

DALTON HENRIQUE PEREIRA

**SILAGEM DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) E CONCENTRADO,
EM DIFERENTES PROPORÇÕES, NA DIETA DE BOVINOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

Primeiramente à Deus.

A José Ronaldo Pereira e Luiza H. Marangoni Pereira, meus pais, pelo amor, carinho, apoio incondicional em todos os momentos de minha vida e uns dos principais responsáveis por todas as minhas conquistas, pois sem eles nada disso seria possível.

Ao meu avô Durvalino A. Pereira (*in memorium*), que apesar de não estar presente, serei eternamente grato pelo exemplo de vida e por todos os ensinamentos, que foi o meu principal mestre e incentivador na arte de amar e lidar com animais.

A Valéria Viana que, mais que uma namorada, foi e é uma grande companheira, admiradora e incentivadora dos meus trabalhos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao DZO, pela oportunidade de realização do curso;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo;

Ao Prof. Odilon Gomes Pereira, o qual agradeço em especial pela orientação, pelos ensinamentos, pela paciência, pelas sugestões e principalmente pela amizade;

Ao Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho, pelo profissionalismo, pela competência, e principalmente pelos conselhos e sugestões que ajudaram na realização deste trabalho;

À professora Karina Guimarães Ribeiro, pela participação na banca examinadora, pelos oportunos esclarecimentos, sugestões e amizade;

Ao Prof. Rasmão Garcia pelas profícuas sugestões e correções que ajudaram a elevar o nível deste trabalho;

À professora Maria Ignez Leão pela disposição nas intervenções cirúrgicas que possibilitaram a realização deste trabalho, pelos ensinamentos quando professora, pelo seu profissionalismo, pela participação na banca examinadora, pelo seu carinho, amizade e exemplo;

Ao Prof. Mário Fonseca Paulino, pelo seu profissionalismo, competência, pelos ensinamentos quando por várias ocasiões professor e principalmente pela sua simplicidade e amizade.

Aos meus irmãos: Naura e Flaviano, pelo carinho e pela torcida pelo meu sucesso;

À minha avó materna Luiza, pela bondade, carinho, amor e torcida.

A minha avó paterna (*in memorium*) Alcedes, pelo exemplo de vida, pela bondade, amor.

Aos meus tios José Carlos e Marta, pela demonstração de admiração, carinho e grande alegria por todas as minhas conquistas.

Aos professores: Darci, Rogério Lana, Dilermando, Juquinha, Robledo, Paulo Sávio, Aloízio, Bento, Augusto César, Obeid, José Maurício, Juarez, Albino, Marcelo, Bajá, Rita Flávia, Ana Lúcia e Rilene, pelo empenho e excelência no ensino da zootecnia;

À Viviane, pelo apoio, pelos conselhos e pela amizade.

Ao Bruno, pelo companheirismo, cooperação e pelos momentos de descontração que foram de suma importância durante a condução dos experimentos;

A todos os funcionários da CEPET pela cooperação e profissionalismo, em especial: Zé Maria, Tião, Jacaré, Maurício e Paulão, pelo apoio e amizade;

Ao Francisco Cláudio pelo apoio na montagem e execução dos experimentos;

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV, Fernando, Valdir, Raimundo, Vera e Monteiro, pelo auxílio e agradável convívio;

Aos funcionários administrativos do DZO/UFV, em especial, Adilson, Celeste e Márcia, pela disposição e simpatia;

A Gargamel e Eliza pela convivência e pela ajuda durante as análises laboratoriais;

À Amanda, pela boa vontade, disposição, importante ajuda durante as análises laboratoriais e principalmente pela amizade;

Aos colegas de república, Reinaldo e em especial o Fabrício, pela convivência, pela paciência, torcida pelo meu sucesso, pelos momentos de descontração e principalmente companheirismo e amizade.

A amiga Kátia Gobbi, pela convivência construtiva e importante apoio, pela confiança, descontração e amizade.

Ao amigo Tiago, pelo companheirismo, pela troca de idéias, pelos momentos de descontração principalmente nos momentos finais de execução deste trabalho e pela amizade.

Ao amigo Eduardo Kling pela amizade, alegria e principalmente pela inigualável prontidão em esclarecer e ajudar em tudo que fosse possível e que, certamente, será inesquecível;

Aos colegas de curso: Karina, Mário e Fernanda, Karla, Boket (Aloízio), Lincoln e Elenice, Silas, Ciane, entre vários outros, pela convivência e troca de experiências.

A todos que direta ou indiretamente participaram da realização e sucesso deste trabalho.

BIOGRAFIA

DALTON HENRIQUE PEREIRA, filho de José Ronaldo Pereira e Luiza Helena Marangoni Pereira, nasceu em Araguari – Minas Gerais, em 27 de abril de 1979.

Em maio de 2002, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

Em abril de 2002, iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Forragicultura e Pastagens, submetendo-se à defesa de tese em 17 de fevereiro de 2004.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
CAPÍTULO 1 – Consumo, Digestibilidade, pH e Amônia Ruminal e Eficiência Microbiana de Bovinos de Corte Recebendo Dietas com Silagem de Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) e Concentrado em Diferentes Proporções	17
Resumo.....	17
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Material e Métodos	21
Resultados.....	27
Discussão	35
Conclusões	43
Referências Bibliográficas	43
CAPÍTULO 2 – Consumo e Digestibilidade Aparente Total dos Nutrientes e Ganho em Peso de Bovinos de Corte Recebendo Dietas com Silagem de	

Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) e Concentrado em Diferentes Proporções	51
Resumo.....	51
Abstract.....	52
Introdução.....	53
Material e Métodos.....	55
Resultados e Discussão.....	60
Conclusões	68
Referências Bibliográficas	69
CONCLUSÕES GERAIS	74

RESUMO

PEREIRA, Dalton Henrique, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2004. **Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e concentrado em diferentes proporções, na dieta de bovinos de corte** Orientador: Odilon Gomes Pereira. Conselheiros: Sebastião de Campos Valadares Filho e Rasmão Garcia.

Foram conduzidos dois experimentos para a conclusão do presente trabalho, no município de Capinópolis-MG, de abril a agosto de 2002. No primeiro experimento, objetivou-se avaliar o consumo e a digestibilidade aparente total e parcial dos nutrientes, o pH e a amônia ruminal e a eficiência de síntese microbiana em bovinos de corte recebendo dietas contendo silagem de sorgo e concentrado nas seguintes proporções: 80:20; 65:35; 50:50 e 35:65, respectivamente, com base na matéria seca. Utilizaram-se quatro novilhos holandês x zebu, inteiros, com peso vivo inicial médio de 224 ± 23 kg, fistulados no rúmen e abomaso, distribuídos num quadrado latino 4x4. Cada período experimental teve a duração de 17 dias, sendo 10 dias de adaptação às dietas e 7 dias de coletas. Foi utilizado o óxido crômico para estimar o fluxo de digesta e excreção fecal, sendo a eficiência microbiana determinada com bases purinas. Os consumos e as digestibilidades aparentes de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e os consumos de carboidratos não fibrosos (CNF) e dos nutrientes digestíveis totais (NDT) aumentaram linearmente com o incremento do concentrado nas dietas. O

consumo e a digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (FDN) decresceram linearmente. As digestibilidades aparentes ruminais e intestinais de MS, MO, PB, FDN e CNF não foram influenciadas pelo incremento de concentrado nas dietas, verificando-se médias de 61,9 e 38,1; 65,6 e 34,9; 39,1 e 49,8; 90,2 e 7,9; e 60,0 e 39,9%, respectivamente. Observou-se efeito quadrático de tempo de coleta para a concentração de amônia e pH ruminal, estimando-se valores máximo e mínimo de 14,89 mg/dL e 6,16 às 2,39 e 4,28 horas após a alimentação, respectivamente. A eficiência de síntese microbiana, expressa de diferentes formas, não foi influenciada pelas dietas, obtendo-se média de 11,39 g PBmic/100gNDT. Embora o incremento de concentrado nas dietas tenha resultado em aumento no consumo de quase todos os nutrientes, isto não refletiu em alterações nas variáveis ruminais avaliadas. No segundo experimento, objetivou-se avaliar o consumo e a digestibilidade aparente total dos nutrientes, o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça em bovinos de corte, recebendo as mesmas dietas do primeiro experimento. Utilizaram-se vinte e quatro animais holandeses x zebu, castrados, com peso vivo inicial médio de 435 kg, distribuídos num delineamento em blocos casualizados, com seis repetições. A estimativa da produção fecal foi efetuada utilizando-se a fibra em detergente ácido (FDAi) como indicador interno. O experimento teve duração de 78 dias, divididos em três períodos de 21 dias após 15 dias de adaptação. Os consumos de MS, MO, PB e NDT, em kg/dia, não foram influenciados pelos níveis de concentrado nas dietas, enquanto que os consumos de EE, CNF e MS (%PV e g/Kg^{0,75}), aumentaram linearmente com o nível de concentrado. Por outro lado, o consumo de FDN, independentemente da forma de expressão, decresceu linearmente com o aumento dos níveis de concentrado. O ganho médio diário e a conversão alimentar, não foram influenciados pelas dietas, registrando-se valores médios de 1,40 kg/dia e 8,08, respectivamente. Já o rendimento de carcaça dos animais aumentou linearmente com o incremento dos níveis de concentrado nas dietas. As digestibilidades aparentes totais de MS, MO e CNF não foram influenciadas pelas dietas, registrando-se valores médios de 63,8, 65,1 e 82,2%, respectivamente. Entretanto, as digestibilidades aparentes de PB, EE e FDN decresceram linearmente com o incremento de concentrado nas

dietas. A utilização de dieta com silagem de sorgo de boa qualidade, associada a 20% de concentrado foi economicamente mais viável em relação às demais.

ABSTRACT

PEREIRA, Dalton Henrique, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February of 2004. **Sorghum silage and concentrate in different proportions in the diet of beef cattle.** Adviser: Odilon Gomes Pereira. Committee Members: Sebastião de Campos Valadares Filho and Rasmão Garcia.

Two experiments were developed for the conclusion of the present work, in the municipal district of Capinópolis-MG, of April to August of 2002. In the first experiment, it was aimed at to evaluate the intake and total apparent and partial digestibility of nutrients, the pH and the ruminal ammonia concentrations and efficiency of microbial synthesis in beef cattle receiving diets containing sorghum silage and concentrate in the following proportions: 80:20; 65:35; 50:50 and 35:65, in dry matter basis, respectively. Four crossbred (HxZ), rumen and abomasum fistulated steers, averaging 224 ± 23 kg live weight, were assigned to a 4x4 Latin square. Each experimental period had the duration of 17 days, being 10 days of adaptation to the diets and 7 days of collections. The chromic oxide was used as marker to estimate the fecal and abomasal dry matter flows, being the efficiency of microbial determined with base purines. The intakes and total apparent digestibilities of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP) and the intake of non fibrous carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients (TDN) increased linearly with the increment of concentrate in the diet. The intake and total apparent digestibility of neutral detergent fiber (NDF) decreased linearly. The apparent ruminal and intestinal

digestibilities of DM, OM, CP, NDF and NFC were not influenced by increasing of concentrate in the diet, showing medium values of 61.9 and 38.1; 65.6 and 34.9; 39.1 and 49.8; 90.2 and 7.9 and 60.0 and 39.9%, respectively. Quadratic effect of time of collection was observed for the concentration of ammonia ruminal and pH, being estimated values maximum and minimum of 14,89 mg/dL and 6.16 at the 2.39 and 4.28 hours after the feeding, respectively. The efficiency of microbial synthesis, expresses in different forms, it was not influenced by the diets, being obtained average of 11.39 g CPmic/100gTDN. Although the increment of concentrated in the diets has result in increase in the intake of almost all the nutrients, this didn't reflect in alterations in the variables ruminant evaluated. In the second experiment, it was aimed at to evaluate the intake and the total apparent digestibility of the nutrients, the weight gain, the feed conversion and the carcass yield in beef cattle receiving the same diets of the first experiment. Twenty-four crossbred (HxZ) animals, castrated, with 435 initial averaging live weight, were used and distributed in a randomized blocks, with six replications. The evaluation of fecal dry matter production was made by using indigestible acid detergent fiber (ADFi) as internal marker. The experiment had the duration of 78 days, divided in three periods of 21 days, after 15 days of adaptation. The intakes of DM, OM, CP and TDN, in kg/day, were not influenced by the concentrate levels in the diets, while the intakes of EE, NFC and DM (%LW and $g/kg^{0.75}$), they increased linearly with the concentrate level. On the other hand, the intake of NDF, independently in the expression form, it decreased linearly with the increase of concentrate levels. The average daily gain and the feed conversion, they were not influenced by the diets, registering medium values of 1.40 g/day and 8.08, respectively. The carcass yield of the animals already increased linearly with the increment of the concentrate levels in the diets. The total apparent digestibilities of DM, OM and NFC were not influenced by the diets, registering medium values of 63.8, 65.1 and 82.2%, respectively. However, the total apparent digestibilities of CP, EE and NDF, decreased linearly with the increment of concentrate in the diets. The use of the diets with sorghum silage of good quality, associated to 20% of concentrated, was economically viable in relation to the others.

INTRODUÇÃO GERAL

A indústria pecuária nas regiões tropicais tem passado por mudanças importantes em tempos recentes. No Brasil, o final do século XX foi marcado pela necessidade de reavaliação de postura e procedimento em diversos setores, em função da estabilidade econômica. Nesse contexto, o setor primário foi forçado a direcionar esforços para a tecnificação e para o aumento da eficiência do processo produtivo. Uma das atividades do setor que talvez tenha sido atingida com mais intensidade foi a pecuária, que, no Brasil é essencialmente baseada no uso de pastagens.

Contudo, a baixa produção de forragens durante a estação seca tem sido apontada como um dos fatores que mais contribui para a baixa produtividade dos rebanhos. A redução na capacidade de suporte das áreas de pastagens tem contribuído para o decréscimo acentuado nos índices de produção da pecuária de corte e conseqüente perda de peso dos animais, elevando a idade de abate, o que reflete diretamente na baixa taxa de desfrute (24,2%), bem abaixo daquelas dos EUA, Austrália e Argentina, sendo que o Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, com aproximadamente 170 milhões de cabeças (Anualpec, 2003).

Neste cenário, o Brasil, mesmo se tornando o maior exportador mundial de carne bovina no ano de 2003 (Cavalcanti, 2004), ainda apresenta uma produção de carne muito aquém de suas possibilidades, mas com projeções para os próximos dez anos de crescimento expressivo do rebanho e da

produção, motivadas principalmente pela crescente organização e tecnificação dos sistemas produtivos, propiciando melhoria na rentabilidade do setor, aliadas à expansão das exportações, visto que a demanda mundial de carne bovina aumenta a cada ano.

Assim, a estacionalidade de produção de forragens, que ocorre na maior parte do “Brasil Central” nos meses de maio a setembro, devido à filosofia do manejo adotado, vem afetando a rentabilidade da atividade pecuária, pois o potencial de produção animal do país não pode ser alcançado uma vez que a lotação das pastagens é ajustada em função da produção mínima no período seco do ano.

Com isso, particularmente na pecuária de corte, uma das alternativas ou mesmo estratégia alimentar que vem sendo adotada por muitos produtores para diminuir a idade ao abate é a utilização de confinamentos. Essa prática possibilita que os animais em terminação obtenham maiores ganhos de peso, em menos tempo, melhor qualidade de carcaça, aumentando consequentemente a produção por área. Além disso, evita-se a perda de peso dos animais no período de escassez de forragem nos pastos. Entretanto, se faz necessária uma criteriosa avaliação econômica de todos os custos envolvidos, principalmente com a alimentação, que constitui um dos principais componentes do custo de produção.

Atualmente, confinam-se cerca de 1,906 milhões de animais, com possibilidade de crescimento (Anualpec, 2003). Isto contribui para redução da diferença de preços da arroba entre a safra e entressafra, bastante perceptível nos últimos anos. Nos confinamentos, o volumoso consiste na principal fonte de nutrientes para os animais devido ao alto preço dos concentrados, sendo que estes volumosos, na maioria dos casos, são provenientes de forrageiras conservadas, principalmente na forma de silagem.

O objetivo principal com o processo de ensilagem é a maximização da preservação dos nutrientes originais da cultura, com o mínimo de perdas. Segundo McDonald et al. (1991), para ser ensilada, uma cultura deve apresentar teor adequado de substratos fermentescíveis na forma de carboidratos solúveis em água, teor de matéria seca acima de 25%, baixo

poder tampão e também deve possuir estrutura física que permita boa compactação no silo.

Enfatizando estas características intrínsecas da planta, uma das culturas que mais se destaca para produção de silagem de boa qualidade é a do sorgo, que além da sua alta produtividade de matéria seca por área, que é geralmente superior a do milho, apresenta maior tolerância ao déficit hídrico e ao calor (opção também para cultura de safrinha), sendo possível também o cultivo de sua rebrota, com até 60% de produção em relação ao primeiro corte (Zago, 1991). A cultura do sorgo para produção de silagem no país tem-se apresentado como uma alternativa viável aos produtores, principalmente em regiões que apresentam particularidades edafoclimáticas que limitam o cultivo ou o potencial produtivo da cultura do milho.

No momento da ensilagem, o estágio de maturação é de vital importância para o processo fermentativo, sendo o sorgo geralmente ensilado quando as plantas apresentam teores de matéria seca em torno de 27 a 38%, correspondendo na planta a grãos no estágio pastoso a farináceo, o que favorece seu consumo (Faria, 1986; Zago, 1991). Segundo Pereira & Ribeiro (2001), o consumo e desempenho de bovinos alimentados com silagens dependerão da manutenção dos nutrientes digestíveis da colheita até o final do período de armazenamento.

O consumo, relacionado diretamente ao aporte de nutrientes e conseqüentemente determinante no atendimento das exigências nutricionais dos animais, é considerado a principal variável que influencia o desempenho animal (Mertens, 1994; Van Soest, 1994; Illius & Jessop, 1996) e, juntamente com a digestibilidade e a eficiência energética, constituem-se nos parâmetros mais importantes relacionados com a qualidade das forrageiras (Raymond, 1969).

Os mecanismos que regulam o consumo são o fisiológico, em que o balanço nutricional promove a regulação; o físico, que está relacionado diretamente à capacidade de distensão do rúmen e, o psicogênico, no qual o comportamento animal é fator estimulador ou inibidor relacionado ao alimento ou mesmo ao ambiente. Além disso, o consumo é influenciado diretamente pelas características do animal, do alimento, das condições climáticas e

condições de alimentação (Mertens, 1994), sendo a qualidade da dieta relacionada com a interação entre esses mecanismos de regulação da ingestão de nutrientes e a dominância de um sobre o outro. Assim, a maximização do consumo está incondicionalmente ligada ao ótimo desenvolvimento de dietas e estratégias de alimentação (Rodrigues, 1998).

Por este motivo, o conhecimento dos teores dos nutrientes dos alimentos, bem como os efeitos associativos entre eles, são de vital importância para a eficiente formulação de dietas que, dependendo da sua qualidade, o consumo e a digestibilidade de nutrientes podem estar positiva ou negativamente correlacionados entre si, sendo a indigestibilidade da MS, segundo Van Soest (1994) e Mertens (1994), o fator mais importante para regular o consumo de bovinos. Como exemplo, quando o animal consome forragens de baixa qualidade, além do limite físico do rúmen, o consumo pode ser limitado pela deficiência de proteína da ração que, quando desbalanceada, com baixa disponibilidade de compostos nitrogenados (N) e alto teor de FDN, o suprimento de proteína degradada no rúmen (PDR) é limitante para o crescimento microbiano, comprometendo assim a digestão da parede celular com a conseqüente redução da ingestão de alimentos (Dove, 1996). Além disso, segundo Erdman (1993), o processo de ensilagem pode resultar em redução de consumo de forragem em até 30 a 40% do consumo potencial, associada principalmente à alta umidade das gramíneas ensiladas sem emurchecimento prévio e produtos oriundos do processo fermentativo.

A digestibilidade é uma característica do alimento e está relacionada basicamente à percentagem de cada nutriente desse alimento que o animal pode utilizar (Coelho da Silva & Leão, 1979), sendo que a inclusão de um ingrediente a determinada ração pode modificar sua digestão, devido principalmente ao efeito associativo entre eles (Moore, 1997). Já a digestão pode ser definida em termos gerais como a soma dos processos pelos quais as macromoléculas dos alimentos são degradadas até compostos menores, passíveis de serem absorvidos ao longo do trato gastrintestinal (Merchen, 1988).

Pelo relatado até o presente momento, constata-se que o ótimo balanceamento de dietas deve ser sempre preconizado, devendo-se dispensar

atenção especial para as alterações nas relações volumoso:concentrado das dietas.

Com o aumento do nível de concentrado na dieta, espera-se aumento na digestibilidade e no consumo de matéria seca (Hart, 1987). Avaliando o efeito do nível de concentrado sobre o consumo de nutrientes em novilhos recebendo silagem de sorgo, Ribeiro Filho et al. (1998) verificaram que níveis de concentrado de até 1,5% do peso vivo elevaram linearmente o consumo total de matéria seca. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2002) e Costa et al. (2002) tendo como volumosos silagem de milho e pré-secado de capim-Tifton 85, respectivamente. Aumento linear no consumo de MS com aumento do nível de concentrado na dieta foi relatado também por Ferreira et al. (1998), Dias et al. (2000a) e Tibo et al. (2000a). Em contrapartida, Moraes et al. (2002), avaliando dietas contendo 20, 35, 50 e 65% de concentrado, não verificaram influência do nível de concentrado sobre o consumo de MS. Comportamento semelhante foi verificado por Carvalho et al. (1997a), Bürger et al. (2000), Silva et al. (2002) e Ítavo et al. (2002a).

Por outro lado, Araújo et al. (1998) e Rezende et al. (2001) observaram efeito quadrático sobre o consumo de MS em novilhos mestiços Holandês x Zebu, assim como Gesualdi Jr. et al. (2000), que utilizaram níveis crescentes de concentrado na dieta de mestiços F1 Limousin x Nelore.

Além do consumo, a digestibilidade dos nutrientes dos alimentos também pode ser alterada com variações na relação volumoso:concentrado das dietas. Foi verificado, além do aumento da digestibilidade da MS com o incremento de concentrado na dieta, aumento nos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta e matéria orgânica (Cardoso et al., 2000a; Bürger et al., 2000; Ítavo et al., 2002a). Moraes et al. (2002) não verificaram diferenças nos coeficientes de digestibilidade aparente de MS, MO, PB, EE, CHO e FDN com o aumento das proporções de concentrado nas dietas.

Uma das melhores maneiras de se avaliar o valor nutritivo de uma dieta ou mesmo de um volumoso é pelo desempenho animal. O ganho em peso dos animais, a conversão alimentar e a produção de carne são os parâmetros normalmente utilizados para o estudo de desempenho dos animais. Vários estudos foram realizados para avaliar diferentes níveis de suplementação com

concentrados sobre o desempenho dos animais. Dentre estes, Drennan (1984), citado por Steen (1987), em uma revisão de 18 experimentos, encontrou aumento do ganho de peso vivo com o incremento do concentrado na dieta total. Resultados semelhantes foram encontrados por Costa et al. (2002), Souza et al. (2002) e Silva et al. (2003), que registraram incrementos lineares com o aumento do concentrado na dieta.

Em contrapartida, Gesualdi Jr. et al. (2000) verificaram efeito quadrático no ganho em peso (GMD) e consumo de matéria seca (CMS) com incremento de concentrado na dieta, registrando GMD máximo de 1,16 kg/dia com 61,1% de concentrado na dieta. Por outro lado, Silva et al. (2002) não encontraram diferença no ganho em peso dos animais com o incremento de concentrado na dieta.

É importante ressaltar também outro fator relacionado com a eficiência de uma dieta, que é a de utilização da proteína, uma vez que esta se constitui em um dos ingredientes mais caros da dieta e a economia na produção animal é altamente dependente da sua eficiência de utilização.

A degradação de proteínas e aminoácidos, juntamente com outros compostos nitrogenados produz amônia no rúmen. Este fato pode ocasionar economia de proteína, através da reciclagem, assim como problemas pelo excesso, sendo sua concentração uma função da produção e remoção da mesma. Para o crescimento microbiano, principalmente os celulolíticos, a concentração de $N-NH_3$ no rúmen é indispensável, desde que associada a fontes de energia. Alguns desses microrganismos que fermentam carboidratos também requerem e, ou, são estimulados por aminoácidos, peptídeos e isoácidos derivados de valina, leucina e isoleucina. Dessa forma, é necessário que alguma proteína seja degradada no rúmen para suprir as necessidades de peptídeos e, ou, aminoácidos. A disponibilidade de carboidratos estimula o uso de amônia na síntese de aminoácidos e no crescimento microbiano (Van Soest, 1994).

Normalmente, a concentração de amônia ruminal varia com o tempo decorrido da alimentação, o local de amostragem no rúmen, o balanço entre proteína e energia da dieta, solubilidade e o nível de proteína na ração, sendo que a concentração mínima necessária para se manter máxima taxa de

crescimento microbiano varia em função da fermentabilidade da dieta (Erdman et al., 1986). Em muitos casos, a taxa de produção de amônia no rúmen excede a taxa de utilização da mesma pelos microrganismos, ocasionando assim maior absorção de $N-NH_3$ e, com isso, maior custo energético para o animal, devido à síntese de uréia para a sua excreção (Russel et al., 1992),

A concentração de 5 mg de $N-NH_3/100mL$ é considerada como o nível mínimo para eficiente uso de carboidratos fermentescíveis no crescimento microbiano e que, abaixo dessa concentração, ocorre limitação da atividade de bactérias celulolíticas do rúmen e conseqüente diminuição da síntese microbiana (Satter & Slyter, 1974; Preston, 1986). Por sua vez, Mehrez & Orskov (1977) consideram a concentração de 23 mg de $N-NH_3/100mL$ como ideal para se obter taxa máxima de fermentação. De acordo com Carvalho et al. (1997b), com o incremento de concentrado na dieta, ocorreu redução na concentração de $N-NH_3$, que pode ser justificada pelo aumento na disponibilidade de energia ruminal, possibilitando maior utilização da amônia para crescimento microbiano.

O pH ruminal se constitui em um dos principais parâmetros ruminais que interferem diretamente no crescimento microbiano e, conseqüentemente, na fermentação ruminal, sendo freqüentemente objeto de vários estudos, principalmente relacionados com variações na relação volumoso:concentrado das dietas. Os microrganismos presentes no rúmen estão adaptados para se desenvolver em um meio com pH variando de 5,5 a 7,0, com valor ótimo próximo a 6,5 (Coelho da Silva & Leão, 1979; Hoover & Stokes, 1991). Mertens (1992) sugeriu que a digestão da fibra declina quando o pH ruminal está abaixo de 6,7. No entanto, segundo Hoover (1986), quando o pH atinge a faixa de 5,5 a 5,0, pode ocorrer inibição da digestão da fibra devido a diminuição no número de microrganismos fibrolíticos, bem como em suas taxas de crescimento.

Pesquisas sobre o efeito da composição de alimentos concentrados sobre o consumo de silagens têm revelado que a maior rapidez da fermentação do amido em relação aos constituintes da parede celular é a principal causa da redução do pH ruminal, porém, um moderado incremento de concentrado na dieta (abaixo de 50%), tem pequeno efeito sobre o pH do rúmen, sendo a taxa

de degradação da matéria seca de silagens pouco influenciada (Huhtanen, 1993).

Carvalho et al. (1997b), avaliando dietas com diferentes níveis de concentrados, em ensaio com zebuínos, observaram redução linear do pH em função de tempos de coleta da amostra. Resultados semelhantes foram encontrados por Cardoso et al. (2000b) e Dias et al. (2000b), com o aumento do nível de concentrado na dieta.

Considerando o papel central da fermentação microbiana na digestão em ruminantes, torna-se importante a avaliação do N disponível para absorção pelo animal, que pode ser feita utilizando-se animais fistulados. Os compostos nitrogenados não amoniacais (NNA) no abomaso têm sido utilizados para avaliar o N que chega ao ID e incluem, principalmente, N dietético não degradado e N de origem microbiana, que podem ser diferenciados com a utilização de indicadores microbianos (NRC, 1985).

As exigências protéicas dos ruminantes são atendidas mediante a absorção intestinal de aminoácidos provenientes principalmente da proteína microbiana sintetizada no rúmen e da proteína não degradada no rúmen, sendo que a quantificação da proteína microbiana que chega ao intestino delgado pode ser obtida por meio do conhecimento da eficiência de síntese microbiana (Valadares Filho, 1995), definida como a proporção de substrato energético que é fixado como célula microbiana (Dehority, 1995). Aproximadamente 59% da proteína que chega ao intestino delgado é de origem microbiana (Clark et al., 1992). Contudo, o NRC (1996) sugere que até 100% da exigência de proteína metabolizável para bovinos de corte pode ser suprida pela proteína microbiana.

O crescimento microbiano máximo de 0,4 gramas de MS microbiana por grama de carboidrato degradado no rúmen (Russel et al., 1992), é influenciado pela interação de fatores químicos, fisiológicos e nutricionais (Hoover & Stokes, 1991). Tibo et al. (2000b), encontraram valores de 502,20 e 652,88 g MSmic/Kg CHODR com níveis de concentrado de 37,5 e 50%, respectivamente. Com os mesmos níveis de concentrado, Cardoso et al. (2000b) verificaram valores de 520,97 e 558,82 g MSmic/Kg CHODR, indicando assim que os resultados são contrastantes. Alguns trabalhos

demonstraram que a eficiência microbiana expressa de diferentes formas, não foi alterada significativamente com o incremento de concentrado na dieta (Dias et al., 2000b; Cardoso et al., 2000b; Ítavo et al., 2002b). Sendo assim, mais trabalhos sobre a eficiência microbiana e locais de digestão dos nutrientes necessitam ser conduzidos com bovinos de corte alimentados com dietas contendo diferentes proporções de volumoso:concentrado.

Mesmo verificando-se na literatura vários trabalhos avaliando o consumo e desempenho, bem como variações no padrão ruminal, de bovinos de corte, submetidos a dietas com diferentes níveis de volumoso e concentrado, percebe-se que a maioria destes trabalhos utilizou como volumoso feno de gramíneas tropicais ou silagem de milho, resultando em conclusões distintas e justificadas em alguns casos por critérios econômicos.

Tendo em vista que a cultura de sorgo possui grande potencial para cultivo na maior parte das regiões do Brasil, conduziu-se o presente trabalho objetivando-se avaliar o consumo e as digestibilidades aparentes totais e parciais dos nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal, a eficiência de síntese microbiana e o ganho em peso de bovinos mestiços holandês x zebu, alimentados com dietas contendo silagem de sorgo forrageiro e concentrado, em diferentes proporções.

Os capítulos 1 e 2 foram confeccionados conforme as normas do Livestock Production Science e da Revista Brasileira de Zootecnia, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUALPEC 2003. **Anuário da Pecuária Brasileira** FNP Consultoria & Comércio, 2003. 400p.
- ARAÚJO, G.G.L.; COELHO DA SILVA, J. F.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de dietas contendo diferentes níveis de volumoso, em bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.345-354, 1998.
- BOIN, C. Nutrição e manejo da alimentação de bovinos de corte em confinamento. 1992. In: SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 3, **Anais...** Campinas, p.27-61, 1992.
- BURGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo de digestibilidade aparente total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.206-214, 2000.
- CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.6, p. 1832-1843, 2000a.
- CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Síntese microbiana, pH e concentração de amônia ruminal e balanço de compostos nitrogenados, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.6, p. 1844-1852, 2000b.
- CARVALHO, A.U.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 1. Consumo e digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n.5, p. 986-995, 1997a.
- CARVALHO, A.U.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 4. Concentrações ruminiais de amônia e pH, taxa de passagem da digesta ruminal e degradação in situ dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.1016-1024, 1997b.

CAVALCANTI, M.R. **Acesso a mercados internacionais: a sanidade é o primeiro passo.** www.nelore.org.br. Acesso em 17/01/2004

CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2304-2323, 1992.

COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes.** Piracicaba: Livrocetes, 1979. 380p.

COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Desempenho produtivo de novilhos zebu alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD.

DEHORITY, B.A. Methodology for measuring microbial growth in the rumen. In: Simpósio Internacional sobre exigências nutricionais de ruminantes. 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZO, p.121-138, 1995.

DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas com cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.545-554, 2000a.

DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Eficiência de síntese microbiana, pH e concentrações ruminais de amônia em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas com cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.555-563, 2000b.

DOVE, H. The ruminant, the rumen and the pasture resource: nutrient interactions in the grazing animal. In: The ecology and management of grazing systems (eds.) Hodgson, J. Illus, A.W. CAB INTERNACIONAL. P. 219-246, 1996.

EARDMAN, R.A.; PROCTOR, G.H.; VANDERSALL, J.H. Effect of rumen ammonia concentration on "in situ" rate and extent of digestion of feedstuffs. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.9, p.2312-2320, 1986.

ERDMAN, R. Silage Fermentation Characteristics Affecting Feed Intake. In: National Silage Production Conference, Syracuse, WY. **Proceedings...** Syracuse: NRAES-67, p.210, 1993.

- FARIA, U.P. Técnicas de produção de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8, 1986. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986.
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo, conversão alimentar, ganho de peso e características de carcaça de novilhos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.343-351, 1998.
- GESUALDI JR., A.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore em confinamento: Consumo, conversão alimentar e ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1458-1466, 2000.
- HART, S.P. Associative effects of sorghum silage and sorghum grain diets. **Journal of Animal Science**, v.64, n.8, p.1779-1789, 1987.
- HOOVER, W.H.; STOKES, S.R., Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3630-3644, 1991.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.69, n. 10, p.2755-2766, 1986.
- HUHTANEN, P. The effects of concentrate energy source and protein content on milk production in cows given grass silage ad libitum. **Grass Forage Science**. 48, p.347-355, 1993.
- ILLIUS, A.M.; JESSOP, N.S. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3052-3062, 1996.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1543-1552, 2002a.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Produção microbiana e parâmetros ruminais de novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1553-1561, 2002b.

- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S. **The Biochemistry of Silage**. 2 ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 340p.
- MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.3, n.88, p.645-650, 1977.
- MERCHEN, N.R. Digestion, absorcion y excrecion em los ruminantes. In: CHURCH, D.C. (Ed.) *El ruminante: fisiologia digestiva y nutrición*. Zaragos: Acríbia. p.191-223, 1988.
- MERTENS, D. R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: Simpósio Internacional de Ruminantes. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 29, 1992, Lavras. **Anais...**Lavras: S.B.Z., p.188-219, 1992.
- MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: **Forage Quality, Evaluation and Utilization**. FAHEY JR. (ed) American Society of Agronomy: Madison. National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization, p.450-493, 1994.
- MORAES, S.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. et al. Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes, em bovinos recebendo dietas contendo silagem de milho e concentrado em diferentes proporções. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife, **Anais...** Recife: SBZ, 2002. (CD-ROM).
- 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, 59, 1997, **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, p.1-10, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Ruminant nitrogen**. Washington, D.C.:National Academy Press, 1985.138p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7.ed. Washington, D.C.:National Academy, 1996. 242p.
- PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K.G. Suplementação de bovinos com forragens conservadas. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2, 2001, Viçosa, **Anais...** Viçosa:DZO, p.261-289, 2001.

- PRESTON, T.R. Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines 2. A practical manual for research workers. S.1. Food and Agriculture Organization of the United States Nations. 154p, 1986.
- RAYMOND, W.F. The nutritive value of forage crops. **Adv. Agr.**, v.21, p.1-108, 1969.
- RESTLE, J.; NEUMANN, M.; BRONDANI, I.L. et al. Manipulação do corte do Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para confecção de silagem, visando a produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1481-1490, 2002.
- REZENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; OLIVEIRA, J.V. et al. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de volumoso:concentrado. 2. Efeito sobre a ingestão de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.1, p. 270-279, 2001.
- RIBEIRO FILHO, H.M.N.; CAPUTO, D.R.; PETRÓ, M.A. et al. Efeito do nível de concentrado sobre o consumo de nutrientes, pH e amônia ruminal em novilhos recebendo silagens de sorgo. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998.
- RODRIGUES, M.T. Uso de fibras em rações de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa. **Anais...** Viçosa:AMEZ, p.139-171, 1998.
- RUSSELL, J.B. Minimizing ruminant nitrogen losses. In: Simpósio Internacional em Ruminantes, 1992, Lavras. **Anais...**Lavras:ESAL, p. 47-64, 1992.
- RUSSELL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 1. Rumen fermentation. **Journal of Animal Science**,v.70, n.11, p.3551-356, 1992.
- 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.
- SIGNORETTI , R.D.; COELHO DA SILVA, J.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo e digestibilidade aparente em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.167-177, 1999.

- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Consumo, desempenho, características de carcaça e biometria do trato gastrointestinal e dos órgãos internos de novilhos Nelore recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1849-1864, 2002.
- SILVA, B.C.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H. et al. Consumo e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e concentrado em diferentes proporções. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, Santa Maria, **Anais...** Santa Maria:SBZ, 2003. (CD-ROM). Nutrição de Ruminantes.
- SOUZA, V.G.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de milho e concentrado em diferentes proporções. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Recife, **Anais...** Recife:SBZ, 2002. (CD-ROM). Nutrição de Ruminantes.
- STEEN, R.W.J. Factors affecting the utilization of grass silage for beef production. In: Efficient beef production from grass – Occasional Symposium, 22, British Grassland Society, Peebles, Scotland. **Proceedings...** Peebles: BGS. P.129-139, 1987.
- TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos F1 Simental x Nelore. 1. consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.910-920, 2000a.
- TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos F1 Simental x Nelore. 2. Balanço nitrogenado, eficiência microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.921-929, 2000b.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...**Viçosa:UFV/DZO, p.355-388, 1995.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. et al. Modelos nutricionais alternativos para otimização de renda na produção de bovinos de corte. In: SIMCORTE – SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3., 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.197-254, 2002.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C., SAMPAIO, I.B.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumos, digestibilidades e balanços de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1259-1263, 1997a.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2 ed. Cornell University, Ithaca. 1994. 476p.

ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 169– 217, 1991.

**Consumo, Digestibilidade, pH e Amônia Ruminal e Eficiência Microbiana
em Bovinos de Corte recebendo Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.)
Moench) e Concentrado em Diferentes Proporções**

RESUMO – Avaliaram-se o consumo e a digestibilidade aparente total e parcial dos nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal e a eficiência de síntese microbiana em bovinos de corte recebendo dietas contendo silagem de sorgo e concentrado nas seguintes proporções: 80:20; 65:35; 50:50 e 35:65%, com base na matéria seca, respectivamente. Foram utilizados quatro animais holandês x zebu, inteiros, com peso vivo inicial médio de 224±23 kg, fistulados no rúmen e abomaso, distribuídos num quadrado latino 4x4. Cada período experimental teve a duração de 17 dias. Foi utilizado o óxido crômico para estimativa do fluxo de digesta e excreção fecal, sendo a eficiência microbiana determinada com bases purinas. Os consumos e as digestibilidades aparentes de MS, MO e PB e os consumos de CNF e NDT aumentaram linearmente com o incremento do concentrado nas dietas. O consumo e a digestibilidade aparente da FDN decresceram linearmente. As digestibilidades aparentes ruminais e intestinais de MS, MO, PB, FDN e CNF não foram influenciadas pelo incremento de concentrado nas dietas, verificando-se médias de 61,9 e 38,1; 65,6 e 34,9; 39,1 e 49,8; 90,2 e 7,9; e 60,0 e 39,9%, respectivamente. Observou-se efeito quadrático de tempo de coleta para a concentração de amônia e pH ruminal, estimando-se valores máximo e mínimo de 14,89 mg/dL e 6,16 às 2,39 e 4,28 horas após a alimentação, respectivamente. A eficiência de síntese microbiana, expressa de diferentes formas, não foi influenciada pelas dietas, obtendo-se média de 11,39 g PBmic/100gNDT. Embora o incremento de concentrado nas dietas tenha resultado em aumento no consumo de quase todos os nutrientes, isto não refletiu em alterações nas variáveis ruminais avaliadas.

Palavras-chave: consumo, digestibilidade, eficiência microbiana, níveis de concentrado, óxido crômico, parâmetros ruminais

**Intake, Digestibility, pH and Ammonia Ruminal and Microbial Efficiency in
Beef Cattle receiving Sorghum Silage (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)
and Concentrate in Different Proportions**

ABSTRACT – The intake and total apparent and partial digestibility of nutrients, the pH and the ruminal ammonia concentrations and efficiency of microbial synthesis were evaluated in beef cattle receiving diets containing sorghum silage and concentrate in the following proportions: 80:20, 65:35, 50:50 and 35:65, in dry matter basis, respectively. Four crossbred (HxZ), rumen and abomasum fistulated steers, averaging 224±23 kg live weight, were assigned to a 4x4 Latin square. The chromic oxide was used as marker to estimate the fecal and abomasal dry matter flows, being the efficiency of microbial determined with base purines. The intakes and total apparent digestibilities of DM, OM, CP and the intake of NFC and TDN increased linearly with the increment of concentrate in the diet. The intake and total apparent digestibility of NDF decreased linearly. The apparent ruminal and intestinal digestibility of DM, OM, CP, NDF and NFC were not influenced by increasing of concentrate in the diet, showing medium values of 61.9 and 38.1; 65.6 and 34.9; 39.1 and 49.8; 90.2 and 7.9 and 60.0 and 39.9%, respectively. Quadratic effect of time of collection was observed for the concentration of ammonia ruminal and pH, being considered values maximum and minimum of 14,89 mg/dL and 6.16 at the 2.39 and 4.28 hours after the feeding, respectively. The efficiency of microbial synthesis, expresses in different forms, it was not influenced by the diets, being obtained average of 11.39 g CPmic/100gTDN. Although the increment of concentrated in the diets has result in increase in the intake of almost all the nutrients, this didn't reflect in alterations in the variables ruminant evaluated.

Key-words: intake, digestibility, efficiency microbial, concentrate levels, chromic oxide, parameters ruminal

1. Introdução

O Brasil é, possivelmente, o único país entre aqueles produtores mundiais de carne bovina que possui notório potencial para crescimento do rebanho e condições favoráveis para aumentar, de forma bastante expressiva, a quantidade de animais abatidos, reduzindo ainda a idade de abate desses. Embora o Brasil possua o maior rebanho bovino comercial do mundo e, no ano de 2003, ter se tornado também o maior exportador mundial de carne bovina (Cavalcanti, 2004), sua taxa de abate situa-se em torno de 24% (Anualpec, 2003), sendo bastante evidente que seus índices de produção estão muito abaixo das suas potencialidades produtivas.

Geralmente, os baixos índices de produtividade na pecuária brasileira são devidos principalmente à inadequada nutrição nos sistemas de intensa utilização de pastagens, que sofrem significativa variação estacional na produção de forragem ao longo do ano, decorrente das condições climáticas típicas.

Com o intuito de contornar os problemas ocasionados pela estacionalidade das pastagens, a utilização de forrageiras conservadas, principalmente sob a forma de silagem, vem constituindo-se em uma alternativa viável para que se possa garantir o fornecimento de forragem de alta qualidade, durante o período de escassez de alimento, utilizando em muitos casos o sistema de confinamento como alternativa ou estratégia alimentar. Nos sistemas de confinamento, o volumoso consiste na principal fonte de nutrientes para os animais devido ao alto preço dos concentrados, sendo este volumoso, na maioria dos casos, forragens conservadas, principalmente sob a forma de silagens.

Neste contexto, uma das culturas que mais se destaca para produção de silagens é a do sorgo, devido às características intrínsecas dessa cultura, como: alta quantidade de carboidratos solúveis, baixo poder tampão, teor de matéria seca acima de 25% no momento da ensilagem, estrutura física que permite boa compactação no silo, enquadrando-se nas características preconizadas por McDonald et al. (1991), para confecção de silagens de boa

qualidade. Além dessas características, o sorgo possui também alta produtividade por área, maior tolerância ao déficit hídrico e ao calor, e possibilidade de se cultivar sua rebrota, com até 60% da produção de matéria seca em relação ao primeiro corte (Zago, 1991).

O consumo, relacionado diretamente ao aporte de nutrientes e conseqüentemente, determinante no atendimento das exigências nutricionais dos animais, é considerado a principal variável que influencia no desempenho animal (Mertens, 1994; Van Soest, 1994; Illius & Jessop, 1996) e, juntamente com a digestibilidade e a eficiência energética, constituem-se nos parâmetros mais importantes relacionados com a qualidade das forrageiras (Raymond, 1969). É importante salientar que o consumo potencial de uma forragem geralmente é diminuído com o processo de ensilagem, resultando em reduções de 30 até 40% no consumo potencial dessa forragem (Erdman, 1993).

A degradação de proteínas e aminoácidos, juntamente com outros compostos nitrogenados produz amônia no rúmen. A concentração de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) é indispensável para o crescimento microbiano, principalmente os celulolíticos, desde que associada a fontes de energia (Coelho da Silva & Leão, 1979). Segundo Eardman et al. (1986), a concentração de amônia ruminal varia, normalmente, com o local de amostragem no rúmen, o tempo decorrido da alimentação, a solubilidade e o nível de proteína da dieta e o balanço entre proteína e energia. A concentração de 5 mg de $N-NH_3/100mL$, é considerada por diversos autores como o nível mínimo para eficiente uso de carboidratos fermentáveis no crescimento microbiano (Satter & Slyter, 1974; Preston, 1986). O aumento na disponibilidade de energia ruminal, com o incremento de concentrado na dieta, possibilita maior utilização da amônia para o crescimento microbiano, o que promove a redução de sua concentração no rúmen (Carvalho et al., 1997c).

O pH ruminal constitui-se em um dos principais parâmetros ruminais que interferem diretamente no crescimento microbiano e, conseqüentemente, na fermentação ruminal e está relacionado com o tipo de microrganismo que irá desenvolver-se no rúmen. O valor ótimo de pH situa-se próximo a 6,5, sendo que os microrganismos do rúmen estão adaptados a se desenvolverem em um meio com pH variando de 5,5, a 7,0 (Coelho da Silva & Leão, 1979; Hoover &

Stokes, 1991). Segundo Hoover & Stokes, (1991), a redução no pH de 6,5 para 5,5 promove diminuição na síntese microbiana.

De acordo com o NRC (2001), a proteína microbiana supre a maioria dos aminoácidos essenciais no intestino delgado, uma vez que apresenta um perfil de aminoácidos essenciais de alta qualidade e relativamente constantes. Cerca de 50 a 100% da proteína metabolizável exigida pelos bovinos de corte pode ser suprida pela proteína de origem microbiana (NRC, 1996), enquanto que, para Clark et al. (1992), 59% da proteína que chega ao intestino delgado é de origem microbiana.

Considerando que a cultura de sorgo possui grande potencial para cultivo na maior parte das regiões do Brasil, conduziu-se o presente trabalho objetivando-se avaliar o consumo e as digestibilidades aparentes totais e parciais dos nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal e a eficiência de síntese microbiana em bovinos mestiços holandês x zebu, alimentados com dietas contendo silagem de sorgo forrageiro e concentrado, em diferentes proporções.

2. Material e métodos

2.1 . Local e condições climáticas

Esse trabalho foi conduzido na Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (CEPET), da Universidade Federal de Viçosa (UFV). A CEPET localiza-se no município de Capinópolis, o qual se situa na Região do Pontal do Triângulo Mineiro do Estado de Minas Gerais, com altitude média de 620,2 m, latitude Sul de 18,41° e longitude Oeste de 49,34°. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw, quente e úmido, com temperatura do mês mais frio acima de 18° C; apresentando precipitações médias anuais entre 1400 a 1600 mm, com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

2.2. Plantio, colheita e ensilagem do sorgo forrageiro

O plantio do sorgo (Volumax) foi efetuado em novembro de 2001, em área da Central de Experimentação e Pesquisa do Triângulo Mineiro – CEPET, da Universidade Federal de Viçosa CEPET destinada à produção de silagem, seguindo-se as recomendações do fabricante de sementes. O solo da área é classificado como latossolo vermelho escuro. A correção do solo foi realizada com base na análise de solo e seguindo-se as “Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais” (CFSEMG, 1989). Foram aplicados 300 kg/ha de 8-28-16 (N-P-K), como adubação de plantio, efetuando-se ainda duas adubações de cobertura, aos 25 e 45 dias após a semeadura, aplicando-se 150 kg/ha da mistura 20-0-20 e 100 kg/ha de uréia, respectivamente. O sorgo foi colhido com uma máquina colhedora de forragem JF, modelo JF90, aos 118 dias após a semeadura, quando os grãos atingiram o estágio farináceo-duro e, posteriormente, ensilado em dois silos tipo superfície, com aproximadamente 50 toneladas de capacidade cada.

2.3. Dietas experimentais

Os tratamentos (T) consistiram de dietas isoprotéicas, formuladas com 13,0% de proteína bruta, apresentando as seguintes proporções de silagem de sorgo e concentrado, com base na matéria seca: T1- 80:20; T2- 65:35; T3- 50:50 e T4- 35:65. A proporção dos ingredientes nas dietas experimentais é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1

Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa na base da matéria seca

Ingredientes	Níveis de concentrado (%)			
	20,0	35,0	50,0	65,0
Silagem de sorgo	80,0	65,0	50,0	35,0
Fubá de milho	5,85	22,05	38,25	54,38
Grão de soja inteiro ¹	12,59	11,25	9,86	8,50
Uréia/SA ²	1,11	1,11	1,11	1,11
Cloreto de sódio	0,3	0,3	0,3	0,3
Fosfato bicálcico	0,12	0,26	0,45	0,68
Premix mineral ³	0,03	0,03	0,03	0,03

¹ Adicionado por ocasião da alimentação dos animais.

² Uréia e sulfato de amônia na proporção de 9:1.

³ Composição: sulfato de cobre (22,50%), sulfato de cobalto (1,40%) sulfato de zinco (75,40%), lodato de potássio (0,50%), selenito de sódio (0,20%).

2.4 . Manejo, mensurações e coletas das amostras

Utilizaram-se quatro novilhos mestiços holandês x zebu, com peso vivo inicial médio de 224±23 kg, fistulados no rúmen e abomaso, segundo técnicas descritas por Leão & Coelho da Silva (1980). Os animais receberam tratamento contra endo e ecto parasitos antes de iniciar o período experimental e foram mantidos em baias individuais com área de aproximadamente 10 m², com comedouro e bebedouro cobertos.

A alimentação foi fornecida em duas refeições diárias, às 8:00 e às 15:00h, de forma a manter as sobras entre 5 e 10% do total fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Os animais foram pesados antes de receberem a alimentação no período da manhã, ao início e final de cada período experimental, num total de quatro períodos, os quais tiveram duração de dezessete dias cada um, sendo dez dias para adaptação dos animais às dietas, seis dias para coleta de digesta abomasal, fezes, material fornecido e sobras e um dia para coleta de líquido ruminal para determinação

do pH e concentração de N amoniacal, nos tempos de 0, 2, 4 e 6 horas após a alimentação.

Efetou-se a determinação do pH em 50 mL de fluido ruminal no penúltimo dia de cada período experimental, utilizando-se peagâmetro digital. Após a leitura, as amostras foram colocadas em potes plásticos com 80 mL de capacidade, adicionando-se em seguida 1 mL de H₂SO₄ 1:1, e armazenadas em freezer a -15°C, para posteriores análises das concentrações de amônia ruminal.

Conforme metodologia descrita por Bolsen et al. (1992), foram feitas medições de pH e N amoniacal nas amostras de silagem, coletadas a cada três dias, durante a fase de coletas em cada período experimental.

Para a determinação da excreção fecal e do fluxo de digesta abomasal, foi utilizado o óxido crômico (Cr₂O₃), administrado em uma única dose diária de 15 g, via fístula ruminal, às 11 horas da manhã entre o 3º e 16º dias de cada período experimental. As coletas de fezes e de digesta abomasal foram realizadas de 26 em 26 horas, iniciando-se às 8 horas da manhã, entre os dias 11 e 16 de cada período experimental. As amostras de fezes, aproximadamente 200g, foram colhidas diretamente no reto dos animais. Para digesta abomasal, coletaram-se aproximadamente 500mL, via cânula. Ambas as amostras foram armazenadas em sacos plásticos, identificadas por animal e período e armazenadas a -15°C para posteriores análises.

A mensuração do consumo diário foi obtida pela diferença de pesagem do alimento ofertado e das sobras, coletando-se amostras diárias dos alimentos e das sobras, por animal, em cada período de coletas. Essas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas, e guardadas em geladeira. Ao final de cada período experimental, essas amostras, juntamente com as de digesta abomasal, foram submetidas a uma pré-secagem a 65°C, por 72 h, moídas em moinho de faca tipo “Willey”, com peneira de 1mm, e armazenadas em recipientes de vidro, com tampa de polietileno, previamente identificados, para as análises laboratoriais posteriores, sendo que, para as amostras de fezes, sobras e digesta abomasal foram confeccionadas amostras compostas por animal, com base no peso seco.

2.5. Análises laboratoriais

Ao final do experimento, todas as amostras foram transportadas para o Laboratório de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da UFV, em Viçosa, e submetidas às análises de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), nitrogênio total e matéria orgânica (MO) dos alimentos, sobras, fezes e digesta abomasal e, lignina e compostos nitrogenados insolúveis em detergente ácido (NIDA) e em detergente neutro (NIDN) dos alimentos, conforme procedimentos descritos por Silva & Queiróz (2002), sendo a proteína bruta (PB) obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25.

O teor de cromo nas fezes foi determinado segundo Williams et al. (1962), utilizando-se espectrofotômetro de absorção atômica.

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) dos alimentos, sobras, fezes e digesta abomasal e, fibra em detergente ácido (FDA) dos alimentos foram determinados pelo método da autoclave, conforme metodologia descrita por Pell & Schofield (1993), que consistem na pesagem de aproximadamente 0,5 g de amostra que foi, posteriormente, colocada em frascos de vidro de 50 ml juntamente com 25 ml de solução de detergente neutro (ou ácido). Os frascos foram vedados com rolhas de borracha e lacres de alumínio e posteriormente levados à autoclave para serem fervidos durante uma hora, à temperatura de 105°C. A correção da FDN para cinzas e proteína (FDNcp) foi realizada nas amostras de alimentos para cálculo da digestibilidade da FDN e NDT das dietas.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos a partir da seguinte equação somativa: $NDT = PBD + 2,25 \times EED + FDNcpD + CNFD$, em que: PBD, EED, FDNcpD e CNFD significam, respectivamente, proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, fibra em detergente neutro (corrigida para cinzas e proteína) digestível e carboidratos não fibrosos digestíveis.

Devido à presença de uréia nas dietas, os CNF dos concentrados foram calculados segundo Hall (2000): $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \%FDNcp + \%EE + \%cinzas]$.

As concentrações de N-NH_3 do líquido ruminal foram determinadas mediante destilação com hidróxido de potássio (KOH) 2N, conforme técnica de Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980).

Para a quantificação da proteína microbiana e subsequente determinação da eficiência microbiana, foram utilizadas aproximadamente 400 mg de amostras secas de digesta de abomaso, utilizando as bases purinas como indicador microbiano, que foram analisadas conforme técnica descrita por Ushida et al. (1985). Utilizou-se o valor médio de 14,78%, estimado por Ítavo et al. (2002b) para a relação R-RNA:N-total das bactérias do rúmen.

A taxa de passagem (K_p) foi estimada utilizando-se as equações recomendadas pelo NRC (2001): $K_p = 3,054 + 0,614X_1$ e $K_p = 2,904 + 1,375X_1 - 0,020X_2$; indicadas para determinação da taxa de passagem de forrageiras úmidas e de alimentos concentrados, respectivamente, sendo X_1 equivalente ao consumo de matéria seca em relação ao peso vivo e X_2 equivalente à percentagem de concentrado na dieta.

2.6. Análises estatísticas

As variáveis obtidas foram avaliadas por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o programa SAEG 8.0 - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2001). Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste F, ao nível de 5% de probabilidade, e por meio do coeficiente de determinação (r^2). Os resultados de consumo, digestibilidades dos nutrientes e eficiência microbiana foram analisados em um quadrado latino 4 x 4, cuja ANOVA incluía animal, período e dieta no modelo. O pH e a concentração de amônia ruminal, foram testados, usando a análise de variância num esquema de parcelas subdivididas, com animal, período e dieta como parcela principal e tempo de amostragem como subparcela.

3. Resultados

3.1. Silagem e dietas experimentais

A composição químico-bromatológica dos alimentos e das dietas encontram-se nas Tabelas 2 e 3, respectivamente. O teor médio de proteína bruta das dietas foi de 13,18%. A silagem apresentou pH de $3,80 \pm 0,10$ e concentração de $N-NH_3$, como percentagem do N total de $7,94 \pm 1,5$, indicando boa fermentação da silagem.

Tabela 2

Composição químico-bromatológica dos concentrados e da silagem utilizados nas dietas experimentais

Itens	Grão de soja	Silagem de sorgo	Níveis de concentrado (%)			
			20	35	50	65
MS (%)	90,12	33,00	93,56	91,67	92,77	91,36
MO ¹	95,22	94,53	91,57	94,95	95,02	95,26
PB ¹	33,50	6,20	51,80	23,43	16,80	14,50
NIDN ²	6,11	30,82	1,79	4,27	4,86	6,56
NIDA ²	5,23	14,67	0,80	1,36	1,92	2,55
EE ¹	17,80	2,25	3,11	3,36	3,65	4,41
FDN ¹	16,60	65,60	10,70	11,40	12,15	12,75
FDNcp ¹	15,93	64,12	10,19	11,06	11,80	12,47
CNF ¹	27,99	21,96	53,43	65,51	67,75	67,44
FDA ¹	8,66	41,97	4,00	4,33	4,50	4,63
Lignina ¹	3,55	8,88	1,52	1,62	1,85	2,10

¹(%) na MS.

²Percentagem na PB total.

Tabela 3

Composição químico-bromatológica das dietas experimentais

Itens	Níveis de concentrado (%)			
	20,0	35,0	50,0	65,0
MS(%)	44,68	53,36	62,62	70,82
MO ¹	94,40	94,71	94,79	95,00
PB ¹	13,02	13,36	13,15	13,21
EE ¹	4,27	4,26	4,34	4,79
FDN ¹	55,36	47,22	39,31	31,57
FDNcp ¹	54,06	46,10	38,37	30,84
CNF ¹	25,05	32,98	40,94	48,15
FDA ¹	34,97	29,29	23,65	18,04
Lignina ¹	7,66	6,56	5,53	4,60
NDT ¹	60,73	65,16	69,29	73,81

¹ (%) na MS.

3.2. Consumo de nutrientes

São apresentados na Tabela 4 as médias, equações de regressão, ajustadas para os consumos diários dos nutrientes, os coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV%), em função do nível de concentrado nas dietas.

Observou-se aumento linear ($P < 0,01$) dos consumos de MS, MO, PB, EE, CNF e NDT, independentemente da forma de expressão, com o incremento do concentrado na dieta. Por outro lado, o consumo de FDN decresceu linearmente ($P < 0,05$) quando expresso em kg/dia ($P < 0,10$), em percentagem do peso vivo (%PV) ou em gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$).

Tabela 4

Médias dos consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV%), ajustadas em função dos níveis de concentrado (C) nas dietas.

Itens	Níveis de concentrado (%)				Equações	r^2	CV (%)
	20	35	50	65			
Consumos (kg/dia)							
MS	3,90	4,22	4,84	5,50	=3,07459+0,036200**C	0,98	8,89
MO	3,69	4,05	4,64	5,47	=2,77693+0,0396664**C	0,97	6,82
PB	0,64	0,70	0,77	0,85	=0,538021+0,00476726**C	0,99	4,77
EE	0,19	0,20	0,21	0,28	=0,150711+0,00173434**C	0,78	9,35
FDN	1,97	1,71	1,66	1,53	=2,100616-	0,92	18,27
CNF	0,99	1,57	2,18	2,90	=0,117984+0,0421755**C	0,99	10,52
NDT	2,63	3,08	3,42	4,26	=1,86654+0,0348858**C	0,96	10,65
Consumos (%PV)							
MS	1,73	1,87	2,07	2,31	=1,44989+0,0129188**C	0,99	8,21
FDN	0,87	0,75	0,70	0,63	=0,961382-0,00528022*C	0,96	14,34
NDT	1,17	1,39	1,46	1,80	=0,903054+0,0129647**C	0,94	11,98
Consumos ($g/kg^{0,75}$)							
MS	67,10	72,47	80,94	90,73	=55,3224+0,529073**C	0,98	8,26
FDN	33,84	29,07	27,44	24,74	=36,9661-0,192786*C	0,96	15,25
NDT	45,30	53,57	57,01	70,41	=34,2516+0,525151**C	0,95	11,54

** , * e *** Significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

3.3. Digestibilidades aparentes totais e parciais

Na Tabela 5, estão demonstrados os coeficientes de digestibilidade aparente total e parcial dos nutrientes, com suas respectivas equações de regressão, ajustadas em função dos níveis de concentrado nas dietas e os coeficientes de determinação e variação.

Os coeficientes de digestibilidade aparente total de MS, MO e PB aumentaram linearmente ($P < 0,01$) com o incremento dos níveis de concentrado. Para a digestibilidade aparente total do EE, observou-se efeito quadrático ($P < 0,01$) de nível de concentrado, estimando-se valor mínimo de 71,4 % para dietas contendo 52,0% de concentrado. A digestibilidade aparente total dos CNF não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos níveis de concentrado nas dietas, registrando-se valor médio de 80,14%. Por outro lado, o coeficiente de digestibilidade aparente total da FDN decresceu linearmente ($P < 0,01$) com o incremento de concentrado na dieta.

Em relação a digestibilidade aparente ruminal dos nutrientes, não observou-se efeito ($P > 0,05$) de níveis de concentrado, registrando-se valores médios de 61,87; 65,7; 39,01; 10,7; 90,2 e 60,04%, para as digestibilidades de MS, MO, PB, EE, FDN e CNF, respectivamente (Tabela 5).

Para digestibilidade aparente intestinal dos nutrientes, apenas a do EE foi influenciada ($P < 0,05$) pelos níveis de concentrado, cujos dados ajustaram-se a um modelo linear (Tabela 5).

Tabela 5

Médias das digestibilidades aparentes total, ruminal e intestinal da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) das dietas com as respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação (r^2/R^2) e variação (CV%), ajustadas em função dos níveis de concentrado (C) nas dietas.

Itens	Níveis de concentrado (%)				Equações	r^2/R^2	CV(%)
	20	35	50	65			
Digestibilidade aparente total (%)							
MS	61,75	62,79	63,60	71,13	=56,6187+0,192940**C	0,76	3,24
MO	62,96	64,15	64,80	72,47	=57,8266+0,194563**C	0,76	3,00
PB	66,29	70,42	71,02	73,57	=63,9687+0,149515**C	0,92	2,614
EE	83,93	77,18	69,45	74,26	=106,21-1,33707**C+0,0128482**C ²	0,92	3,683
FDN	56,77	54,22	51,58	49,35	=60,0357-0,166019**C	0,99	5,65
CNF	76,92	80,05	77,96	85,62	=80,14	-	3,34
Digestibilidade aparente ruminal (%)							
MS ¹	69,15	53,47	68,16	56,69	=61,87	-	20,05
MO ¹	72,53	57,04	71,85	58,82	=65,6	-	17,28
PB ²	33,56	38,45	43,10	41,12	=39,06	-	30,19
EE ²	7,0	-1,74	10,85	26,63	=10,69	-	158,79
FDN ¹	93,47	90,93	91,91	91,20	=90,23	-	10,67
CNF ¹	61,39	51,88	70,90	54,98	=60,04	-	23,44
Digestibilidade aparente intestinal (%)							
MS ¹	30,85	46,53	31,84	43,31	=38,13	-	32,52
MO ¹	27,47	42,96	28,15	41,18	=34,94	-	32,18
PB ²	48,40	48,93	48,36	53,56	=49,81	-	16,68
EE ²	82,94	76,48	65,39	64,60	=91,0823-0,440663**C	0,92	10,26
FDN ¹	6,53	9,07	8,09	8,08	=7,95	-	117,9
CNF ¹	38,61	47,12	29,10	45,02	=39,96	-	35,22

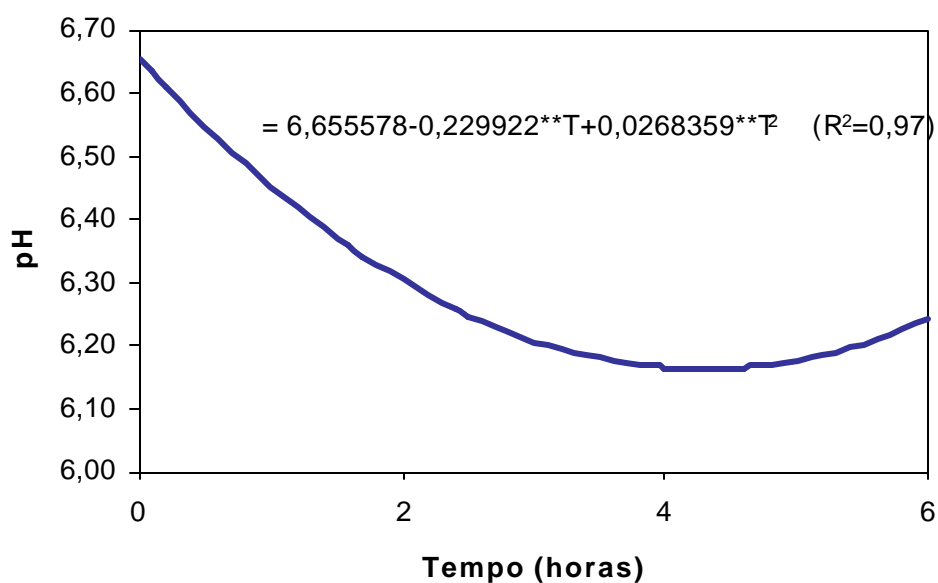
** Significativo a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

¹ Digestibilidade calculada em função do total digestível.

² Digestibilidade calculada em função da quantidade que chegou no local.

3.4. pH ruminal

A análise de variância não detectou efeito ($P>0,05$) de níveis de concentrado e da interação níveis de concentrado e tempo de amostragem, sobre o pH ruminal, mas foi verificado efeito ($P<0,01$) de tempo de amostragem, cujos dados ajustaram-se a um modelo quadrático, estimando-se pH mínimo de 6,16, no tempo de amostragem de 4,28 horas após alimentação (Figura 1).

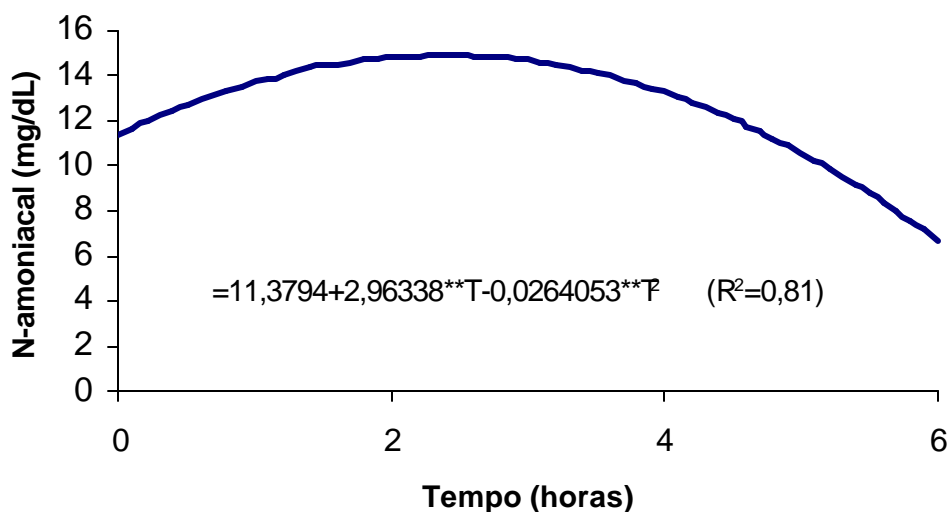


**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

Figura 1. Estimativa do pH em função do tempo de amostragem (T).

3.5. Concentração de amônia ruminal

Para a concentração de amônia ruminal, a análise de variância revelou efeito apenas de tempo de amostragem, cujos dados ajustaram-se a um modelo quadrático, estimando-se valor máximo de 14,89 mg N-NH₃/dL, 2,39 horas após a alimentação (Figura 2).



**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

Figura 2. Estimativa da concentração de amônia ruminal (mg/dL) em função do tempo de amostragem (T).

3.6. Eficiência microbiana

Na Tabela 6, encontram-se as médias, os coeficientes de variação e as equações de regressão, ajustadas em função dos níveis de concentrado na dieta, para matéria orgânica e carboidratos totais degradados no rúmen, compostos nitrogenados totais (NT) e microbianos (NMic) presentes no abomaso e eficiência microbiana expressa em g NMic/kg CHODR, g NMic/kg MODR e g PBMic/100g NDT. Verifica-se que nenhuma destas variáveis foi influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de concentrado na dieta.

Tabela 6

Médias, equações de regressão e coeficientes de variação para os compostos nitrogenados totais (NT) e microbianos (NMic) presentes no abomaso, matéria orgânica degradada no rúmen (MODR), carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR) e, eficiência microbiana, expressa em g NMic/kg CHODR, g NMic/kg MODR e g PBMic/100g NDT, ajustadas em função dos níveis de concentrado na dieta

Variáveis	Níveis de Concentrado (%)				Equações	CV(%)
	20	35	50	65		
NT no abomaso ¹	73,78	75,38	74,41	85,90	=77,37	22,22
NMic no abomaso ¹	64,59	66,16	69,26	72,61	=68,16	15,81
MODR ²	2,04	1,56	2,42	2,35	=2,09	22,06
CHODR ²	1,79	1,29	2,03	1,93	=1,76	19,18
g NMic/kgMODR	32,20	42,69	29,20	34,38	=34,62	35,15
g NMic/kgCHODR	36,44	51,88	34,87	40,35	=40,89	28,96
g PBMic/100g NDT	12,39	12,03	11,38	9,75	=11,39	16,23

¹(g/dia); ²(Kg/dia).

3.7. Taxa de passagem

Observou-se efeito linear ($P < 0,01$) dos níveis de concentrado sobre a taxa de passagem das dietas, cujos dados ajustaram-se à equação de regressão: $K_p (\%) = 0,0409279 + 0,0000897350 \cdot C$ ($r^2 = 0,99$), em que (C) corresponde aos níveis de concentrado na dieta em percentagem. A partir desta equação estimaram-se taxas de passagem de 0,043; 0,044; 0,045 e 0,047.h⁻¹ para as dietas com 20, 35, 50 e 65% de concentrado, respectivamente.

4. Discussão

4.1. Silagem

Os baixos valores de pH e N-amoniaco indicam que ocorreu uma boa fermentação do material ensilado, permitindo classificar a silagem produzida como de boa qualidade, com base nessas variáveis, segundo critérios de McDonald et al. (1991) e Muck & Pitt (1993).

4.2. Consumo de nutrientes

O aumento linear ($P < 0,05$) no consumo de matéria seca, com o incremento do concentrado nas dietas (Tabela 4), deve-se provavelmente ao maior teor de NDT naquelas dietas contendo níveis mais altos de concentrado (Tabela 3), conforme sugerem Euclides Filho et al. (1997). Assim, aumentos da densidade energética da ração, bem como no seu teor de MS, podem ser apontados como uma das possíveis causas do aumento no consumo de MS. Silva (2003), utilizando silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e, níveis de concentrado e animais bastante semelhantes aos do presente experimento, também verificou incremento linear no consumo de matéria seca, com o aumento do concentrado na dieta. Ferreira et al. (1998), Ladeira et al. (1999) e Dias et al. (2000a), trabalhando com feno de gramíneas tropicais e, Souza et al. (2002), usando silagem de milho, também verificaram aumento linear no consumo de matéria seca, com o incremento dos níveis de concentrado na dieta. Por outro lado, Tibo et al. (1997), Gesualdi Jr. et al. (2000) e Vêras et al. (2000) encontraram efeito quadrático para o consumo de MS em função dos níveis de concentrado. Em contrapartida, vários autores não verificaram efeito dos níveis de concentrado sobre o consumo de MS (Carvalho et al., 1997a; Cardoso et al., 2000a; Ítavo et al., 2002a; Costa et al., 2002).

Os aumentos lineares ($P < 0,01$) verificados para os consumos de PB, EE e CNF com o incremento dos níveis de concentrado na dieta, podem ser atribuídos ao aumento no consumo de MS, permitindo, conseqüentemente,

maior ingestão desses nutrientes. Além do mais, as dietas com maiores níveis de concentrado apresentaram maiores teores de EE e CNF (Tabela 3).

Este fato refletiu sobre o consumo de NDT, que aumentou linearmente ($P<0,01$) com o nível de concentrado, devido principalmente aos maiores consumos de CNF, PB e EE digestíveis, em detrimento do consumo de FDN e, ao maior teor de NDT nas dietas com maiores níveis de concentrado, conforme já relatado. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2002) e Silva (2003).

Por outro lado, o decréscimo linear ($P<0,05$) no consumo de FDN, independente da forma de expressão (Tabela 4), deve-se provavelmente à redução no conteúdo de FDN das dietas (Tabela 3), com o incremento de concentrado nas mesmas, embora tenha sido constatado aumento linear no consumo de MS com os níveis de concentrado. Os consumos de FDN estimados, de 0,87 e 0,63% do PV, para dietas contendo 20 e 65% de concentrado, respectivamente, são inferiores aos 1,2% do PV, sugeridos por Mertens (1992), como controlador da ingestão de MS pelo enchimento. Sendo assim, a ingestão de MS foi possivelmente controlada pela demanda energética dos animais ou inibida pelo estresse causado pela manipulação destes, por ocasião das coletas. Vários trabalhos também verificaram efeito linear decrescente do consumo de FDN com o aumento do nível de concentrado nas dietas (Carvalho et al., 1997a; Ladeira et al., 1999; Gesualdi Jr. et al., 2000; Cardoso et al., 2000a; Moraes et al., 2002; Silva, 2003).

4.3. Digestibilidades aparentes totais e parciais

O incremento linear ($P<0,01$) nos coeficientes de digestibilidade aparente total da MS e MO, com o aumento dos níveis de concentrado, deve-se, provavelmente, ao aumento no consumo de carboidratos não fibrosos (Tabela 4), conforme sugere Valadares Filho (1985). Este autor atribuiu o aumento da digestibilidade em dietas com níveis mais altos de concentrado, à maior concentração de carboidratos não estruturais nestas dietas, que são

mais digestíveis que os carboidratos estruturais. Aumento linear para as digestibilidades aparentes totais da MS e MO, em função dos níveis de concentrado, também foram verificados por Berchielli (1994), Araújo et al. (1998), Dias et al. (2000a), Tibo et al. (2000) e Ítavo et al. (2002a). Entretanto, Carvalho et al. (1997a), Ladeira et al. (1999) e Silva (2003) verificaram comportamento quadrático. Contudo, Moraes et al. (2002), trabalhando com silagem de milho e níveis de concentrado semelhantes aos do presente trabalho, não registraram efeito de níveis de concentrado sobre os coeficientes de digestibilidade aparente total da MS e MO.

O coeficiente de digestibilidade aparente total da PB incrementou ($P < 0,01$) 0,149515 unidades por unidade de acréscimo de concentrado, enquanto que, para o EE, observou-se efeito quadrático ($P < 0,01$), estimando-se digestibilidade mínima de 71,4%, para dietas contendo 52,0% de concentrado. Dias et al. (2000a) encontraram resposta linear para a digestibilidade total destes nutrientes, com o incremento do concentrado nas dietas. Todavia, estudos conduzidos por Carvalho et al. (1997a), Moraes et al. (2002) e Silva (2003), não registraram efeitos de níveis de concentrado sobre as digestibilidades aparentes totais de PB e EE.

Em relação a digestibilidade aparente total dos CNF, não foi observado efeito de níveis de concentrado, registrando-se valor médio de 80,14%.

A redução linear ($P < 0,01$) da digestibilidade total da FDN (Tabela 5), com o incremento de concentrado, pode ser explicada, possivelmente, pela existência de um mecanismo de competição entre bactérias amilolíticas e fibrolíticas, sendo que os microrganismos amilolíticos se desenvolvem mais rapidamente devido à sua maior eficiência em utilização do nitrogênio presente no rúmen (Olson et al., 1999). Desta forma, dietas com maiores níveis de concentrados promoverão maior proliferação de microrganismos amilolíticos em detrimento dos celulolíticos e, conseqüentemente, menor digestão da fibra. Estes resultados estão coerentes com os encontrados por Resende (1999), Tibo et al. (2000) e Ítavo et al. (2002a), que também atribuíram a diminuição linear da digestibilidade aparente total da FDN ao efeito depressor do concentrado na digestibilidade da fibra. Entretanto, pode-se verificar na literatura a ocorrência de efeito quadrático (Ladeira et al., 1999; Vêras et al.,

2000; Dias et al., 2000a) ou nenhum efeito (Carvalho et al., 1997a; Cardoso et al., 2000a; Moraes et al. 2002; Silva, 2003) de níveis de concentrado sobre a digestibilidade aparente total deste constituinte.

As digestibilidades aparentes ruminal dos nutrientes não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos níveis de concentrado das dietas (Tabela 5). O valor médio encontrado para a digestibilidade aparente ruminal da MS, de 61,9%, foi superior àqueles verificados por Tibo et al. (1997), Bürger et al. (1998) e Dias et al (2000a) de 50,5; 48,5 e 57,5%, respectivamente e, inferior ao valor médio encontrado por Ladeira et al. (1999), de 63,4%. Para o coeficiente de digestibilidade aparente ruminal da PB, foi verificado valor médio de 39,06%, sendo este superior ao encontrado por Carvalho et al. (1997b), que registraram valor médio de 18,0%. Segundo estes autores, os valores positivos para a digestibilidade ruminal da PB podem indicar que ocorreu absorção de amônia no rúmen e, conseqüentemente, perda de proteína dietética. De acordo com este fato, pressupõe-se que a PB das dietas estava acima das exigências dos microrganismos ruminais. Entretanto, alguns autores encontraram resposta linear positiva para o coeficiente de digestibilidade aparente ruminal de PB com o incremento dos níveis de concentrado (Ladeira et al., 1999; Tibo et al., 2000; Silva, 2003).

O coeficiente de digestibilidade ruminal negativo para o EE, observado na dieta com 35% de concentrado (Tabela 5), pode ser atribuído à ocorrência de síntese de lipídios microbianos no rúmen, contribuindo para aumentar a quantidade de lipídeos que chegam até o abomaso, em relação ao que foi ingerido. Carvalho et al. (1997b) e Ítavo et al. (2002a), também não detectaram efeito de nível de concentrado sobre a digestibilidade ruminal deste nutriente, registrando valores médios de 8,9 e 1,4%, respectivamente.

Embora tenha ocorrido redução linear na digestibilidade total da FDN (Tabela 5), a digestibilidade ruminal desta fração não foi influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de concentrado. Segundo Degregorio et al. (1982), embora o principal local de digestão da fibra, com dietas volumosas, seja o rúmen, quando o conteúdo de amido dietético aumenta, o escape ruminal do amido pode aumentar, reduzindo a digestão da fibra no rúmen e aumentando a importância do intestino como local de fermentação. O valor médio encontrado

para digestibilidade ruminal da FDN, de 90,2%, é inferior aos 99,9%, encontrado por Carvalho et al. (1997b) e superior aos 78,8%, verificados por Silva (2003), utilizando feno de coast-cross (*Cynodon dactylon* L.) e silagem de *Brachiaria brizantha*, respectivamente, como volumosos.

Não foi observado efeito ($P>0,05$) do incremento de concentrado na dieta sobre as digestibilidades aparentes intestinais da MS e MO, registrando-se valores médios de 38,1 e 34,9%, respectivamente (Tabela 5). Dias et al. (2000a) também não observaram efeito de níveis de concentrado sobre a digestibilidade aparente intestinal da MS, registrando valor médio de 45,5%. Entretanto, em relação a digestibilidade aparente intestinal da MO, esses autores observaram efeito linear positivo devido, possivelmente, ao maior escape ruminal de MO nas rações mais ricas em concentrado.

A digestibilidade aparente intestinal da PB não foi influenciada ($P>0,05$) pelo aumento nos níveis de concentrado, apresentando média de 49,81%, enquanto a do EE variou de forma linear decrescente ($P<0,01$), diminuindo 0,44 unidades para cada unidade de concentrado adicionado à dieta. Silva (2003) também registrou efeito linear decrescente para o coeficiente de digestibilidade aparente intestinal do EE, verificando uma diminuição de 0,36 pontos percentuais, para cada unidade percentual de concentrado adicionado à dieta. Por outro lado, Tibo et al. (2000) verificaram aumentos lineares no coeficiente de digestibilidade intestinal do EE, mas também não observaram influência de níveis de concentrado sobre a digestibilidade intestinal da PB, registrando valor médio de 65,3%, sendo este superior ao desse trabalho.

4.4. pH ruminal

O valor de pH mínimo de 6,16, estimado às 4,28 horas após a alimentação, se encontra acima da faixa inibitória ao desenvolvimento dos microrganismos celulolíticos, de 5,0 a 5,5, sugerida por Hoover (1986). De fato, a digestibilidade ruminal da FDN não foi afetada pela variação dos níveis de concentrado nas dietas (Tabela 5). Contudo, este mesmo autor revelou redução na síntese bacteriana e na digestibilidade ruminal de FDN, quando o pH foi inferior a 6,2. De forma semelhante, Mould et al. (1983) relataram que

valores de pH abaixo de 6,2 podem reduzir a atividade de bactérias celulolíticas. Cardoso et al. (2000b) encontraram pH de 5,76, às 7,46 horas após a alimentação, com 75% de concentrado na dieta. Segundo esses autores, este valor não foi suficientemente baixo para comprometer a eficiência de síntese microbiana e a digestibilidade ruminal da FDN.

Silva (2003), trabalhando com silagem de *Brachiaria* brizantha, encontrou valores de pH do líquido ruminal de 6,6; 6,7; 6,4 e 6,1, para dietas com níveis de 20;0; 35;0; 50;0 e 65;0% de concentrado, respectivamente, sem alteração da digestibilidade ruminal da FDN.

4.5. Concentração de amônia ruminal

As concentrações de amônia ruminal não foram alteradas pelos níveis de concentrado nas dietas, mas foram influenciadas pelo tempo de amostragem, estimando-se valor máximo de 14,89 mg N-NH₃/dL, 2,39 horas após a alimentação, sendo este fato possivelmente atribuído a sincronização da degradação da proteína e carboidratos. Este valor é superior aos 5 mg N-NH₃/dL, sugeridos por Satter & Slyter (1974) e Preston (1986) e aos 3,3 e 8,0 mg N-NH₃/dL, propostos por Hoover (1986), como necessários para maximização do crescimento microbiano e da digestão da matéria orgânica no rúmen, respectivamente. Entretanto, Leng (1990), sugeriu valores próximos de 10 mg N-NH₃/dL, como não limitantes do crescimento microbiano, em condições tropicais.

Valadares et al. (1997) e Dias et al. (2000b) encontraram resposta linear crescente para concentração de N-NH₃ ruminal, com o aumento dos níveis de concentrado das rações, decorrente da maior disponibilidade de energia no rúmen. Cardoso et al. (2000b) e Moraes (2002) estimaram concentrações máximas de 17,56 e 13,11 mg N-NH₃/100mL, às 2,77 e 2,23 horas após a alimentação.

4.6. Eficiência de síntese microbiana

Os valores médios encontrados para nitrogênio total e nitrogênio microbiano no abomaso de 77,37 e 68,16 g/dia (Tabela 6), respectivamente, foram superiores àqueles encontrados por Ítavo et al. (2002b), de 68,58 e 60,75g/dia, e inferiores aos verificados por Cardoso et al. (2000b), de 106,40 e 85,69 g/dia, para respectivas variáveis. Por outro lado, Dias et al. (2000b) e Tibo et al. (2000), verificaram efeito linear crescente para o N total presente no abomaso, com aumento dos níveis de concentrado na dieta.

O fluxo de N microbiano no abomaso representou, em média, 88,23% do fluxo médio de N total para o abomaso, sendo este valor bastante próximo aos 87,71% encontrados por Ítavo et al. (2002b).

Embora não tenha sido verificado efeito de níveis de concentrado sobre a produção de N microbiano, observa-se na Tabela 6 a tendência de aumento deste com o incremento dos níveis de concentrado. Tal comportamento explica-se pelo aumento linear no consumo de MS (Tabela 4), uma vez que as dietas eram isonitrogenadas. Rennó et al. (2000) observaram correlação positiva para a produção de N microbiano e consumo de MS e, negativa, para a percentagem de FDN na dieta. Estes autores, estudando a produção de proteína microbiana por meio dos derivados de purinas na urina, verificaram efeito de níveis de concentrado sobre o N microbiano, registrando valor médio de 80,8 g/dia para animais mestiços (europeu x nelore), valor este pouco superior às 72,61 g/dia, encontradas no presente trabalho (Tabela 6), para animais com padrão racial semelhante.

As quantidades médias de MODR e CHODR de 2,09 e 1,76 Kg/dia, respectivamente (Tabela 6), foram superiores aos valores médios de 1,58 e 1,47 Kg/dia, encontrados por Carvalho et al. (1997c). Entretanto, verificam-se na literatura trabalhos que registraram efeito linear crescente da MODR e dos CHODR em função dos níveis crescentes de concentrado (Ladeira et al., 1999; Dias et al., 2000b; Cardoso et al., 2000b).

A eficiência microbiana expressa de diferentes formas, não foi influenciada pelos níveis de concentrado. O valor médio observado de 34,62 g Nmic/KgMODR (Tabela 6), encontra-se próximo às

32 g Nmic/KgMODR, preconizadas pelo ARC (1984) e às 35,17 g Nmic/KgMODR verificados por Dias et al. (2000b), trabalhando com cinco níveis de concentrado.

A eficiência expressa, em g Nmic/KgCHODR, de 40,89, é semelhante ao valor médio de 41,09, encontrado por Cardoso et al. (2000b) e inferior à 45,91, registradas por Ítavo et al. (2002b). Valadares Filho (1995), revisando dados brasileiros sobre eficiência microbiana, verificou variação de 25,65 a 36,5 g Nmic/KgCHODR, com valor médio de 33,4 g Nmic/KgCHODR.

A eficiência microbiana média de 11,39 g PBmic/100gNDT é ligeiramente inferior à 13 g PBmic/100gNDT, sugerida pelo NRC (1996). Apesar da análise de variância não ter detectado efeito de dietas, observou-se tendência de decréscimo desta variável (Tabela 6), com o aumento dos níveis de concentrado, provavelmente devido aos maiores consumos de NDT (Tabela 4), registrados para dietas com maiores níveis de concentrado. Comportamento semelhante foi verificado por Dias et al. (2000b), que obtiveram os maiores valores de eficiência microbiana expressos em g PBmic/100gNDT nos tratamentos com menores níveis de concentrado.

4.7. Taxa de passagem

O efeito linear positivo verificado para a taxa de passagem K_p (%), em função do aumento dos níveis de concentrado, pode ser atribuído ao aumento linear no consumo de MS com o aumento de concentrado na dieta (Tabela 4).

As taxas de passagem estimadas neste experimento foram superiores às estimadas por Moraes (2002) e Silva (2003), trabalhando com silagens de milho e *Brachiaria brizantha* como volumoso, respectivamente, ambos com níveis de concentrado semelhantes aos deste experimento, utilizando as equações sugeridas pelo NRC (2001), para cálculo da taxa de passagem.

Em contrapartida, Carvalho et al. (1997c) e Cardoso et al. (2000b) não constataram efeitos da adição de concentrado sobre a taxa de passagem, estimando valores médios de 0,035 e 0,059.h⁻¹, respectivamente.

5. Conclusões

Embora o incremento de concentrado nas dietas tenha resultado em aumento no consumo dos nutrientes, excetuando-se o de FDN, isto não refletiu em alterações no pH e na concentração de amônia ruminal, bem como na eficiência microbiana, expressa em diferentes formas.

A adição de níveis crescentes de concentrado às dietas resultou em maior digestibilidade aparente total para a maioria dos nutrientes.

6. Referências Bibliográficas

ANUALPEC 2003. **Anuário da Pecuária Brasileira**: FNP Consultoria & Comércio, 2003. 400p.

ARAÚJO, G.G.L.; COELHO DA SILVA, J.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de dietas contendo diferentes níveis de volumoso, em bezerros. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.27, n.2, p.345-354, 1998.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. Report of the protein group of the Agricultural Research Council working party on the nutrient requirements of ruminants. London: **Commonwealth Agricultural Bureaux**, 45p, 1984.

BERCHIELLI, T.T. **Efeito da relação volumoso:concentrado sobre a partição da digestão, a síntese de proteína microbiana, produção de ácidos graxos voláteis e desempenho de novilhos em confinamento**. Belo Horizonte: UFMG. 1994. 103p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1994.

BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E. et al. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.3066-3083, 1992.

- BURGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestibilidade em bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, Botucatu, **Anais...** Botucatu:SBZ, p.599-601, 1998.
- CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1832-1843, 2000a.
- CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Síntese microbiana, pH e concentração de amônia ruminal e balanço de compostos nitrogenados, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.6, p.1844-1852, 2000b.
- CARVALHO, A.U.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 1. Consumo e digestibilidade aparente. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.26, n.5, p.986-995, 1997a.
- CARVALHO, A.U.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 2. Coeficientes de digestibilidades aparentes parciais. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.26, n.5, p.996-1006, 1997b.
- CARVALHO, A.U., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 4. Concentrações ruminiais de amônia e pH, taxa de passagem da digesta ruminal e degradação in situ dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.1016-1024, 1997c.
- CAVALCANTI, M.R. **Acesso a mercados internacionais: a sanidade é o primeiro passo.** www.nelore.org.br. Acesso em 17/01/2004
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; GAY, L.C. et al. Composition of ruminal bacteria harvest from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.9, p.2480-2488, 1990.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2304-2323, 1992.

- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, CFSEMG. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 4ª Aproximação. Lavras, 1989.
- COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Desempenho produtivo de novilhos zebu alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD.
- DEGREGORIO, R.M.; TUCKER, R.R.; MITCHELL, G.E. et al. Carbohydrate fermentation in the large intestine of lambs. **Journal of Animal Science**. v.54, p.588-862, 1982.
- DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas com cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.29, n.2, p.545-554, 2000a.
- DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Eficiência de síntese microbiana, pH e concentrações ruminais de amônia em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas com cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.555-563, 2000b.
- EARDMAN, R.A.; PROCTOR, G.H.; VANDERSALL, J.H. Effect of rumen ammonia concentration on "in situ" rate and extent of digestion of feedstuffs. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.9, p.2312-2320, 1986.
- ERDMAN, R. Silage Fermentation: Characteristics Affecting Feed Intake. In: National Silage Production Conference, Syracuse, WY. **Proceedings...** Syracuse :NRAES-67. p.210, 1993.
- EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V.P.B.; FIGUEIREDO, G.R. Avaliação de animais nelores e seus mestiços com Charolês, Fleckiveh e Chianina, em três dietas. 1. Ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.1, p.66-72, 1997.

- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo, conversão alimentar, ganho de peso e características de carcaça de novilhos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.28, n.2, p.343-351, 1998.
- GESUALDI JR., A.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore em confinamento: Consumo, conversão alimentar e ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1458-1466, 2000.
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. University of Florida, 2000. p. A-25 (Bulletin 339, April- 2000).
- HART, S.P. Associative effects of sorghum silage and sorghum grain diets. **Journal of Animal Science**, v.64, n.8, p.1779-1789, 1987.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.69, n. 10, p.2755-2766, 1986.
- HOOVER, W.H.; STOKES, S.R., Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3630-3644, 1991.
- ILLIUS, A.M.; JESSOP, N.S. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3052-3062, 1996.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1543-1552, 2002a.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Produção microbiana e parâmetros ruminais de novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1553-1561, 2002b.
- KÖEPPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Panamericana, 1948. 478p.

- LADEIRA, M.M.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.395-403, 1999.
- LEÃO, M.I.; COELHO DA SILVA, J.F. Técnicas de fistulação de abomaso em bezerros. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 1. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 17, 1980, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, p.37, 1980.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**, v.3, n.3, p.277-303, 1990.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Aberystwyth: Chalcombe Publications, 340 p, 1991.
- MERTENS, D.R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: Simpósio Internacional de Ruminantes, Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: S.B.Z., p.188-219, 1992.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: **Forage Quality, Evaluation and Utilization**. FAHEY JR. (ed) American Society of Agronomy: Madison. National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization, p.450-493, 1994.
- 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, 59, 1997, **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, p.1-10, 1997.
- MORAES, S.A. **Dietas contendo diferentes proporções de silagem de milho e concentrado para bovinos** – Viçosa, MG:UFV, 2002. 39p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- MORAES, S.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. et al. Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes, em bovinos recebendo dietas contendo silagem de milho e concentrado em diferentes proporções. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife, **Anais...** Recife: SBZ, 2002. (CD-ROM).

- MOULD, F.L.; ØRSKOV, E.R.; MANN, O. Associative effects of mixed feed. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. **Animal Feed Science Technology**, v.10, n.1, p.15-30. 1983.
- MUCK, R.E.; PITT, R.E. Ensiling and its effect on crop quality silage. In: *Silage Production from Seed to Animal*. 1993. New York. **Proceedings...** New York: NRAES, 67, p. 57-66. 1993.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, D.C.:National Academy, 1996. p.242.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC 2001. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, D.C., 2001. p.381.
- OLSON, K.C.; COCHRAN, R.C.; JONES, T.J. et al. Effects of ruminal administration of supplemental degradable intake protein and starch on utilization of low-quality warm-season grass hay by beef steers. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1016-1025, 1999.
- PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1063-1073, 1993.
- PRESTON, T.R. Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines 2. A practical manual for research workers. S.1. **Food and Agriculture Organization of the United States Nations**. 154p, 1986.
- RAYMOND, W.F. **The nutritive value of forage crops**. Adv. Agr., v.21, p.1-108, 1969.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; LEÃO, M.I. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1223-1234, 2000.
- RESENDE, F.D. **Avaliação de diferentes proporções de volumoso:concentrado sobre a ingestão, digestibilidade, ganho de peso e conversão alimentar de bovinos mestiços confinados** – Viçosa, MG:UFV, 1999. 78p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.

- 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.
- SILVA, D.J.; QUEIRÓZ, A.C. **Análises de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3ª ed. -Viçosa: UFV,2002, Imprensa Universitária. 2002. 235p.
- SILVA, B.C. **Silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e concentrado em diferentes proporções na dieta de bovinos de corte – Viçosa, MG:UFV, 2003.** 65p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- SILVA, B.C.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H. et al. Consumo e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e concentrado em diferentes proporções. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, Santa Maria, **Anais...** Santa Maria:SBZ, 2003. (CD-ROM). Nutrição de Ruminantes.
- SOUZA, V.G.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de milho e concentrado em diferentes proporções. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Recife, **Anais...** Recife:SBZ, 2002. (CD-ROM). Nutrição de Ruminantes.
- TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo, digestibilidades e metodologias de coleta de amostras de digesta em novilhos alimentados com vários níveis de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora:SBZ, p.137-139, 1997a.
- TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos F1 Simental x Nelore. 2. Balanço nitrogenado, eficiência microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.921-929, 2000b.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, MG: 150p, 2001. (Manual do usuário).

- USHIDA, K.; LASSALAS, B.; JOUANY, J.P. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. **Reproduction Nutrition Development**, v.25, n.6, p.1037-1046, 1985.
- VALADARES FILHO, S.C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos**. Viçosa, MG: UFV, 1985. 148p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 1985.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...Viçosa:UFV/DZO**, p.355-388, 1995.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 3. pH, amônia e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1264-1269, 1997.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2 ed. Cornell University, Ithaca. 1994. 476p.
- VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações de ruminantes**. Viçosa, MG: (Universidade Federal de Viçosa, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo de digestibilidade aparente em bovinos nelore não castrados, alimentados com rações com diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2367-2378, 2000.
- WILLIAMS, C. H.; DAVID.; IISMAA, O. The determination chromic oxide in feces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agriculture Science**, v.59, p.381-385, 1962.
- ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, 1991, Piracicaba. **Anais... Piracicaba: FEALQ**, p. 169 – 217, 1991

**Consumo e Digestibilidade Aparente Total dos Nutrientes e Ganho em
Peso de Bovinos de Corte Recebendo Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor*
(L.) Moench) e Concentrado em Diferentes Proporções**

RESUMO – Avaliaram-se o consumo e a digestibilidade aparente total dos nutrientes, o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça em bovinos de corte recebendo dietas contendo silagem de sorgo e concentrado nas seguintes proporções: 80:20; 65:35; 50:50 e 35:65, com base na matéria seca, respectivamente. Foram utilizados vinte e quatro animais holandês x zebu, castrados, com peso vivo inicial médio de 435 kg, distribuídos num delineamento em blocos casualizados, com seis repetições. A estimativa da produção fecal foi efetuada utilizando-se a fibra em detergente ácido (FDAi) como indicador interno. O experimento teve duração de 78 dias, divididos em três períodos de 21 dias, após 15 dias de adaptação. Os consumos de MS, MO, PB e NDT, em kg/dia, não foram influenciados pelos níveis de concentrado nas dietas, enquanto que os consumos de EE, CNF e MS (%PV e $g/kg^{0,75}$), aumentaram linearmente com o nível de concentrado. Por outro lado, o consumo de FDN, independentemente da forma de expressão, decresceu linearmente com o aumento dos níveis de concentrado. O ganho médio diário e a conversão alimentar, não foram influenciados pelas dietas, registrando-se valores médios de 1,40 kg/dia e 8,08, respectivamente. Já o rendimento de carcaça dos animais aumentou linearmente com o incremento dos níveis de concentrado nas dietas. As digestibilidades aparentes totais de MS, MO e CNF não foram influenciadas pelas dietas, registrando-se valores médios de 63,8, 65,1 e 82,2%, respectivamente. Entretanto, as digestibilidades aparentes de PB, EE e FDN decresceram linearmente com o incremento de concentrado nas dietas. A dieta com silagem de sorgo de boa qualidade, associada a 20% de concentrado, foi economicamente mais viável em relação às demais.

Palavras-chave: confinamento, conversão alimentar, níveis de concentrado, rendimento de carcaça volumoso

**Intake and Total Apparent Digestibility of the Nutrients and Weight Gain
of Beef Cattle Receiving Sorghum Silage (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)
and Concentrate in Different Proportions**

ABSTRACT – The intake and total apparent digestibility of nutrients, the weight gain, the feed conversion and the carcass yield were evaluated in beef cattle receiving diets containing sorghum silage and concentrate in the following proportions: 80:20; 65:35; 50:50 and 35:65, in dry matter basis, respectively. Twenty-four crossbred (HxZ) animals, castrated, with 435 initial averaging live weight, were used and distributed in a randomized blocks, with six replications. The evaluation of fecal dry matter production was made by using indigestible acid detergent fiber (ADFi) as internal marker. The experiment had the duration of 78 days, divided in three periods of 21 days, after 15 days of adaptation. The intakes of DM, OM, CP and TDN, in kg/day, were not influenced by the concentrate levels in the diets, while the intakes of EE, NFC and DM (%LW and g/kg^{0.75}), they increased linearly with the concentrate level. On the other hand, the intake of NDF, independently in the expression form, it decreased linearly with the increase of concentrate levels. The average daily gain and the feed conversion, they were not influenced by the diets, registering medium values of 1.40 g/day and 8.08, respectively. The carcass yield of the animals already increased linearly with the increment of the concentrate levels in the diets. The total apparent digestibilities of DM, OM and NFC were not influenced by the diets, registering medium values of 63.8, 65.1 and 82.2%, respectively. However, the total apparent digestibilities of CP, EE and NDF, decreased linearly with the increment of concentrated in the diets. The diet with sorghum silage of good quality, associated to 20% of concentrate, was economically viable in relation to the others.

Key words: feedlot, feed conversion, yield carcass, concentrate levels, roughage

Introdução

No cenário atual da pecuária de corte são bastante nítidos o aumento da competitividade com carnes de outras espécies animais, bem como com outros mercados e, a possibilidade do Brasil se consolidar no mercado mundial de carne bovina, o que tem requerido da atividade de pecuária de corte a oferta de produto de qualidade de maneira contínua durante o ano. O atendimento dessa demanda contínua de carne e com qualidade é, em grande parte, dificultado pela estacionalidade de produção das forrageiras ao longo do ano, visto que a maioria da carne produzida no Brasil é oriunda de animais criados em sistemas de produção baseados em pastagens.

Com isso, surge a necessidade não só de se avaliarem alternativas tecnológicas inovadoras que sejam compatíveis com as novas demandas, mas que se reavaliem algumas tecnologias compatíveis com a nova ótica de aumento de eficiência do setor e conseqüente reestruturação da cadeia produtiva de carne bovina. Assim, verifica-se que o processo de intensificação vivenciado atualmente pela pecuária de corte brasileira tem resultado, entre outros, no aumento da prática de confinamento como estratégia alimentar ou mesmo como alternativa de terminação de animais. Nos sistemas de confinamento, os volumosos consistem na principal fonte de nutrientes para os animais devido ao alto preço dos concentrados, sendo que estes volumosos, na maioria dos casos, são forrageiras conservadas geralmente na forma de silagem.

Diante disto, uma das culturas que mais se destaca para produção de silagens é a do sorgo, devido às características intrínsecas da própria planta como: alta quantidade de carboidratos solúveis, baixo poder tampão, teor de matéria seca acima de 25% no momento da ensilagem, estrutura física que permite boa compactação nos silos, enquadrando-se perfeitamente nas características desejadas para confecção de silagens de boa qualidade segundo McDonald et al. (1991). Além dessas características, o sorgo possui alta produtividade por área, maior tolerância ao déficit hídrico e ao calor, com possibilidade de se cultivar sua rebrota, com até 60% de produção em relação

ao primeiro corte (Zago, 1991). No entanto, a percentagem de concentrado a ser utilizada na dieta é um fator em questão entre os pecuaristas.

O consumo, relacionado diretamente ao aporte de nutrientes e conseqüentemente determinante no atendimento das exigências nutricionais dos animais e, a digestibilidade, podem estar correlacionados entre si, dependendo da qualidade e balanceamento da ração. Para rações de alta digestibilidade, ricas em concentrados e com baixo teor de FDN (abaixo de 25%), o consumo será menor quanto mais digestivo for o alimento e, em rações de baixa qualidade (acima de 75% de FDN), o consumo será maior quanto maior for a digestibilidade do alimento (Van Soest, 1994; Mertens, 1994).

Uma das melhores maneiras de se avaliar o valor nutritivo de uma dieta ou mesmo de um volumoso é pelo desempenho animal que, segundo Mertens (1994), é função direta do consumo de matéria seca digestível, sendo 60 a 90% decorrente de variações no consumo e 10 a 40% advindas de variações na digestibilidade.

O ganho em peso dos animais, a conversão alimentar e a produção de carne são os parâmetros normalmente utilizados para o estudo do desempenho dos animais. Drennan em 1984, citado por Steen (1987), em uma revisão de 18 experimentos encontrou aumento do ganho de peso vivo com o incremento de níveis de concentrado na dieta total.

São encontrados na literatura vários trabalhos avaliando o consumo e digestibilidade total de nutrientes e o desempenho de bovinos de corte, submetidos a dietas com diferentes níveis de volumoso e concentrado. Entretanto, percebe-se que na maioria destes trabalhos utilizou-se como volumoso feno de gramíneas tropicais (Ítavo et al., 2002; Silva et al., 2002; Silva et al., 2003) ou silagem de milho (Feijó et al., 1996; Souza et al., 2002).

Admitindo-se que a cultura de sorgo possui grande potencial para cultivo na maior parte das regiões do Brasil, conduziu-se o presente trabalho objetivando-se avaliar o consumo e as digestibilidades aparentes totais dos nutrientes e o desempenho de bovinos mestiços holandês x zebu, alimentados com dietas contendo silagem de sorgo forrageiro e concentrado, em diferentes proporções.

Material e Métodos

Este trabalho foi conduzido na Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (CEPET), da Universidade Federal de Viçosa, no período de abril a julho de 2002. A CEPET localiza-se no município de Capinópolis, o qual se situa na Região do Pontal do Triângulo Mineiro do Estado de Minas Gerais, com altitude média de 620,2 m, latitude Sul de 18,41° e longitude Oeste de 49,34°. O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Koppen, quente e úmido, com temperatura do mês mais frio acima de 18° C; com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando precipitações médias anuais entre 1400 a 1600 mm.

O plantio do sorgo (Volumax) foi efetuado em novembro de 2001, em áreas da CEPET destinada à produção de silagem, seguindo-se as recomendações do fabricante de sementes. O solo da área é classificado como latossolo vermelho escuro. A correção do solo foi realizada com base na análise de solo e seguindo-se as “Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais” (CFSEMG, 1989). Foram aplicados 300 kg/ha de 8-28-16 (N-P-K), como adubação de plantio, efetuando-se ainda duas adubações de cobertura, aos 25 e 45 dias após a semeadura, aplicando-se 150 kg/ha da mistura 20-0-20 e 100 kg/ha de uréia, respectivamente. O sorgo foi colhido com uma máquina colhedora de forragem JF, modelo JF90, aos 118 dias após a semeadura, quando os grãos atingiram o estágio farináceo-duro e, posteriormente, ensilado em dois silos tipo superfície, com aproximadamente 50 toneladas de capacidade cada.

Foram utilizados 24 animais holandês x zebu, castrados, com peso vivo inicial de 435 kg, distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições, usando-se para distribuição dos animais o critério de peso. Os animais foram pesados, vermifugados e distribuídos por sorteio em baias individuais de 10 m², com cocho coberto e bebedouro automático.

Os tratamentos (T) consistiram de dietas isoprotéicas, com 13,0% de proteína bruta, apresentando as seguintes proporções de silagem de sorgo e

concentrado, com base na matéria seca: T1-80:20; T2-65:35; T3-50:50 e T4- 35:65.

A proporção dos ingredientes nos concentrados e seus custos encontram-se na Tabela 1, a proporção dos ingredientes nas dietas experimentais e os custos das dietas (US\$/animal/dia) na Tabela 2, enquanto que a composição químico-bromatológica dos alimentos e das dietas podem ser visualizadas nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nos concentrados, expressa na base da matéria natural e custo total do concentrado para as diferentes dietas.

Ingredientes (% na MN)	Níveis de concentrado (%)			
	20,0	35,0	50,0	65,0
Fubá de milho	29,37	63,30	77,18	84,50
Grão de soja inteiro	62,85	32,24	19,70	13,10
Uréia/SA ¹	5,56	3,19	2,24	1,72
Cloreto de sódio	1,48	0,65	0,34	0,20
Fosfato bicálcico	0,59	0,56	0,51	0,46
Premix mineral ²	0,15	0,06	0,03	0,02
Custo total ³ (US\$/100Kg) ⁴	23,10	18,39	16,46	15,44

¹Uréia e sulfato de amônia na proporção de 9:1.

² Composição: sulfato de cobre (22,50%), sulfato de cobalto (1,40%), sulfato de zinco (75,40%), lodato de potássio (0,50%), selenito de sódio (0,20%).

³ Preço dos ingredientes (Jan/2004): uréia/SA (9:1) (R\$ 1,30/kg); sal branco (R\$ 0,26/kg); fosfato bicálcico (R\$ 1,10/kg); premiss mineral (R\$ 2,85/kg); milho (BM&F) (R\$ 0,38/kg); grão de soja (BM&F) (R\$ 0,75/kg)

⁴Dólar=R\$2,90

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa na base da matéria seca e custo total das respectivas dietas experimentais.

Ingredientes	Níveis de concentrado (%)			
	20,0	35,0	50,0	65,0
Silagem de sorgo	80,0	65,0	50,0	35,0
Fubá de milho	5,85	22,05	38,25	54,38
Grão de soja inteiro ¹	12,59	11,25	9,86	8,50
Uréia/SA	1,11	1,11	1,11	1,11
Cloreto de sódio	0,3	0,3	0,3	0,3
Fosfato bicálcico	0,12	0,26	0,45	0,68
Premix mineral	0,03	0,03	0,03	0,03
Custo total ² (US\$/animal/dia) ³	0,99	1,22	1,43	1,51

¹ Adicionada por ocasião da alimentação dos animais.

² Calculado considerando a quantidade total de MS fornecida por animal/dia. Custo da silagem de sorgo (R\$ 0,17/Kg MS).

³ Dólar=R\$2,90.

Tabela 3 - Composição químico-bromatológica dos concentrados e da silagem utilizados nas dietas experimentais

Itens	Grão de soja	Silagem de sorgo	Concentrados (%)			
			20	35	50	65
MS (%)	90,12	33,00	93,56	91,67	92,77	91,36
MO ¹	95,22	94,53	91,57	94,95	95,02	95,26
PB ¹	33,50	6,20	51,80	23,43	16,80	14,50
NIDN ²	6,11	30,82	1,79	4,27	4,86	6,56
NIDA ²	5,23	14,67	0,80	1,36	1,92	2,55
EE ¹	17,80	2,25	3,11	3,36	3,65	4,41
FDN ¹	16,60	65,60	10,70	11,40	12,15	12,75
FDNcp ¹	15,93	64,12	10,19	11,06	11,80	12,47
CNF ¹	27,99	21,96	53,43	65,51	67,75	67,44
FDA ¹	8,66	41,97	4,00	4,33	4,50	4,63
Lignina ¹	3,55	8,88	1,52	1,62	1,85	2,10

¹ Percentagem na MS

² Percentagem na PB.

Tabela 4 - Composição químico-bromatológica das quatro dietas experimentais

Itens	Níveis de concentrado (%)			
	20,0	35,0	50,0	65,0
MS(%)	44,68	53,36	62,62	70,82
MO ¹	94,40	94,71	94,79	95,00
PB ¹	13,02	13,36	13,15	13,21
EE ¹	4,27	4,26	4,34	4,79
FDN ¹	55,36	47,22	39,31	31,57
FDNcp ¹	54,06	46,10	38,37	30,84
CNF ¹	25,05	32,98	40,94	48,15
FDA ¹	34,97	29,29	23,65	18,04
Lignina ¹	7,66	6,56	5,53	4,60
NDT ¹	60,73	65,16	69,29	73,81

¹Porcentagem na MS

A duração do ensaio foi de 78 dias, sendo 15 dias de adaptação e três períodos de 21 dias. Realizou-se uma pesagem dos animais no final do período de adaptação, após 14 horas de jejum, que foi repetida a cada 21 dias, sendo as pesagens intermediárias sem jejum prévio.

A alimentação foi fornecida à vontade, diariamente, às 800 e 15:00 h, de forma a manter as sobras de 5 a 10% do total fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Foram coletadas diariamente, durante o experimento, amostras dos alimentos fornecidos e das respectivas sobras, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados e guardadas em freezer. Foram efetuadas coletas de fezes dos animais, diretamente no piso, uma vez ao dia, antes da primeira alimentação, entre o 31^o e o 35^o dia experimental, para estimativa da produção fecal, utilizando-se a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador. Durante este período, também foram coletadas amostras dos alimentos fornecidos e das sobras.

Todas as amostras foram submetidas à pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 65°C, por 72 h, e, posteriormente, moídas em moinho de faca tipo “Willey”, com peneira de 1 mm, e armazenadas em recipientes de

vidro, com tampa de polietileno, previamente identificados, para futuras análises laboratoriais.

As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total, extrato etéreo (EE), lignina e os teores de compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA) foram realizadas segundo técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002), sendo a proteína bruta (PB) obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25. Os teores de fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) foram determinados conforme metodologia descrita por Pell & Schofield (1993), denominada de método da autoclave, conforme descrito no primeiro capítulo desse trabalho. A correção da FDN para cinzas e proteína (FDN_{cp}) foi realizada nas amostras de alimentos para cálculo da digestibilidade da FDN e NDT das dietas. Todas essas determinações foram realizadas nos Laboratórios de Nutrição Animal e Forragicultura do Departamento de Zootecnia da UFV.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos a partir da seguinte equação somativa: $NDT = PBD + 2,25 \times EED + FDN_{cp}D + CNFD$, em que: PBD, EED, FDN_{cp} e CNFD significam respectivamente, proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, fibra em detergente neutro (corrigida para cinzas e proteína) digestível e carboidratos não fibrosos digestíveis.

Devido à presença de uréia nas dietas, os CNF foram calculados como proposto por Hall (2000): $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%cinzas]$.

As amostras de alimentos, fezes, e sobras, referentes à estimativa de digestibilidade, foram incubadas *in situ*, por um período de 144 horas, segundo metodologia descrita por Cochran et al. (1986). O material residual oriundo dessa incubação foi submetido à digestão com detergente ácido, para estimativa da FDA_i.

Os animais foram abatidos, ao final do período experimental, para determinar o rendimento de carcaça (RC), que foi calculado pela razão entre o peso da carcaça quente (PCQ) e o peso vivo final (PVF) em jejum.

Para estimativa da taxa de passagem (K_p), utilizaram-se as equações recomendadas pelo NRC (2001): $K_p = 3,054 + 0,614X_1$ e $K_p = 2,904 + 1,375X_1 -$

$0,020X_2$; indicadas para determinação da taxa de passagem de forrageiras úmidas e de alimentos concentrados, respectivamente, sendo X_1 equivalente ao consumo de matéria seca em relação ao peso vivo e, X_2 , equivalente à percentagem de concentrado na dieta.

As variáveis obtidas foram avaliadas por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o programa SAEG 8.0 - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (Universidade Federal de Viçosa – UFV 2001). Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste de F, ao nível de 5% de probabilidade, e com o coeficiente de determinação (r^2).

Resultados e Discussão

A silagem de sorgo utilizada no experimento apresentou valores médios de pH de 3,9 e concentração de $N-NH_3$, como percentagem do nitrogênio total, de 7,94%, o que permite classificá-la como de boa qualidade, com base nestas variáveis (McDonald et al., 1991; Muck & Pitt, 1993).

Estão demonstrados na Tabela 5, as médias, os coeficientes de variação e as equações de regressão ajustadas para os consumos de nutrientes em função do nível de concentrado nas dietas. Os consumos de MS e MO, expressos em (kg/dia), não foram influenciados ($P>0,05$) pelo aumento de concentrado nas dietas, registrando-se valores médios de 10,9 e 10,2 kg/dia, respectivamente. Quando expresso em (% PV) ou ($g/kg^{0,75}$), o consumo de MS aumentou linearmente ($P<0,05$) com o aumento do nível de concentrado na dieta, estimando-se incrementos de 0,007836 e 0,36132 unidades, por unidade de acréscimo de concentrado (Tabela 5). Resende et al. (2001a), trabalhando com níveis de 15,0; 30,0; 45,0; 60,0 e 75,0% de concentrado na dieta de bovinos de corte (5/8 europeu x zebu) verificaram que os consumos de MS e MO, quando expressos em (kg/dia), não variaram em função dos níveis de concentrado, apresentando médias de 10,09 e 9,49 kg/dia, respectivamente. Todavia, quando expressos em (%PV), os consumos destes nutrientes foram influenciados de forma quadrática pelos níveis de concentrado, estimando-se

consumos máximos de MS e MO de 2,87 e 2,70% do PV, para dietas com 39 e 42% na dieta, respectivamente. Comportamento semelhante foi verificado por Gesualdi Jr. et al. (2000).

Tabela 5 – Médias, equações de regressão e coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV %), para os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), ajustadas em função dos níveis de concentrado nas dietas (C).

Itens	Níveis de concentrado (%)				Equações	r^2	CV (%)
	20	35	50	65			
Consumo (kg/dia)							
MS	9,94	10,67	11,73	11,36	= 10,92	-	13,35
MO	9,38	10,10	11,12	10,04	= 10,16	-	14,38
PB	1,35	1,49	1,63	1,44	= 1,48	-	13,92
EE	0,45	0,49	0,53	0,54	=	0,94	13,74
					0,414701+0,00207964*C		
FDN	5,34	4,79	4,35	3,31	= 6,30063 - 0,0435553**C	0,96	14,83
CNF	2,46	3,58	4,91	5,02	= 1,43740 +	0,92	14,63
					0,0600684**C		
NDT	6,89	7,35	7,75	7,35	= 7,34	-	11,58
Consumo (%PV)							
MS	2,06	2,25	2,43	2,40	= 1,95046+0,00783664*C	0,83	11,63
FDN	1,11	1,01	0,90	0,69	= 1,31252-	0,96	13,27
					0,00904828**C		
Consumo (g/kg ^{0,75})							
MS	96,56	104,86	113,7	111,7	= 91,3447+0,361323*C	0,82	11,94
FDN	51,90	47,10	42,18	32,37	= 61,3863-0,423476**C	0,96	13,53

** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Carvalho et al. (1997), Cardoso et al. (2000), Ítavo et al. (2002) e Moraes et al. (2002) também não verificaram variação no consumo de MS e MO em resposta ao aumento do nível de concentrado nas dietas, independentemente da forma de expressão. Entretanto, Ladeira et al. (1999), Dias et al. (2000),

Souza et al. (2002) e Silva et al. (2003) verificaram aumento linear no consumo desses nutrientes, com o aumento do nível de concentrado.

A redução no consumo de matéria seca, com o incremento da silagem de sorgo na dieta, poderia ser atribuído ao efeito de enchimento ocasionado pelo aumento do consumo de FDN das dietas com maiores teores de silagem (Tabela 5). Entretanto, em todas as dietas avaliadas, o consumo de FDN foi inferior aos 1,2% do PV, valor sugerido por Mertens (1992) como o consumo a partir do qual a ingestão de alimentos é controlada pelo efeito de enchimento no rúmen. Em relação às dietas que continham níveis de concentrado acima de 50%, a ingestão de matéria seca possivelmente foi controlada pela demanda energética do animal. Segundo Van Soest (1994), o consumo de dietas com alta densidade calórica é definido pela demanda energética do animal. Vêras et al. (2000) também verificaram que, com a inclusão de concentrado acima de 50% na dieta, a ingestão de MS foi limitada pela demanda energética do animal.

Os consumos de PB e NDT também não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de concentrado nas dietas, registrando-se valores médios de 1,48 e 7,34 kg/dia, respectivamente. Para a PB, tal comportamento pode ser explicado pela similaridade deste nutriente entre as dietas (Tabela 4) e ao fato do consumo de MS (kg/dia) não ter variado com os níveis de concentrado (Tabela 5).

Carvalho et al. (1997), trabalhando com níveis de 20,0; 32,5; 45,0; 57,5 e 70,0% de concentrado, utilizando feno de capim-elefante e Moraes et al. (2002), trabalhando com as mesmas proporções de concentrado do presente trabalho, mas utilizando silagem de milho, também não encontraram variação no consumo desses nutrientes com o incremento de concentrado na dieta. Entretanto, efeito linear crescente nos consumos desses nutrientes, em relação ao nível de concentrado, foi verificado em vários trabalhos (Ladeira et al., 1999; Tibo et al., 2000; Souza et al., 2002; Silva et al., 2003)

Os valores obtidos para os consumos diários de PB e NDT, de 1,48 e 7,34 kg, respectivamente, foram superiores às exigências para ganhos diários de 1 kg de animais com 450 kg de peso vivo, que são de 0,921 kg de proteína e 6,53 kg de NDT, segundo o NRC (1996).

Os consumos de CNF e EE aumentaram linearmente com o incremento do nível de concentrado na dieta (Tabela 5). Tal fato se explica, em virtude do aumento no teor desses nutrientes nas dietas com o incremento de concentrado (Tabela 4). Comportamento semelhante foi encontrado por Carvalho et al. (1997), Ladeira et al. (1999), Vêras et al. (2000) e Souza et al. (2002). Entretanto, Ítavo et al. (2002), trabalhando com níveis de 20,0; 40,0; 60,0 e 80,0% de concentrado não encontraram efeito de níveis de concentrado na dieta sobre o consumo de EE.

Por outro lado, o consumo de FDN, independentemente da forma de expressão, decresceu linearmente com o aumento do nível de concentrado (Tabela 5). Este resultado, de certa forma, já era esperado, uma vez que o teor de FDN das dietas decresceu de 55,4 (20% de concentrado) para 31,6% (65% de concentrado), com o incremento do concentrado (Tabela 4). Estimou-se redução no consumo de FDN de 0,0435 kg de FDN por unidade de concentrado adicionada à dieta.

Vários autores também verificaram efeito linear decrescente do consumo de FDN com o aumento do nível de concentrado (Carvalho et al., 1997; Ladeira et al., 1999; Gesualdi Jr. et al., 2000; Bürguer et al., 2000; Cardoso et al., 2000; Moraes et al., 2002).

Entretanto, Dutra et al. (1997), trabalhando com novilhos mestiços Holândes x Zebu, não observaram diferença no consumo de FDN para rações pobres ou ricas em fibra (38,7 e 57,2% de FDN na MS total), cujo consumo médio foi de 0,91% do PV, concluindo que o consumo de MS foi regulado pela ingestão de FDN. Rodrigues et al. (1996) e Silva et al. (2003) também não detectaram efeito de nível de concentrado sobre o consumo de FDN. Segundo Resende et al. (1994), trabalhos com gado de corte, no sentido de se avaliar o consumo de FDN, em % do PV, relacionado diretamente às variações no controle do consumo, são escassos e indicam que o consumo de FDN deve situar-se próximo a 1,0% do PV.

Na Tabela 6, estão demonstrados os pesos vivos inicial e final, os ganhos médios diários, o rendimento de carcaça e a conversão alimentar dos animais, bem como as equações de regressão e os coeficientes de determinação e variação. Verifica-se que o ganho médio diário e a conversão

alimentar não foram influenciados ($P>0,05$) pela adição de níveis crescentes de concentrado às dietas, registrando-se valores médios de 1,40 kg/dia e 8,08, respectivamente. Isto se explica, possivelmente, pelo fato de não ter se registrado efeito de dietas para os consumos de MS, PB e NDT, embora o valor energético das dietas tenha aumentado com o incremento de concentrado, conforme discutido anteriormente. Outra explicação seria a condição corporal dos animais no início do experimento, que se encontravam com peso relativamente elevado, com 435 kg em média.

Tabela 6 – Médias obtidas para os pesos vivos inicial (PVI) e final (PVF), ganhos médios diários de peso vivo (GMD), rendimento de carcaça (RC) e conversão alimentar (CA) dos animais e respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV%), ajustadas em função dos níveis de concentrado nas dietas (C).

Itens	Níveis de concentrado (%)				Equações	r^2	CV (%)
	20	35	50	65			
PVI ¹	438,67	436,50	437,17	427,17	=434,88	-	3,75
PVF ¹	521,33	515,00	534,50	521,5	=523,08	-	5,90
GMD ²	1,31	1,25	1,54	1,50	=1,40	-	22,64
RC ³	48,08	47,38	49,64	51,20	=45,7838+0,0774**C	0,78	2,78
CA	7,36	8,70	7,37	7,75	=8,08	-	16,28

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

¹ (kg); ² (kg/dia); ³ (%).

Destaca-se também que, mesmo na dieta com apenas 20% de concentrado, foram verificados elevados consumos médios de PB e NDT, de 1,35 e 6,69 kg/dia, respectivamente, que foram substancialmente superiores às exigências para ganhos de 1,0 kg de animais com 450 kg, segundo o NRC (1996). Silva et al. (2002) trabalhando com níveis de 20,0; 40,0; 60,0 e 80,0% de concentrado, utilizando feno de capim-Tifton 85, também não verificaram variação no GMD e na conversão alimentar dos animais em função do aumento dos níveis de concentrado nas dietas, atribuindo este fato ao alto valor nutritivo do feno utilizado.

Em contrapartida, utilizando silagem de milho e de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, associada a diferentes níveis de concentrado nas dietas,

semelhantes aos desse trabalho, Souza et al. (2002) e Silva et al. (2003), respectivamente, verificaram aumentos lineares no ganho de peso dos animais com o incremento dos níveis de concentrado. Aumentos lineares no ganho de peso de animais confinados, com o incremento do nível de concentrado na dieta são freqüentemente encontrados na literatura (Ferreira et al., 1998; Resende et al., 2001b; Costa et al., 2002).

Numericamente, foi observado maior ganho de peso naqueles animais que receberam dietas com 50% de concentrado. Todavia, apesar desse comportamento, a dieta contendo 20% de concentrado apresentou maior viabilidade econômica. Tal fato deve-se à inclusão de apenas 20% de concentrado na dieta total utilizada neste tratamento, refletindo em menor custo diário desta dieta por animal (Tabela 2), mesmo sendo o custo por quilo de concentrado da mesma mais elevado em relação aos demais concentrados utilizados (Tabela 1).

Feijó et al. (1996), ao avaliarem dietas com 0; 20; 40 e 60% de concentrado, tendo como fontes protéicas farelo de soja ou soja grão e silagem de milho como fonte de volumoso, no desempenho de novilhos Nelore, observaram efeito quadrático de níveis de concentrado sobre o GMD, quando utilizaram soja grão, estimando valor máximo de 1,3 kg/dia para o nível de 54% de concentrado. Esses autores concluíram que a maior rentabilidade econômica ocorreu quando se utilizou o nível de 20% de concentrado na dieta, sendo a soja grão a fonte protéica. Contudo, quando utilizaram o farelo de soja como fonte protéica no concentrado, os melhores resultados de rentabilidade e desempenho ocorreram quando a adição de concentrado na dieta foi na faixa de 40 a 46%.

A resposta animal à adição de concentrado parece ser variável, de forma que o ponto ótimo de concentrado na ração tem como fatores determinantes, o sexo, a raça e a idade do animal, além da qualidade do volumoso e do concentrado (Araújo et al., 1998).

Atualmente, o sistema de confinamento deve ser utilizado de forma estratégica em um sistema de produção de gado de corte, a fim de se explorar principalmente suas vantagens indiretas como: melhor manejo e aproveitamento das pastagens para outras categorias animais, melhor controle

da engorda dos animais, melhor qualidade da carne produzida e em menor tempo, aumentando assim o giro de capital e a taxa de desfrute da propriedade, entre outros. Todos os fatores devem ser criteriosamente avaliados, uma vez que o custo de arroba produzida durante o período de confinamento dos animais geralmente supera o preço de mercado da arroba.

Em relação a conversão alimentar, a maioria dos trabalhos relata efeito linear decrescente com o incremento de concentrado na dieta, uma vez que a densidade energética da dieta é aumentada com o incremento de concentrado, resultando em maior ingestão de energia e por conseguinte menos alimento é necessário para o ganho de peso (Feijó et al., 1996; Ferreira et al., 1998; Resende et al., 2001b; Costa et al., 2002), contrariando ao verificado no presente estudo. Souza et al. (2002), trabalhando com silagem de milho e níveis de concentrado semelhantes aos desse estudo, também não verificaram efeito do aumento de níveis de concentrado sobre a conversão alimentar, encontrando valor médio de 7,81. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2002), quando utilizaram feno de capim-Tifton 85 e níveis de 20,0; 40,0; 60,0 e 80,0% de concentrado na dieta.

O rendimento de carcaça dos animais respondeu linearmente ($P < 0,01$) ao aumento dos níveis de concentrado (Tabela 6). Comportamento semelhante foi verificado por Gesualdi Jr. et al. (2000) e Silva et al. (2002), que concluíram que o principal fator influenciando o aumento de rendimento de carcaça foi a diminuição linear do peso do conteúdo do trato gastrintestinal com o aumento dos níveis de concentrado na dieta, pois as dietas com maiores níveis de concentrado apresentaram maior digestibilidade. Entretanto, trabalhos conduzidos por Ferreira et al. (1998), Steen & Kilpatrick (2000) e Souza et al. (2002), não registraram efeito de níveis de concentrado sobre o rendimento de carcaça dos animais.

Na Tabela 7 encontram-se os coeficientes de digestibilidade aparente total dos nutrientes, assim como as equações de regressão ajustadas em função dos níveis de concentrado na dieta e os respectivos coeficientes de determinação e variação.

As digestibilidades aparentes totais de MS, MO e CNF não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos níveis de concentrado na dieta, apresentando

médias de 63,8; 65,1 e 82,2%, respectivamente. De certa forma, este comportamento não era esperado, uma vez que ocorreu aumento linear do consumo de CNF com o incremento dos níveis de concentrado, sendo estes mais digestíveis. No entanto, Moraes et al. (2002), utilizando silagem de milho e níveis de concentrado semelhantes aos do presente trabalho, só encontraram variações para o coeficiente de digestibilidade dos CNF, com o incremento de concentrado.

A maioria dos trabalhos verificados na literatura reporta aumentos lineares nos coeficientes de digestibilidade de MS e MO com o incremento dos níveis de concentrado nas dietas (Cardoso et al., 2000; Bürger et al., 2000; Ítavo et al., 2002; Silva, 2003). Entretanto, Carvalho et al. (1997), Ladeira et al. (1999) e Vêras et al. (2000) verificaram efeito quadrático de níveis de concentrado sobre os coeficientes de digestibilidade da MS e MO.

Tabela 7 - Médias, equações de regressão e coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV%), para as digestibilidades aparentes totais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF), ajustadas em função dos níveis de concentrado na dieta (C).

Itens	Níveis de concentrado (%)				Equações	r^2	CV (%)
	20	35	50	65			
Digestibilidade total (%)							
MS	64,5	64,8	62,5	63,2	=63,8	-	5,93
MO	65,7	66,0	63,8	64,8	=65,1	-	5,82
PB	69,2	69,7	66,7	63,8	=72,702-0,125923*C	0,83	6,78
EE	87,0	80,5	71,6	73,3	=92,1882-0,331595**C	0,83	7,16
FDN	56,7	52,8	45,1	37,0	=66,864-0,446342**C	0,98	7,55
CNF	82,7	82,3	80,1	83,6	=82,2	-	5,44

** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Os coeficientes de digestibilidade aparente total de PB e EE decresceram linearmente com o incremento dos níveis de concentrado na dieta (Tabela 7). Alguns autores encontraram efeito linear crescente de níveis de concentrado sobre a digestibilidade destes nutrientes (Dias et al., 2000; Cardoso et al., 2000; Tibo et al., 2000), quadrático (Vêras et al., 2000) ou

nenhum efeito (Carvalho et al., 1997; Moraes et al., 2002; Ítavo et al., 2002; Silva, 2003).

O coeficiente de digestibilidade aparente da FDN também decresceu linearmente ($P < 0,01$) com o incremento do concentrado nas dietas (Tabela 7). Uma possível explicação para este fato encontra-se descrita no trabalho anterior. Resultados semelhantes foram encontrados por Araújo et al. (1998), Tibo et al. (2000), Resende et al. (2001b) e Ítavo et al. (2002). Por outro lado, é verificado na literatura efeito quadrático (Ladeira et al., 1999; Vêras et al., 2000; Dias et al., 2000) e nenhum efeito (Carvalho et al., 1997; Cardoso et al., 2000; Moraes et al., 2002; Silva, 2003) de níveis de concentrado sobre o coeficiente de digestibilidade aparente total da FDN.

Foram estimadas taxas de passagem de 0,045; 0,0474; 0,0489 e $0,0477h^{-1}$ para as dietas com 20, 35, 50 e 65 % de concentrado, respectivamente. Esses valores são superiores aos encontrados por Silva (2003), de 0,039; 0,041; 0,043 e $0,045.h^{-1}$, trabalhando com silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e níveis de concentrado semelhantes aos desse trabalho. Poore et al. (1990), também verificaram aumento nas taxas de passagem do volumoso, quando o nível de concentrado da dieta foi elevado de 30 para 60%. Porém, Berchielli (1994) e Carvalho (1996) não encontraram efeitos da adição de concentrado sobre as taxas de passagem.

Conclusões

As dietas contendo silagem de sorgo de boa qualidade, associadas a diferentes níveis de concentrado não influenciaram os consumos de MS, PB e NDT, expressos em kg/dia, bem como o ganho em peso dos animais e a conversão alimentar. No entanto, a dieta contendo 20% de concentrado apresentou maior viabilidade econômica, em relação às demais.

Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, G.G.L.; COELHO DA SILVA, J. F.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de dietas contendo diferentes níveis de volumoso, em bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.345-354, 1998.
- BERCHIELLI, T.T. **Efeito da relação volumoso:concentrado sobre a partição da digestão, a síntese de proteína microbiana, produção de ácidos graxos voláteis e desempenho de novilhos em confinamento.** Belo Horizonte: UFMG. 1994. 103p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1994.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; COELHO DA SILVA, J.F., et al. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.206-214, 2000.
- CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1832-1843, 2000.
- CARVALHO, A.U. **Níveis de concentrado na dieta de Zebuínos: Consumo, digestibilidade e eficiência microbiana** – Viçosa, MG:UFV, 1996. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CARVALHO, A.U.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 1. Consumo e digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.986-995, 1997.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal makers: Evaluation of four potential makers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, CFSEMG. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** 4ª Aproximação. Lavras, 1989.

- COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Desempenho produtivo de novilhos zebu alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD.
- DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas com cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.29, n.2, p.545-554, 2000.
- DUTRA, A.R.; QUEIRÓZ, A.C.; PEREIRA, J.C. et al. Efeitos dos níveis de fibra e de fontes de proteínas sobre o consumo e digestão dos nutrientes em novilhos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.26, n.4, p.787-796, 1997.
- FEIJÓ, G.D.; SILVA, J.M.; THIAGO, L.R.L. et al. Efeito de níveis de concentrado na engorda de bovinos confinados. Desempenho de novilhos Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza: SBZ, p.70-72, 1996.
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo, conversão alimentar, ganho de peso e características de carcaça de novilhos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.343-351, 1998.
- GESUALDI JR. A.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore em confinamento: Consumo, conversão alimentar e ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1458-1466, 2000.
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen.** University of Florida, 2000. p. A-25 (Bulletin 339, April- 2000).
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1543-1552, 2002.
- KÖEPPEN, W. **Climatologia.** Buenos Aires: Panamericana, 1948. 478p.

- LADEIRA, M.M.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.395-403, 1999.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Aberystwyth: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MERTENS, D.R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: Simpósio Internacional de Ruminantes, Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 29, 1992, Lavras. **Anais...Lavras: S.B.Z.**, p.188-219, 1992.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: **Forage Quality, Evaluation and utilization**. FAHEY JR. (ed) American Society of Agronomy: Madison. National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization. p.450-493, 1994.
- MORAES, S.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R., et al. Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes, em bovinos recebendo dietas contendo silagem de milho e concentrado em diferentes proporções. In. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais... Recife: SBZ 2002**. (CD-ROM).
- MUCK, R.E.; PITT, R.E. Ensiling and its effect on crop quality silage. In:SilageProduction from Seed to Animal. 1993. New York. **Proceedings...** New York: NRAES, 67, p. 57-66. 1993.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.:National Academy, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, D.C., 2001. 381p.
- PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1063-1073, 1993.

- POORE, M.N.; MOORE, J.A.; SWINGLE, R.S. Differential passage rates and digestion of neutral fiber from grain and forages in 30, 60, and 90% concentrate diets fed to steers. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2965-2973, 1990.
- RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; FONTES, C.A.A. et al. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.366-376, 1994.
- RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; OLIVEIRA, J.V. et al. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de volumoso:concentrado. 2.Efeito sobre a ingestão de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.270-279, 2001a.
- RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; OLIVEIRA, J.V. et al. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de volumoso:concentrado. 1. Digestibilidade aparente dos nutrientes, ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.1, p.261-269, 2001b.
- RODRIGUES, L.R.R. **Consumo alimentar, digestibilidade, balanço de nitrogênio e excreção de minerais em bovinos (taurinos e zebuínos) e bubalinos**. Viçosa, MG, 69p. Tese (mestrado em zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- RODRIGUES, L.R.R.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Consumo de rações contendo quatro níveis de concentrado em bovinos (taurinos e zebuínos) e bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.3, p.568, 1996.
- SILVA, B.C.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H. et al. Consumo e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e concentrado em diferentes proporções. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, Santa Maria, **Anais...** Santa Maria:SBZ, 2003. (CD-ROM). Nutrição de Ruminantes.
- SILVA, B.C. **Silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e concentrado em diferentes proporções na dieta de bovinos de corte** – Viçosa, MG:UFV, 2003. 65p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- SILVA, D.J.; QUEIRÓZ, A.C. **Análises de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3a ed. Viçosa: UFV, 2002, Imprensa Universitária. 2002. 235p.

- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Consumo, desempenho, características de carcaça e biometria do trato gastrointestinal e dos órgãos internos de novilhos Nelore recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1849-1864, 2002.
- SOUZA, V.G.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo de desempenho de bovinos de corte recebendo dietas com silagem de milho e concentrado em diferentes proporções In. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. (CD-ROM).
- STEEN, R.W.J. Factors affecting the utilization of grass silage for beef production. In: Efficient beef production from grass – Occasional Symposium, 22, British Grassland Society, Peebles, Scotland. **Proceedings...** Peebles: BGS. P.129-39, 1987.
- STEEN, R.W.J.; KILPATRICK, D.J. The effects of the ratio of grass silage to concentrates in the diet restricted dry matter intake on the performance and carcass composition of beef cattle. **Livestock Production Science**, v.62, n.2, p.181-192, 2000.
- TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos F1 Simental x Nelore. 1. consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p. 910-920, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – **SAEG. Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 8.0.** Viçosa, MG, 2001. (Manual do usuário).
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants.** 2 ed. Cornell University, Ithaca, 1994. 476p.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo de digestibilidade aparente em bovinos nelore, não castrados, alimentados com rações com diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2367-2378, 2000.
- ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.169 – 217, 1991.

CONCLUSÕES GERAIS

A variação dos níveis de concentrado nas dietas não promoveu alterações significativas nas variáveis ruminais avaliadas.

O ganho em peso dos animais e a conversão alimentar não foram influenciados pela variação dos níveis de concentrado nas dietas. Assim, a dieta contendo 20% de concentrado foi mais viável economicamente, quando comparada às demais. Contudo, a escolha do melhor nível de concentrado vai depender da disponibilidade e preço dos ingredientes das dietas, bem como dos objetivos com o sistema de produção, lembrando que geralmente níveis mais elevados de concentrado melhoram o desempenho animal, mas podem diminuir a rentabilidade.