplementation on performance, forage intake and grazing behavior of yearling beef steers grazing Russian wild ryegrass in the fall. **Journal of Animal Science**, v.61, p.1037-1042, 1985.
- AROEIRA, L.J.M. Estimativas de consumo de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE DIGESTIBILIDADE, Lavras. **Anais...** Lavras: FAEPE, 1997. p.127-163. 1997
- BONFIM, M.A.D.; REZENDE, C.A.P.; PAIVA, P.C.A. et al. Efeito do nível de concentrado no tempo de pastejo de novilhos holandês x zebu suplementados a pasto na estação seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.10.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. 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.
- COCHRAN, R.C., ADAMS, D.C., WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.
- COLENDRANDER, V.F.; NOLLER, C.H.; GRANT, R.J. Effect of fiber content and particle size of alfalfa silage on performance and chewing behavior. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.8, p.2681-2690, 1991.
- FRASER, A.F. **Comportamiento de los animales de la granja**. Zaragoza: Acribia, p. 291, 1980.
- FISKE, C. H., SUBBAROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. **Journal of Biological Chemistry**, v.66, p.375, 1925.
- KRYSL, L.J.; HESS, B.W. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2546-2555, 1993.
- LECHNER-DOLL, M.; KASKE, M.; ENGELHARDT, W.V. Factors affecting the mean retention time of particles in the forestomach of ruminants and camelids. In: TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. (Eds.) **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY**, 7., 1989, Sendai, Japan. **Proceedings...** San Diego: Academic Press, 1991. p.455-482.
- L'ESTRANGE, J. L., P. K. UPTON, and D.M. McALEESE. Studies on high intake of various sulphate salts and sulphuric acid in sheep. 1. Effects on voluntary feed intake digestibility and acid base balance. **Irish J. Agric. Res.** 8: 133, 1972.

- JOHNSON, T.R., COMBS, D.K. 1991. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 74(3):933- 944.
- MANZANO, R.P.; NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P. *et al.* Comportamento ingestivo de novilhos sob suplementação em pastagens de capim-tanzânia sob diferentes intensidades de desfolhação. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 36, n. 3, 2007.
- MENDES NETO, J.; CAMPOS, J.M.; VALADARES FILHO, S.C. *et al.* Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com polpa cítrica em substituição ao feno de capim-tifton 85. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 36, n. 3, 2007.
- MIRANDA, L.F.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C. *et al.* Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.614-620, 1999.
- OLIVO, C. J.; CHARÃO, P.S.; ZIECH, M.F. *et al.* Comportamento de vacas em lactação em pastagem manejada sob princípios agroecológicos. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 35, n. 6, 2006
- POLLI, V.A., RESTLE, J., SENNA, D.B. *et al.* Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **R. Bras. Zootec.**, 25(5):987-993. 1996.
- POPPI, D. P., HUGHES, T, P., L'HUILLIER, P. J. Intake of pasture by grazing ruminants. In NICOL, A. M. (Ed.). **Livestock feeding on pasture**. Ruakura: New Zealand Society of Animal Production, 1987. P. 55-64.
- POPPI, D.P.; HUGUES, J.P.; L'HUILLIER, P.J. Intake of pasture by grazing ruminants. In: NICOL, A.M. (Ed.). **Feeding livestock on pasture**. New Zealand: Society of Animal Production, 1987. p.55-63.
- RODRIGUES, A. de A., CRUZ, G. M. do, ESTEVES, S. N.; **Utilização de enxofre na dieta de bovinos: EMBRAPA-CNPSE, 1998. 27p. (EMBRAPA-CNPSE. Circular Técnica, 13).**
- SAMPAIO, I. B. M. Testes estatísticos para comparação de médias. In: **Estatística aplicada à experimentação animal**. 1. ed. Belo Horizonte, 1998. P.171-191.
- SAS INSTITUTE. SAS/STAT[®]. **User's guide: statistics, versão 8.1**. 4. ed., v.2, Cary: SAS Institute, 2000.
- SILVA, R. R., CARVALHO, G. G. P., MAGALHÃES, A. F., *et al.*; Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês em pastejo. **Archivos de Zootecnia** 54: 63-74. 2005.
- THIAGO, L.R.L.S. "**Suplementação de Bovinos em pastejo - aspectos práticos para seu uso na manutenção e ganho de peso**", 1999. <<http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/naoseriadas/suplementhiago> > acesso e, 12 de março de 2007.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell. 476p. 1994.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd. Ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 476p. 1994.

- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B.A. Symposium: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science** , 74: 3583, 1991.
- WELCH, J.G. Rumination, particle size and passage from the rumen. **J. Anim. Sci.**, 54(4):885-894. 1982.

CONCLUSÕES GERAIS

A suplementação com proteinados afetou significativamente o consumo voluntário, a digestibilidade aparente total dos nutrientes, os parâmetros ruminais, os parâmetros plasmáticos e o comportamento ingestivo dos bovinos. As diferentes fontes de enxofre não apresentaram diferenças quanto ao consumo voluntário, porém a digestibilidade dos nutrientes foi influenciada. Entre as fontes pode-se destacar SFA que apresentou maior absorção aparente e maior digestibilidade da PB. Entre fontes de sulfato de cálcio, as melhores respostas em digestibilidade da MS, MO, FDN, FDA e CT ocorreram para SCD. Já entre as fontes de enxofre elementar, E70 apresentou-se superior a E98.