

MAYKEL FRANKLIM LIMA SALES

DESEMPENHO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE NOVILHOS
ZEBUÍNOS SOB PASTEJO

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S163d
2008

Sales, Maykel Franklim Lima, 1978-

Desempenho e exigências nutricionais de novilhos zebuínos sob pastejo / Maykel Franklin Lima Sales – Viçosa, MG, 2008.

xiv, 113f.: il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Mário Fonseca Paulino

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Zebu - Nutrição. 2. Bovino de corte. 3. Bovino de corte - Proteína na alimentação. 4. Bovino de corte - Alimentação e rações - Teor de cálcio. 5. Zebu - Alimentação e rações - Teor de fósforo. 6. Proteínas. 7. Suplementos protéicos. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.20855

MAYKEL FRANKLIM LIMA SALES

DESEMPENHO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE NOVILHOS
ZEBUÍNOS SOB PASTEJO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 02 de setembro de 2008

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Co-Orientador)

Prof. Pedro Veiga Rodrigues Paulino

Prof^a. Lara Toledo Henriques

Prof. Joanis Tilemahos Zervoudakis

Prof. Mário Fonseca Paulino
(Orientador)

Aos meus pais, base de tudo, que me apoiaram em todos os momentos e sempre me incentivaram a continuar sonhando.

Aos meus irmãos Rocilda, Synara, Sibely, John Kennedy, José Lins, Paulo Roberto, Ana Úrsula e Maria.

Aos meus sobrinhos Cleonice, João Marcos, Pedro Lucas, Daniel, Ian Victor, Letícia, Maria Eduarda e Luan.

Ao Prof. Mário Fonseca Paulino, por todos os ensinamentos e grande dedicação ao desenvolvimento científico brasileiro.

Aos amigos Judson Valentim e Carlos Maurício, pela confiança.

À minha namorada Maysa, pelo amor, paciência, força e companheirismo.

Dedico.

UMA HOMENAGEM AO MEU POVO E À MINHA TERRA

*Que este sol a brilhar soberano
Sobre as matas que o vêem com amor
Encha o peito de cada acreano
De nobreza, constância e valor...
Invencíveis e grandes na guerra,
Imitemos o exemplo sem par
Do amplo rio que briga com a terra
Vence-a e entra brigando com o mar*

*Fulge um astro na nossa bandeira
Que foi tinto no sangue de heróis
Adoremos na estrela altaneira
O mais belo e o melhor dos faróis*

*Triunfantes da luta voltando
Temos n'alma os encantos do céu
E na frente serena, radiante,
Imortal e sagrado troféu
O Brasil a exultar acompanha
Nossos passos, portanto é subir
Que da glória a divina montanha
Tem no cimo o arrebol do porvir*

Trecho extraído do Hino Acreano (Letra de Francisco Mangabeira).

AGRADECIMENTOS

Ao meu grande Deus, por tudo.

À Universidade Federal de Viçosa, por meio do Departamento de Zootecnia, e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, pelo apoio e pela oportunidade de realização do curso.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa.

Ao Professor Mário Fonseca Paulino, pela amizade, confiança, dedicação e orientação.

Aos professores Sebastião de Campos Valadares Filho e Edenio Detmann, pela amizade e aconselhamentos.

Aos professores Pedro Veiga Rodrigues Paulino, Lara Toledo Henriques e Joanis Tilemahos Zervoudakis, por aceitarem participar da minha banca de defesa, pela amizade, colaboração, compreensão e aconselhamentos.

A meus tios Francisco de Assis, Wilson José e Felisbela Janete, pelo apoio, amizade e palavras sempre oportunas.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Monteiro, Verinha, Fernando, Wellington, Valdir, Mário e Plínio, que sempre foram prestativos em colaborar com as análises laboratoriais.

Aos meus grandes amigos do coração, Marlos, Jucilene, Pedro Veiga, Joseane, Michele, Diego, Ivan, Victor, Heloisa, Belinha, Bruno Baiano, Toquim, Ivana, Livinha, Eriton, Paulo, Analívia, Viviane, Dudu, Lara, Luana, Fernandas A e B, Flávia, Evandro... responsáveis por inesquecíveis momentos de alegria e descontração, mas também presentes nos momentos de tristeza, com um ombro sempre pronto pra me acolher.

Aos meus amigos e companheiros de república, Fábio (Fabão), Felipe (doidim) e Julierme (Gaúcho), pela convivência prazerosa e inesquecíveis momentos de companheirismo e amizade.

A todos os funcionários do DZO.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização desta tese. *MUITO OBRIGADO!*

BIOGRAFIA

MAYKEL FRANKLIM LIMA SALES, filho de Raimundo Álvaro Lacerda Sales e Maria Jocileide Pereira Lima, nasceu em 26 de abril de 1978, em Rio Branco - AC.

Ingressou na Universidade Federal do Acre em março de 1998, diplomando-se como Engenheiro agrônomo em fevereiro de 2003.

Em março de 2000, ingressou no programa PIBIC/CNPq, com sede na Embrapa Acre, realizando trabalhos na área de manejo de pastagens e introdução de cultivares, onde permaneceu até o término de sua graduação.

Em março de 2003, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes.

Em fevereiro de 2005, submeteu-se à defesa da tese “Suplementos múltiplos para recria e terminação de novilhos mestiços, em pastejo, durante os períodos de transição águas-seca e seca”.

Em fevereiro de 2005, ingressou no curso de Doutorado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de suplementação de bovinos sob pastejo e exigências nutricionais.

Em Agosto de 2008, submeteu-se à defesa da tese “Desempenho e Exigências Nutricionais de Novilhos Zebuínos Sob Pastejo”.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
CAPÍTULO 1 – Níveis de suplementação para recria de bovinos de corte sob pastejo durante o período de transição seca-águas	10
Resumo	10
Abstract	11
Introdução	12
Material e Métodos	13
Resultados e Discussão	18
Conclusões.....	25
Literatura Citada.....	26
CAPÍTULO 2 – Níveis de suplementação para terminação de bovinos de corte sob pastejo durante o período das águas	30
Resumo	30
Abstract	31
Introdução	32
Material e Métodos	33
Resultados e Discussão	38
Conclusões.....	47
Literatura Citada.....	47

CAPÍTULO 3 – Composição corporal e exigências energéticas de bovinos de corte suplementados sob pastejo.....	52
Resumo	52
Abstract	53
Introdução	54
Material e Métodos.....	55
Resultados e Discussão	62
Conclusões.....	68
Literatura Citada.....	68
CAPÍTULO 4 – Exigências protéicas de bovinos de corte suplementados a pasto	71
Resumo	71
Abstract	72
Introdução	73
Material e Métodos.....	74
Resultados e Discussão	79
Conclusões.....	86
Literatura Citada.....	86
CAPÍTULO 5 – Exigências de macrominerais de bovinos de corte suplementados a pasto	89
Resumo	89
Abstract	90
Introdução	91
Material e Métodos.....	92
Resultados e Discussão	97
Conclusões.....	103
Literatura Citada.....	104
RESUMO E CONCLUSÕES	106
APÊNDICES.....	108

RESUMO

SALES, Maykel Franklim Lima, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Setembro de 2008. **Desempenho e exigências nutricionais de novilhos zebuínos sob pastejo.** Orientador: Mário Fonseca Paulino. Co-Orientadores: Sebastião de Campos Valadares Filho e Edenio Detmann.

A presente tese foi elaborada com base em três experimentos. No primeiro experimento objetivou-se estudar os efeitos de diferentes níveis de suplementação sobre o desempenho, consumo, digestibilidade aparente total (DAT), pH e concentração de amônia ruminal (NAR), em bovinos recriados em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf. durante o período de transição seca-águas. Para avaliação do desempenho, consumo e DAT, foram utilizados 25 novilhos, não castrados, com idade e peso médio iniciais de 11 meses e 270 kg, divididos em cinco lotes de cinco animais, seguindo um delineamento inteiramente casualizado. Cada lote recebeu um dos tratamentos: mistura mineral (SAL); e suplemento na base de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 kg/animal/dia, o que representou 0,18; 0,36; 0,54 e 0,72% do peso corporal médio dos animais. A área destinada aos animais foi constituída de cinco piquetes de 2,0 ha cada. Para a avaliação do pH e concentração ruminal de amônia, foram utilizados cinco novilhos mestiços, não castrados, com peso médio de 240 kg, fistulados no esôfago, rúmen e abomaso, dispostos em quadrado latino 5x5, com cinco tratamentos e cinco períodos experimentais. O desempenho dos animais comportou-se de forma linear positiva em função dos níveis de suplementação, sendo observado um incremento de mais de 80% no ganho de peso dos animais do mais alto nível de suplementação em

comparação aos animais não suplementados. Os consumos de MS total, MS do pasto, MO e FDN, não foram influenciados pelos tratamentos. Os consumos de PB, CNF, EE e NDT assim como a digestibilidade dos nutrientes e a concentração de amônia ruminal apresentaram comportamento linear positivo em função dos níveis de suplementação. Níveis crescentes de suplementação concentrada influenciam positivamente o desempenho de bovinos recriados sob pastejo no período de transição seca-águas. No segundo experimento avaliou-se os efeitos de níveis de suplementação sobre o desempenho, consumo, DAT, pH e NAR em bovinos de corte terminados em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf., no período das águas. Para avaliação do desempenho, consumo e DAT foram utilizados 16 novilhos zebuínos, não castrados, com idade e peso médio iniciais de 14 meses e 317 kg, os quais foram divididos em quatro lotes de quatro animais, seguindo um delineamento inteiramente casualizado. Cada lote recebeu um dos tratamentos: mistura mineral e suplementos na base de 0,75; 1,50 e 2,25 kg/animal/dia, que corresponderam a 0,2; 0,4 e 0,6% do peso vivo médio dos animais. Para avaliação do pH e NAR, foram utilizados quatro animais fistulados no rúmen, organizados em quadrado latino 4x4, com quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. O ganho de peso médio diário comportou-se de forma linear positiva, apresentando um ganho diário adicional de 261 g/dia para os animais do mais alto nível de suplementação em relação aos animais não suplementados. Os consumos de MST, MO, PB, CNF, EE e NDT apresentaram comportamento linear positivo em resposta aos tratamentos. Embora sem efeito de tratamentos sobre a DAT da matéria seca, houve efeito significativo dos tratamentos sobre a DAT dos nutrientes, sendo linear positivo para MO, PB, EE e CNF e linear negativo para FDN. Os valores de pH ruminal apresentaram comportamento quadrático e a NAR aumentou linearmente. Níveis crescentes de suplementação influenciam positivamente o desempenho, consumo, digestibilidade dos nutrientes e as características ruminais de bovinos de corte sob pastejo no período das águas. No terceiro objetivou-se estimar as exigências nutricionais de energia, proteína e macrominerais de bovinos de corte suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* durante o período das

águas. Foram utilizados 28 novilhos zebuínos, não castrados, com idade e pesos médios iniciais de 07 meses e 180 kg. Oito animais foram abatidos como referência, em diferentes faixas de peso. A meia-carcaça direita de dez animais, dois por tratamento, foi dissecada em músculo, gordura e ossos e todos os constituintes do corpo pesados para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal. Para determinação das exigências líquidas para ganho de peso foi construída uma equação de regressão entre o log da energia retida (ER) e o log do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ). As exigências de energia líquida para manutenção (ELm) foram estimadas através do log da produção de calor (PC) em função do consumo de energia metabolizável (CEM). As eficiências de utilização da EM para manutenção (k_m) foram estimadas pela relação entre os teores de ELm e a EM da dieta e a eficiência de utilização da energia para ganho de peso (k_g) foi estimada como o coeficiente da regressão linear entre a ER e o CEM. As exigências de ELm de bovinos anelados, sob pastejo, foram de 82,4 kcal/PCVZ^{0,75} /dia ou 76,12 kcal/PC^{0,75}/dia. Com isso pode-se constatar que animais zebuínos, não castrados, sob pastejo, apresentam exigências líquidas de manutenção cerca de 5% superiores aos zebuínos em confinamento. As exigências diárias de EMm foram de 149,76 kcal/PCVZ^{0,75} e a eficiência de utilização da EM para manutenção (k_m) de animais anelados sob pastejo foi de 55% e para ganho (k_g) de 29%. Para determinação das exigências líquidas de proteína para ganho de peso nas diferentes faixas de peso corporal dos animais foi realizada uma análise de regressão dos conteúdos de proteína retidos no corpo dos animais (PR, g/dia) em função do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ, kg/dia) e da energia retida (ER, Mcal/dia). As exigências de proteína metabolizável total para um animal de 350 kg, com ganho diário de 1,0 kg, foram de 593,59 g/dia. Esse mesmo animal consumindo 7,40 kg de MS/dia necessita que a dieta total apresente 12,97% de PB na MS. O requerimento líquido de proteína para ganho de peso de animais zebuínos não-castrados sob pastejo, com até 350 kg de peso corporal, decresce à medida que o peso corporal ou a ER aumentam, podendo ser estimado a partir da equação: $PR (g/dia) = -26,2946 + 247,4853 \times GPCVZ - 24,8436 \times ER$. As exigências líquidas de Ca, P, Mg, Na e K foram determinadas

pela equação $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, sendo a e b o intercepto e o coeficiente da equação de predição dos conteúdos corporais de macrominerais, respectivamente. As exigências líquidas de Ca e P para um animal de 400 kg de PC foram, respectivamente, 11,13 g e 5,40 g. Para estimar as exigências dietéticas de manutenção e, posteriormente, somá-las às exigências dietéticas para ganho, no intuito de se obter as exigências dietéticas totais, foram adotadas as perdas endógenas e a biodisponibilidade presentes na literatura, para cada macroelemento mineral. As exigências dietéticas totais de Ca, P, Mg, Na e K para um animal de 400 kg de PC, com ganho diário de 1,0 kg foram, respectivamente, 34,59; 17,36; 7,82; 5,19 e 41,11 g/dia. Pode-se concluir que as exigências em macrominerais de bovinos de corte suplementados a pasto foram semelhantes às aquelas recomendadas pelo BR-Corte para bovinos de corte confinados.

ABSTRACT

SALES, Maykel Franklim Lima, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September of 2008. **Performance and nutritional requirements of grazing Zebu cattle.** Adviser: Mário Fonseca Paulino. Co-Advisers: Sebastião de Campos Valadares Filho and Edenio Detmann.

The current thesis was based on three trials. At the first trial, it was evaluated the effects of different supplementation levels on the performance, intake, digestibility, pH and ruminal ammonia concentration in growing bulls grazing *Brachiaria decumbens* Stapf. pasture, during the dry-rainy transition season. In the performance, intake and digestibility trial twenty five intact males with 11 months old and initial body weight of 270 kg, grouped in five lots of five animals, arranged in a completely randomized design were used. Each lot received one of the following treatments: mineral mixture (SAL) or supplements fed at 0.5, 1.0, 1.5 or 2.0 kg/animal/day, which corresponded to supplementation levels of 0.18, 0.36, 0.54 and 0.72% of body weight. The experimental area was constituted of five paddocks of 2.0 ha each one. For the evaluation of the pH and ruminal ammonia concentration five crossbred bulls were used, with average body weight of 240 kg, fitted with esophageal, ruminal and abomasal cannula, disposed in a 5x5 Latin square design, with five treatments and five experimental periods. Animal performance increased linearly with the supplementation levels, being observed an increment of more than 80% in the animal performance of the highest supplementation level when compared to the animals that not receive the supplement. DM, OM and NDF intake were not influenced by the treatments. CP,

NFC, EE and TDN intake as well as nutrient digestibility and ruminal ammonia concentration had a positive linear pattern in function of the supplementation levels. Increasing the amount of supplemental concentrate had a positive influence on the performance of growing bulls grazing *Brachiaria decumbens* pasture during the dry-rainy transition season. At the second trial it was evaluated the effects of supplementation levels on performance, intake, total apparent digestibility (TAD), pH and ruminal ammonia concentration (RAC) of finishing bulls grazing *Brachiaria decumbens* Stapf. pasture during the rainy season. For the performance, intake and TAD evaluation, sixteen intact males with 14 months old and initial body weight of 317 kg were used, arranged into four lots of four animals each, following a completely randomized design. Each lot received one of the following treatments: mineral mixture or supplements fed at 0.75; 1.50 and 2.25 kg/animal/day, which corresponded supplementation levels of 0.2; 0.4 and 0.6% of the average body weight. For pH and RAC evaluation, four animals fitted with rumen cannula were used, following a 4 x 4 Latin square design, with four treatments and four experimental periods. The average daily gain increased linearly as the supplementation levels increased, when the animals fed at the higher supplementation level presenting an additional daily gain of 261 g/day when compared to the animals not supplemented. DM, OM, CP, NFC, EE and TDN intake had a positive and linear response to the treatments. Although the treatments had no effect on DM TAD, there was a significant effect on nutrients TAD, in which the response was positive and linear for OM, CP, EE and NFC and linear but negative for NDF TAD. Ruminal pH values were affected quadratically while RAC increased linearly with the supplementation levels. Increasing supplementation levels can positively influence the performance, intake, nutrients digestibility and ruminal characteristics of bulls grazing *Brachiaria decumbens* during the rainy season. The objective in the third trial was to determine the energy, protein and macromineral requirements of Zebu bulls grazing *Brachiaria decumbens* Stapf. pasture and supplemented with increasing amounts of concentrate during the rainy season. Twenty eight intact males, with seven months old and initial body weight of 180 kg were used. Eight baseline animals were

slaughtered to determine the initial body composition, in different weight range. The right half carcass of eight animals, two per treatment, was dissected in muscle, fat and bones and all the body components were weighed to determine the empty body weight (EBW) and empty body composition. The net energy requirements for weight gain were obtained by regressing the log of the retained energy (RE) on the log of empty body weight gain (EBWG). The net energy requirements for maintenance (NEm) were obtained from regression of the log of the heat production (HP) on the metabolizable energy intake (MEI). The efficiency of ME utilization for maintenance (k_m) was calculated as the ratio of NEm to MEm and the slope of the linear regression of RE on ME intake was considered as an estimate of the efficiency of utilization of ME for weight gain (k_g). The requirements of NEm of Zebu bulls, under pasture, was 82.4 kcal/EBW^{0.75}/day or 76.12 kcal/BW^{0.75}/day. Thus, grazing Zebu bulls have about 5% greater net energy requirements for maintenance than feedlot Zebu bulls. The daily requirements of MEm was 149.76 kcal/EBW^{0.75}, and the efficiency of ME utilization for maintenance (k_m) of Zebu bulls under pasture was 55% and for gain (k_g) 29%. To calculate the net requirements for gain in the different ranges of body weight the retained protein (RP, g/day) was regressed against empty body gain (EBG, kg/day) and retained energy (RE, Mcal/day). The total metabolizable protein requirements for an animal of 350 kg and average daily gain of 1.0 kg, were 593.59 g/day. That same animal, eating 7.40 kg of DM/day requires 12.97% of CP in DM. The net requirements of protein for gain of grazing bulls until 350 kg of bodyweight, decrease as the body weight or retained energy increase and can be estimated by the equation: $RP (g/day) = -26.2946 + 247.4853 \times EBG - 24.8436 \times RE$. The net Ca, P, Mg, Na and K requirements were determined by the equation $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, where a and b represent the intercept and the regression coefficient, respectively, of the prediction equations of Ca, P, Mg, Na or K contents in the empty body weight. The net requirements of Ca and P for an animal of 400 kg of BW were, respectively, 11.13 g and 5.40 g. To determine the total dietary requirements, endogenous losses and bioavailability values found in the literature were used to calculate the dietary requirements for maintenance which were added to the dietary

requirements for growth to obtain the total requirements. The total dietary requirements of Ca, P, Mg, Na and K for an animal of 400 kg of BW, with average daily gain of 1,0 kg were, respectively, 34.59; 17.36; 7.82; 5.19 and 41.11 g/day. The macrominerals requirements of supplemented grazing Zebu cattle were similar to those recommended by the BR-Corte for Zebu cattle on feedlot.

INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos a produção de carne bovina no Brasil aumentou expressivamente. O crescimento do rebanho, que atingiu 205,9 milhões de cabeças (IBGE, 2006) e a melhora no índice de desfrute, em função da redução na idade de abate, proporcionaram condições para este crescimento. Coincidentemente, esse aumento de produção acontece em um momento ímpar no mercado mundial, onde os consumidores têm demonstrado uma crescente preocupação em relação à qualidade dos alimentos que consomem, fato pelo qual existe grande demanda pelo consumo de carnes oriundas de animais criados a pasto, por serem estes criados em condições naturais, em seu habitat, sem anabolizantes e sem competir por alimento com os humanos.

Estima-se que mais de 90% dos animais abatidos no Brasil sejam oriundos de sistemas de produção a pasto. Paulino et al. (2008) afirmaram que as forrageiras tropicais fornecem 99% da dieta, energia e nutrientes, para os bovinos criados a pasto no Brasil. Talvez por esse motivo o país atingiu não apenas a condição de detentor do maior rebanho comercial do mundo, como também assumiu a liderança mundial na exportação de carne bovina.

Entretanto, um fator limitante na produção da pecuária de corte a pasto é a estacionalidade da produção de forragem, sendo esta, alta nos meses chuvosos de verão e baixa nos meses de estiagem no inverno. A baixa precipitação pluviométrica inibe o rebrote das pastagens, o que conseqüentemente reduz o teor de proteína bruta e aumenta o teor de fibra insolúvel em detergente neutro da forragem. Esta redução na qualidade da forragem limita o crescimento microbiano ruminal, diminuindo a digestibilidade, aumentando o tempo de retenção do

alimento no rúmen, e levando ao decréscimo no consumo de forragem e de energia metabolizável.

Para contornar esta deficiência nutricional das forrageiras, podem-se utilizar alternativas tecnológicas tais como: diferimento de pastagens, manejo para qualidade e quantidade, ajuste da pressão de pastejo, implantação de gramíneas cultivadas e utilização da suplementação estratégica da dieta dos animais.

A suplementação estratégica (mineral, protéica e/ou energética) possibilita contornar a redução na qualidade da forragem, por contribuir para aumentar o consumo de matéria seca potencialmente digestível e a digestibilidade da forragem disponível, resultando em melhor desempenho produtivo e reprodutivo dos animais. Pode-se dizer que a suplementação consiste no criterioso fornecimento de nutrientes adicionais com o objetivo de otimizar a digestão e o metabolismo dos nutrientes contidos nas forragens consumidas pelos ruminantes. Os principais efeitos da suplementação são observados no consumo e na digestibilidade da forragem, como resultado de alterações no ambiente ruminal e na população microbiana, os quais afetam os fatores determinantes da digestão ruminal, o fluxo da digesta através do rúmen e a disponibilidade de nutrientes para absorção no intestino (Ospina et al., 2003).

Na última década, uma nova modalidade de suplementação passou a ser utilizada pelos pecuaristas, baseando-se no fornecimento de misturas contendo, além dos nutrientes minerais limitantes, proteína ou fontes de nitrogênio não protéico, necessárias à correção de deficiências, principalmente no período da seca, momento em que a concentração de proteína da forragem presente nas pastagens encontra-se abaixo do teor mínimo exigido para o bom funcionamento ruminal. O resultado dessa medida geralmente se traduz em maior ingestão de forragem pelos animais em pastejo, levando à manutenção, ganhos moderados ou até mesmo altos níveis de ganhos médios diários de peso corporal, desde que a disponibilidade de matéria seca potencialmente digestível não seja limitante (Paulino et al., 2008). Apesar da suplementação dos animais na seca com suplementos protéicos de baixo consumo (1g/kg de peso corporal) ser a prática de suplementação mais utilizada atualmente no país, tem crescido o interesse por

suplementos protéico-energéticos de alto consumo, até 10 g/kg de peso corporal (Reis et al., 2004).

Atualmente, a utilização desses suplementos (misturas múltiplas para a seca) está bastante difundida e inicia-se também a utilização de misturas múltiplas no período das águas.

A ingestão de matéria seca potencialmente digestível (MSpd) exerce papel importante no desempenho dos animais, já que é responsável pelo ingresso de nutrientes para atender às exigências nutricionais. Trabalhos realizados no Brasil, comparando ingestão de matéria seca (MS) entre animais zebuínos e seus mestiços têm se mostrado contraditórios e alguns autores têm observado menor ingestão de alimento, por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg PC}^{0,75}$), em zebuínos. Esse menor consumo parece estar associado à sua menor capacidade do trato gastrintestinal e a menores exigências de manutenção e de ganho dos zebuínos (Jorge et al., 1999). Animais mestiços tendem a apresentar maior massa de órgãos internos, em porcentagem do peso corporal, que animais zebus. Essas informações sugerem menor capacidade de ingestão de alimentos nos animais zebus, em relação aos taurinos e mestiços (Jorge et al., 1999). Isso está de acordo com os resultados encontrados por Alves (2001), que mostraram tendência de maior consumo de MS para animais mestiços em relação aos zebuínos.

Existem alguns fatores que podem influenciar a composição corporal como o peso, taxa de ganho de peso, tamanho corporal, raça, sexo, sistema de manejo nutricional e especialmente o efeito da dieta (Fox & Black, 1984). Outro fator que pode interferir na composição corporal é a genética, pois animais precoces depositam gordura mais precocemente do que animais tardios. Com relação ao fator sexo, Vêras et al. (2000) afirmaram que as principais diferenças são observadas quanto ao tecido adiposo. Em animais da mesma raça e com peso de corpo vazio (PCVZ) similar, fêmeas possuem maior quantidade corporal de gordura que machos castrados, e esses, mais que os inteiros, refletindo nas concentrações de energia corporal e nas respectivas exigências energéticas para ganho. Segundo Fontes (1995), animais castrados são menos exigentes em proteína e mais exigentes em energia para ganho de peso que os animais inteiros.

No início da fase de recria, os animais encontram-se em plena fase de desenvolvimento muscular. Isto faz com que seus ganhos sejam maiores em proteína do que em gordura, sendo essa relação alterada conforme o avanço da idade. É de consenso geral que à medida que aumenta o peso corporal do animal ocorre decréscimo na proporção de proteína e aumento na proporção de gordura no peso de corpo vazio. Isto se deve à diminuição do crescimento muscular e aumento do desenvolvimento do tecido adiposo. Como consequência, observa-se que a exigência de energia aumenta à medida que se eleva o peso corporal e a exigência de proteína decresce, concomitantemente.

A eficiência de produção de carne é a soma de muitos fatores, incluindo o requerimento de energia para manutenção e a eficiência energética de deposição e recuperação do tecido corporal (Solis et al., 1988). Segundo Fox & Black (1984), o requerimento de manutenção está em função do peso corporal enquanto que o requerimento para ganho é função da proporção de proteína e gordura no ganho tecidual. As exigências energéticas dos animais são os mais difíceis de serem avaliados porque a eficiência de utilização da energia para os vários processos fisiológicos como manutenção, crescimento, engorda e lactação são variáveis (Coelho da Silva & Leão, 1979).

Os animais utilizam os nutrientes, geralmente, em uma determinada ordem hierárquica, iniciando pela manutenção, reprodução, lactação e depósito, sendo que a manutenção tem a prioridade, por ser responsável pela preservação da vida (Noller, 1997).

O local de deposição de gordura exerce influência sobre as exigências de energia de manutenção. Animais com aptidão leiteira, em relação aos animais específicos para corte, tendem a depositar mais gordura em componentes que não fazem parte da carcaça, denominados de depósitos internos, os quais são metabolicamente mais ativos. Isto leva a um maior requisito de energia líquida de manutenção. Por outro lado, Paulino (1996) afirma que a gordura não-cavitária pode ser utilizada como fonte energética na época de escassez de alimentos, uma vez que essa é mais lentamente reciclada que a gordura visceral e abdominal. A avaliação dos componentes não-carcaça é importante, pois também influencia nas

exigências de manutenção devido às variações que ocorrem nesses tecidos, conforme o grupo genético, classe sexual, status nutricional, etc.

Animais com aptidão leiteira possuem tamanho relativo dos órgãos internos maior do que animais taurinos para corte, e esses, maior do que os zebuínos. Segundo Smith & Baldwin (1973), o coração, o fígado e o tecido do trato gastrointestinal possuem elevada atividade metabólica, influenciando diretamente na variação da energia líquida de manutenção entre grupos genéticos. A exigência de energia líquida de manutenção (ELm) equivale à produção de calor do animal em jejum. A exigência de energia líquida de ganho (ELg) equivale a quantidade de energia depositada como matéria orgânica não gordurosa (principalmente proteína) mais a depositada como gordura.

A exigência líquida energética total de um bovino é representada pela $ELm + ELg$. O sistema que dividiu a energia líquida total em ELm e ELg foi lançado por Lofgreen & Garrett (1968), onde a ELm foi estimada em $77Kcal/kg^{0,75}$, valor adotado pelo NRC (2000).

Porém, esse valor é variável, sendo dependente do peso, nível de produção, atividade física, meio ambiente, genética, composição corporal, condição fisiológica e corporal, nutrição, sexo e raça. Conforme o NRC (1984), raças zebuínas e suas cruzas requerem menos energia para manutenção. Segundo NRC (1996), após numerosas pesquisas, têm-se notado diferenças no requerimento de energia entre raças de bovinos. Taurinos de dupla aptidão ou de leite, aparentemente requerem cerca de 20% mais energia do que raças de corte, tendo as raças mestiças como intermediárias, enquanto zebuínos têm requerimentos 10% inferiores.

Em animais adultos, bem alimentados, o grande responsável pelo aumento do peso corporal é a elevação do conteúdo de gordura corporal. Sendo, também, o responsável pela elevação das exigências energéticas para ganho de peso.

Segundo Paulino (1996), quando se avalia o peso corporal em animais acumulando grandes proporções de gordura, a quantidade de energia necessária para ganho de 1,0 Kg é elevada. Isso porque os tecidos adiposos desses animais contêm teores mais elevados de matéria seca que os músculos (cerca de 70%

versus 30%). À medida que os animais são mais pesados, a concentração de gordura no corpo vazio e no ganho de peso do corpo vazio tende a se elevar. Essas modificações na composição do corpo vazio e no ganho de peso de corpo vazio têm como consequência que as exigências líquidas de energia para ganho de peso aumentam com a elevação do peso corporal e com aumento da taxa de ganho de peso (Backes, 1998).

Conforme Valadares Filho (1995), a maioria dos resultados de pesquisa sobre exigências nutricionais de bovinos não converte as exigências líquidas em dietéticas, ficando na dependência de fatores oriundos de tabelas elaboradas em outros países.

Com relação a exigência líquida de proteína, O'Connor & Sniffen (1993) a definem como sendo a soma da proteína depositada no tecido do próprio animal, no feto, secretada no leite e usada para manutenção. Segundo Freitas (1995), exigências líquidas de proteína para ganho de peso variam com a raça, o sexo e a taxa de ganho de peso, sendo maiores em animais não-castrados, em comparação aos animais castrados e, para um mesmo sexo, são maiores para animais de maturidade tardia, em relação aos animais de maturidade precoce.

Segundo Paulino et al. (1999), as exigências de macrominerais para crescimento e engorda têm sido estimadas pelo método fatorial. Esse método baseia-se nas quantidades líquidas depositadas no corpo do animal para atender o crescimento e engorda. Os esforços desenvolvidos, no Brasil, para se determinar as exigências nutricionais de bovinos de corte já foram suficientes para a elaboração da primeira Tabela Brasileira de Exigências Nutricionais de Zebuínos (BR – Corte).

A suplementação com misturas múltiplas pode conciliar alta lotação das pastagens com alto desempenho individual dos animais. Em regiões onde o valor da terra é alto, sistemas intensivos baseados em pastagens com alta lotação e suplementação com concentrado para animais em terminação ou em recria, podem aumentar a competitividade da atividade pecuária.

Dados sobre a viabilidade técnica e econômica da suplementação de animais recriados e terminados em pastagens manejadas intensivamente durante

o ano e os efeitos desta suplementação na terminação em confinamento são escassos nas condições nacionais, embora algumas informações interessantes possam ser encontradas em Ramalho (2006) e Figueiredo et al. (2007).

Objetivou-se estudar os efeitos de diferentes níveis de suplementação sobre o desempenho produtivo, consumo e digestibilidade aparente total, a composição corporal e as exigências de energéticas, protéicas e de macrominerais de bovinos de corte em bovinos de corte sob pastejo, durante os períodos de transição seca-águas e águas.

Os trabalhos a seguir foram elaborados segundo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, D. D. **Desempenho produtivo e características de carcaças de bovinos Zebu e cruzados Holandês-Zebu (F₁), nas fases de recria e terminação.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- BACKES, A.A. **Desempenho, composição corporal, exigências nutricionais e validação de diferentes sistemas de arraçamento para novilhos confinados.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1998. 160p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, 1998.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes.** Piracicaba: Livro, Ceres, 1979. 380p.
- FIGUEIREDO, D.M.; OLIVEIRA, A.S.; SALES, M.F.L. et al. Análise econômica de quatro estratégias de suplementação para recria e engorda de bovinos em sistema pasto-suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1443-1453, 2007.
- FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p.419-455, 1995.

- FOX, D.G.; BLACK, J.R. A system for predicting body composition and performance in growing cattle. **Journal of Animal Science**, n.58, p.725–739, 1984.
- FREITAS, J.A. **Composição corporal e exigência de energia e proteína de bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos não castrados, em confinamento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatísticas da produção pecuária**. M. Brasília: IBGE, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 15 de agosto de 2008.
- JORGE, A.M.; FONTES, C.A.; PAULINO, M.F. et al. Tamanho relativo dos órgãos internos de zebuínos sob alimentação restrita e *ad libitum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1174-1182, 1999.
- LOFGREEN, G.P.; GARRETT, W.N.A. System for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.793-806, 1968.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 6.ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 1984. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7ed. Washington, DC: National Academy Press. 1996, 242 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. rev. ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 2000. 242p.
- NOLLER, C.H.; Nutritional requirements of grazing animal. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, 1997, Viçosa. **Proceedings...** Viçosa: UFV, 1997. p.145-172.
- O'CONNOR, J. D; SNIFFEN, D. G. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: IV. Predicting amino acid adequacy. **Journal of Animal Science**. v.71, p.1298 – 1311, 1993.
- OSPINA, H. P.; MEDEIROS, F. S.; LANGWINSKI, D. Novos conceitos em suplementação mineral de bovinos a pasto. In: BARCELLOS, J. O. J.; Prates, E. R.; Ospina, H.; Mühlbach, P. R. F. **Suplementação mineral de bovinos em regiões subtropicais**. Porto Alegre, UFRGS. 2003. 120 p.
- PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.634-641, 1999.

- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Bovinocultura funcional nos trópicos. In: VI SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE e II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6, 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2008. p.275-305.
- RAMALHO, T.R.A. **Suplementação protéica ou energética para bovinos recriados em pastagens tropicais.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), 2006.
- REIS, R.A.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; FREITAS, D. et al. Suplementação protéico-energética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE: PECUÁRIA DE CORTE INTENSIVA NOS TRÓPICOS, 5, 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p.171-226.
- SMITH, N.E.; BALDWIN, R.L. Effects of breed, pregnancy and lactation on weight of organs and tissues in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.57, n.9, p.1055-1060, 1973.
- SOLIS, J. C.; BYERS, F. M.; SCHELLING, G. T. et al. Maintenance requirements and energetic efficiency of cows of different breed types. **Journal of Animal Science**. v.66, n.3, p.764-773, 1988.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: ANAIS DO SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZO, p.355-388,1995.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2379-2389, 2000.
- VIANA, J.A.C. Desafios e potencialidades da produção animal nos trópicos e subtropicais: reflexões provocativas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, 1990. Campinas. **Anais...** p.639-79.

CAPÍTULO 1

Níveis de suplementação para recria de bovinos de corte sob pastejo durante o período de transição seca-águas

Resumo: Objetivou-se estudar os efeitos de diferentes níveis de suplementação sobre o desempenho, consumo, digestibilidade, pH e concentração de amônia ruminal, em bovinos recriados em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf. durante o período de transição seca-águas. Para avaliação do desempenho, consumo e digestibilidade, foram utilizados 25 novilhos, não castrados, com idade e peso médio iniciais de 11 meses e 270 kg, divididos em cinco lotes de cinco animais, seguindo um delineamento inteiramente casualizado. Cada lote recebeu um dos tratamentos: mistura mineral (SAL); e suplemento na base de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 kg/animal/dia, o que representou 0,18; 0,36; 0,54 e 0,72% do peso corporal médio dos animais. A área destinada aos animais foi constituída de cinco piquetes de 2,0 ha cada. Para a avaliação do pH e concentração ruminal de amônia, foram utilizados cinco novilhos mestiços, não castrados, com peso médio de 240 kg, fistulados no esôfago, rúmen e abomaso, dispostos em quadrado latino 5x5, com cinco tratamentos e cinco períodos experimentais. O desempenho dos animais comportou-se de forma linear positiva em função dos níveis de suplementação, sendo observado um incremento de mais de 80% no ganho de peso dos animais do mais alto nível de suplementação em comparação aos animais não suplementados. Os consumos de MS total, MS do pasto, MO e FDN, não foram influenciados pelos tratamentos. Os consumos de PB, CNF, EE e NDT assim como a digestibilidade dos nutrientes e a concentração de amônia ruminal apresentaram comportamento linear positivo em função dos níveis de suplementação. Níveis crescentes de suplementação concentrada influenciam positivamente o desempenho de bovinos recriados sob pastejo no período de transição seca-águas.

Palavras-chave: consumo, digestibilidade, gado de corte, suplementos múltiplos, zebuínos

Supplementation levels to growing bulls grazing *Brachiaria decumbens* pasture during the dry-rainy transition season

Abstract: The objective in this trial was to study the effects of different supplementation levels on the performance, intake, digestibility, pH and ruminal ammonia concentration in growing bulls grazing *Brachiaria decumbens* Stapf. pasture, during the dry-rainy transition season. In the performance, intake and digestibility trial twenty five intact males with 11 months old and initial body weight of 270 kg, grouped in five lots of five animals, arranged in a completely randomized design were used. Each lot received one of the following treatments: mineral mixture (SAL) or supplements fed at 0.5, 1.0, 1.5 or 2.0 kg/animal/day, which corresponded to supplementation levels of 0.18, 0.36, 0.54 and 0.72% of body weight. The experimental area was constituted of five paddocks of 2.0 ha each one. For the evaluation of the pH and ruminal ammonia concentration five crossbred bulls were used, with average body weight of 240 kg, fitted with esophageal, ruminal and abomasal cannula, disposed in a 5x5 Latin square design, with five treatments and five experimental periods. Animal performance increased linearly with the supplementation levels, being observed an increment of more than 80% in the animal performance of the highest supplementation level when compared to the animals that not receive the supplement. DM, OM and NDF intake were not influenced by the treatments. CP, NFC, EE and TDN intake as well as nutrient digestibility and ruminal ammonia concentration had a positive linear pattern in function of the supplementation levels. Increasing the amount of supplemental concentrate had a positive influence on the performance of growing bulls grazing *Brachiaria decumbens* pasture during the dry-rainy transition season.

Key-words: beef cattle, digestibility, intake, multiple supplements, Zebu cattle

INTRODUÇÃO

A inserção brasileira no mercado internacional de carnes depende, entre outros aspectos, da oferta constante e uniforme de um produto com qualidade. Como a fase de recria é fundamental para o estabelecimento da idade de abate, esta desempenha um importante papel dentro deste contexto, uma vez que animais mais jovens possuem maior deposição protéica e uma tendência de produzir carne mais macia (Magnabosco et al., 2006).

A utilização de estratégias alimentares como a suplementação a pasto, bem como a melhor utilização do potencial genético dos animais, através de cruzamentos e o abate de machos e fêmeas para a produção de carne, são soluções que garantem a oferta dos animais e a rentabilidade dos sistemas de produção.

Deve-se, no entanto, definir com clareza o objetivo da suplementação no sistema produtivo. Assim, o aporte de nutrientes via suplementação durante a recria, pode visar níveis diferenciados de desempenho animal. Esses níveis podem atender desde a simples manutenção de peso até ganhos diários de 500 a 600 g, quando o objetivo é abater machos com 20 meses de idade (Paulino et al., 2001).

Efeitos positivos sobre o ganho de peso ocorrem quando o consumo de proteína é maior que 0,1% do peso corporal (PC), com pequena diferença entre as fontes de proteína. Pequenos efeitos no ganho de peso são encontrados quando o consumo de proteína é baixo, sendo estes confundidos com os efeitos da disponibilidade de forragem e tipo de suplemento fornecido (Moore et al., 1999).

Ao avaliarem níveis de nutrientes digestíveis totais (NDT) similares para milho e soja em grão, Garces-Yeppez et al. (1997) encontraram ganhos similares com a suplementação de aproximadamente 0,5% PC, observando aumentos de 10 a 25% no desempenho quando suplementaram com 1,0% PC. Os efeitos da suplementação com milho e grão de soja sobre o consumo e a digestibilidade da forragem mostram-se vantajosos, especialmente quando os animais foram alimentados com níveis acima de 0,5% PC (Kunkle et al., 2000).

Sales et al. (2008), ao adicionarem níveis crescentes de suplementação energética durante a transição águas-seca, fixando o consumo de proteína bruta (PB) em 0,3 kg/dia, encontraram respostas linearmente positivas sobre o desempenho dos animais. Embora sem efeito sobre o consumo de matéria seca, os níveis crescentes de suplementação energética exerceram efeito negativo sobre o consumo de pasto e a digestibilidade da fibra.

Objetivou-se estudar os efeitos de diferentes níveis de suplementação sobre o desempenho produtivo, consumo, digestibilidade, pH e concentração de amônia ruminal, em bovinos recriados sob pastejo durante o período de transição seca-águas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa, entre os dias 04 de outubro de 2005 e 04 de janeiro de 2006.

Foram utilizados 25 novilhos, não castrados, com idade e pesos médios iniciais de 11 meses e 270 kg ($s = 50,00$). Estes foram divididos em cinco lotes de cinco animais, seguindo um delineamento inteiramente casualizado. Cada lote recebeu um dos cinco tratamentos: mistura mineral (SAL); e suplemento na base de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 kg/animal/dia, o que representou 0,18; 0,36; 0,54 e 0,72% do peso corporal médio dos animais. O suplemento fornecido em diferentes quantidades apresentou 37% de PB e 36% de fibra em detergente neutro (FDN) (Tabela 1) e todos os animais receberam, de forma irrestrita, a mistura mineral.

A área experimental destinada aos animais foi constituída de cinco piquetes de 2,0 ha cada, formados com *Brachiaria decumbens* Stapf., providos de bebedouros e comedouros de madeira, cobertos, com 2,0m de comprimento e acesso por ambos os lados.

Visando minimizar a influência da possível variação na disponibilidade de matéria seca de pasto, os animais permaneceram em cada piquete por sete dias e após este período procedeu-se ao rodízio dos animais entre os piquetes, sendo que os tratamentos acompanhavam os animais.

No primeiro dia de cada período experimental, foram realizadas coletas de pasto para determinação da disponibilidade de matéria seca total (MST) e MS potencialmente digestível (MSpd), através de corte ao nível do solo de cinco áreas delimitadas por um quadrado metálico de 0,25 m², selecionadas aleatoriamente em cada piquete experimental.

No momento da coleta, procedeu-se a divisão da amostra em duas partes: uma foi pesada e levada imediatamente à estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas, para determinação da disponibilidade total de MS da pastagem; a outra amostra foi separada em folhas verdes, folhas secas, colmos verdes e colmos secos, para determinação dos componentes estruturais. A MSpd foi estimada segundo a equação:

$$MSpd = 0,98 \times (100 - FDN) + (FDN - FDNi)$$

onde: FDN – fibra insolúvel em detergente neutro; FDNi – FDN indigestível.

Na Figura 1 são apresentadas a precipitação e as temperaturas médias mensais durante o período experimental, assim como durante o mês que o antecedeu, com o objetivo de uma melhor visualização da influência das variáveis climáticas sobre o ambiente da pastagem.

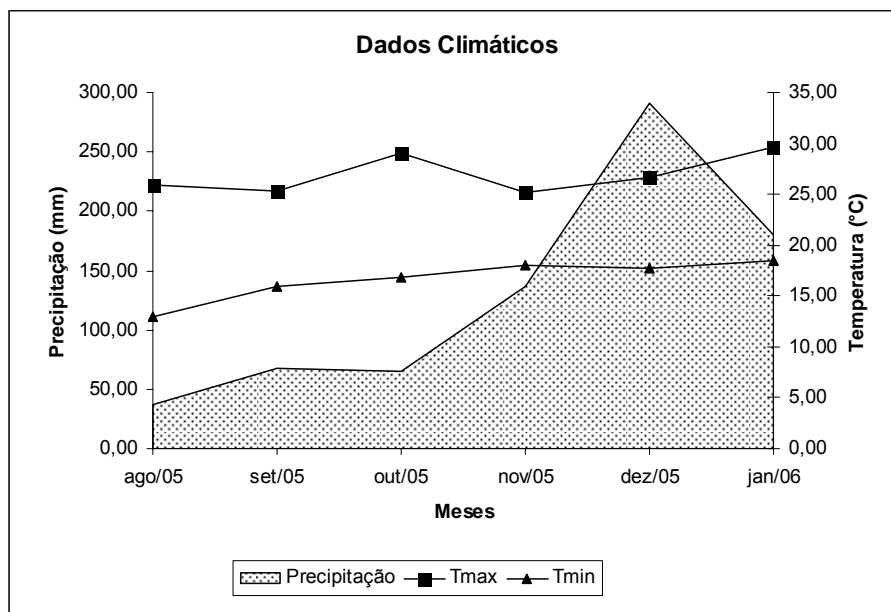


Figura 1 - Temperaturas mínima (Tmín - °C), máxima (Tmáx - °C) e precipitação total (PP - mm). Fonte: Estação meteorológica - UFV.

Todos os animais do experimento de desempenho foram submetidos a um ensaio de digestão a pasto, por um período de dez dias, sendo os sete primeiros dias destinados à adaptação dos animais e à estabilização do fluxo dos indicadores conforme descrito por (Titgemeyer et al., 2001).

Para avaliar a composição bromatológica da forragem consumida pelos animais, foram utilizados cinco animais fistulados no esôfago, os quais após jejum alimentar e hídrico de 16 horas, foram conduzidos aos piquetes experimentais para a realização das coletas de extrusa. As coletas foram realizadas às 7:00 horas da manhã do quinto dia do ensaio de digestão, utilizando-se bolsas coletoras com fundo telado, adaptadas em torno da fístula esofágica. Após 40 minutos de pastejo, as bolsas foram retiradas e as amostras pesadas.

Para estimar a excreção de MS fecal (EF), utilizou-se o indicador externo óxido crômico, segundo recomendações de Smith & Reid (1955), o qual foi aplicado em dose única diária (10 g/animal) acondicionado em cartucho de papel e introduzido com o auxílio de um aplicador, diretamente no esôfago dos animais, durante nove dias consecutivos. Após sete dias de adaptação, foram coletadas amostras de fezes dos animais no oitavo (16h00), nono (12h00) e décimo (8h00) dias. O cálculo da EF foi realizado tendo como base a razão entre a quantidade de indicador fornecido e sua concentração nas fezes, segundo a equação:

$$EF = (CrFornecido / CrFezes) \times 100$$

onde: *CrFornecido* – quantidade de cromo fornecida (g) e *CrFezes* – concentração do indicador nas fezes (%).

O consumo voluntário de matéria seca (CMS) foi estimado utilizando-se como indicador interno a FDA indigestível (FDAi), obtida após 264 horas de incubação *in situ* (Casali et al., 2008), por intermédio da equação:

$$CMS = \left\{ \left[(EF \times \%FDAiFezes) - FDAiSuplemento \right] \div FDAiForragem \right\} + CMSS$$

onde: FDAi presente no suplemento (kg/dia); FDAi na forragem (kg/kg) e CMSS - consumo de MS de suplemento (kg/dia).

Para determinação do consumo individual de suplemento (CMSS) foi utilizado o dióxido de titânio na quantidade média de 10 g/animal, misturados ao suplemento imediatamente antes do fornecimento, segundo procedimento descrito

por Valadares Filho et al. (2006), seguindo o mesmo esquema de coletas de fezes descrito para o óxido crômico, através da equação:

$$CMSS = (EF \times TiOFezes) \div TiOSuplemento$$

onde: TiOFezes e TiOSuplemento – referem-se à concentração de dióxido de titânio nas fezes e no suplemento, respectivamente.

Após a coleta, as amostras de extrusa e fezes foram secas em estufa com ventilação forçada a 65°C por 72 horas, processadas em moinho tipo Willey (1,0 mm) e posteriormente submetidas às análises laboratoriais, de acordo com as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002) com exceção das determinações de FDN e FDA que seguiram os métodos descritos por Mertens (2002) e Van Soest & Robertson (1985), respectivamente.

Tabela 1 - Composição percentual do suplemento, com base na matéria natural, quantidades de PB e NDT fornecidos via suplementos e composição bromatológica do suplemento e do pasto (% MS)

Ingredientes		% no suplemento			
Uréia/Sulfato de Amônio (9:1)		3,00			
Farelo de algodão		40,00			
Farelo de trigo		57,00			
Item	Quantidade diária fornecida via suplemento (kg)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	
PB	0,158	0,317	0,475	0,633	
NDT ¹	0,281	0,562	0,843	1,124	
Composição bromatológica					
Item	Suplemento	<i>B. decumbens</i> ²			
		Out/Nov	Nov/Dez	Dez/Jan	
MS (%)	85,47	36,26	35,97	35,27	
MO ³	94,03	89,29	90,20	88,45	
PB ³	37,04	9,95	8,88	9,34	
EE ³	2,65	1,02	1,02	0,99	
CT ³	54,34	78,32	80,30	78,11	
FDN ³	36,23	63,05	63,31	61,81	
CNF ³	22,97	15,26	16,99	16,30	
Lignina ³	4,82	3,68	3,31	3,65	
NIDA ⁴	2,24	26,13	28,27	27,63	
NIDN ⁴	7,22	51,92	52,82	48,36	

¹Estimado segundo o NRC (2001); ²extrusa esofágica; ³%MS; ⁴% do nitrogênio total.

A partir dos consumos de MS e das excreções fecais foi possível calcular a digestibilidade dos nutrientes e estimar o consumo e teor de NDT das dietas.

Para a avaliação dos efeitos dos tratamentos sobre o pH e concentração de amônia ruminais, foram utilizados cinco novilhos mestiços Holandês x Zebu, não castrados, com peso médio inicial de 240 ± 90 kg, fistulados no rúmen e abomaso (Leão et al., 1978).

A área experimental destinada aos novilhos fistulados foi constituída de cinco piquetes de 0,4 ha, cobertos uniformemente com *Brachiaria decumbens* Stapf., providos de bebedouro e comedouro coberto.

Os animais fistulados foram organizados segundo o delineamento em quadrado latino 5x5, com cinco tratamentos e cinco períodos experimentais, com duração de 14 dias cada período.

Devido a grande diferença de peso entre os animais fistulados, optou-se por fornecer os suplementos com base percentual ao peso corporal dos animais. Para isso, as quantidades correspondentes aos tratamentos do experimento de desempenho foram divididas pelo peso médio dos animais de cada tratamento, calculando-se a oferta em % do PC dos animais no experimento de desempenho. Estes valores foram utilizados na suplementação dos animais fistulados.

Coletaram-se, no 14º dia do período experimental, amostras de líquido ruminal para determinar o pH e a concentração de amônia antes e quatro horas após o fornecimento do suplemento, na região de interface líquido/sólido do ambiente ruminal, sendo essas posteriormente filtradas por uma camada tríplice de gaze. As análises de pH foram feitas imediatamente após a coleta por intermédio de peagâmetro digital. Para a determinação da amônia, utilizou-se uma amostra de 50 mL de líquido ruminal, adicionada de 1,0 mL de H₂SO₄ 1:1, sendo acondicionada em recipiente de plástico com tampa, identificada e congelada. As concentrações do N amoniacal foram obtidas após destilação com KOH 2N, segundo técnica descrita por Fenner (1965) adaptada por Vieira (1980).

Todos os resultados foram analisados através de análise de regressão, com nível crítico de 0,10 de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As disponibilidades estimadas de matéria seca: total (MST), de folhas verdes (MSFV), de folhas secas (MSFS), de colmos verdes (MSCV) e de colmos secos da pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf. nos diferentes períodos experimentais são apresentadas na Tabela 2.

Observou-se uma MST média de 4.613 kg/ha. Nota-se que, com o avanço da maturidade da planta, o efeito da carga animal e o avançar da estação chuvosa, houve um aumento na disponibilidade de forragem, associado a um aumento na quantidade de folhas verdes (Tabela 2), com conseqüente redução de folhas secas; assim como, uma redução nos percentuais de colmos secos, substituídos marcadamente, por colmos verdes. Este resultado deveu-se ao aumento da precipitação pluviométrica (Figura 1) e aceleração das taxas de crescimento das gramíneas nesta época do ano.

Tabela 2 - Disponibilidades de MS total (MST), potencialmente digestível (MSPd), de folhas verdes (MSFV), folhas secas (MSFS), colmos verdes (MSCV), colmos secos (MSCS) e relação folha:colmo durante o período experimental

Itens	Épocas			Médias
	Out/Nov	Nov/Dez	Dez/Jan	
MST (kg/ha)	4.582,53	4.581,64	4.674,96	4.613,04
MSPd (kg/ha)	3.492,54	3.492,41	3.655,22	3.546,72
MSFV (kg/ha)	965,13	962,63	1.167,46	1.031,74
MSFV (%)	21,06	21,01	24,97	22,35
MSFS (kg/ha)	1.102,36	862,73	594,26	853,12
MSFS (%)	24,06	18,83	12,71	18,53
MSCV (kg/ha)	1.309,05	966,52	1.900,08	1.391,88
MSCV (%)	28,58	21,10	40,64	30,11
MSCS (kg/ha)	1.205,99	1.789,76	1.013,16	1.336,30
MSCS (%)	26,32	39,06	21,67	29,02
Folha:Colmo	0,82	0,66	0,60	0,69

Contudo, a MST manteve-se superior àquelas inferidas como limitantes à seletividade animal, 4.262 kg/ha (Euclides et al., 1992). Isto pode ter possibilitado

a maximização do consumo de MS proveniente do pasto, durante todo o experimento.

As espécies forrageiras tropicais apresentam grande potencial de produção. Entretanto, a acumulação de MS ao longo do crescimento da planta é acompanhada do espessamento e do aumento da lignificação da parede celular, além de uma redução na relação folha:colmo, comprometendo assim, sua qualidade como alimento para os ruminantes.

O teor médio de PB da extrusa, durante o período experimental, foi de 9,39% na MS, superior aos 7% considerados por Lazzarini (2007) e Sampaio (2007) como valor limitante para que os microrganismos ruminais apresentem plena capacidade de utilização dos carboidratos fibrosos da forragem basal. Contudo, é interessante observar que 51% deste total encontrava-se na forma de NIDN, de lenta e incompleta degradação; o que reforça a importância do fornecimento suplementar de fontes de N mais rapidamente disponíveis.

Nota-se que o desempenho produtivo, avaliado através do ganho em peso médio diário, comportou-se de forma linear positiva em função dos níveis de suplementação (Tabela 3), sendo observado um incremento de mais de 80% no desempenho dos animais do mais alto nível de suplementação, em comparação aos animais não suplementados. Tal fato pode ser explicado pelo aumento no consumo de NDT e conseqüentemente de energia metabolizável observados nos animais dos mais altos níveis de suplementação (Tabela 4), evidenciando que animais em fase de crescimento respondem de forma muito eficiente ao *input* de nutrientes. Segundo Berg & Butterfield (1979), após o nascimento, por intermédio de manejo e alimentação adequados, os bovinos crescem segundo uma curva sigmoidal, em maior intensidade durante a fase de recria, reduzindo à medida que se aproximam da fase adulta. Diante disso, o aproveitamento do potencial de crescimento da fase em questão, o retorno obtido será a diminuição do ciclo produtivo da pecuária de corte e, conseqüentemente, a ampliação do lucro. As pastagens são a forma mais econômica e prática de alimentação de bovinos. Com isso, torna-se prioridade aumentar a utilização das forragens via otimização do consumo e da disponibilidade de seus nutrientes.

Tabela 3 – Médias ajustadas, coeficientes de variação (CV - %) e níveis descritivos de probabilidade para o ganho médio diário (GMD – kg/dia), peso corporal inicial (PCI – kg), PC final (PCF – kg), ganho de peso total (GPT – kg), ganho diário adicional (GDA – kg) e uréia sérica (mg/dL) para os níveis de suplementação

Item	Nível de suplementação (kg)					CV (%)	Valor-P ^{1,2}	
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0		L	Q
GMD ³	0,371	0,526	0,563	0,617	0,694	23,1	***	ns
PCI	257,80	284,00	273,50	272,25	266,25			
PCF ⁴	291,90	332,38	325,25	329,00	330,13	3,6	***	ns
GPT	34,10	48,37	51,75	56,75	63,87			
GDA	-	0,155	0,192	0,246	0,324			
US ⁵	9,82	16,98	19,15	19,87	21,13	5,1	***	ns

^{1/} L e Q = Efeitos de ordem linear e quadrática em função dos níveis de suplementação. ^{2/} ns - P>0,10 e *** - P≤0,01. ^{3/} $\hat{Y}=0,4019+0,1507X$ ($r^2=0,9645$); ^{4/} $\hat{Y}=305,1304+15,9380X$ ($r^2=0,9645$); ^{5/} $\hat{Y}=12,2892+5,1032X$ ($r^2=0,8021$).

Analisando o ganho diário adicional (GDA), que representa o acréscimo em ganho de peso proporcionado pelos suplementos, observa-se um incremento de 324 g/dia no desempenho dos animais do mais alto nível de suplementação em relação aos animais não suplementados (Tabela 3).

É importante ressaltar que estes GDAs obtidos nesta fase podem viabilizar o abate destes animais antes da segunda seca, ou seja, antes dos 20 meses de idade, o que além de aumentar o giro de capital, facilita o manejo na fazenda e reduz os custos com futuras suplementações, seja em confinamento ou semi-confinamento a pasto, visto que se aproveita a fase de maior eficiência alimentar dos animais e de maior retorno econômico e produtivo da suplementação.

Segundo Leng (1990), a eficiência de utilização da energia metabolizável (EM) da forragem pode ser significativamente melhorada pela suplementação. Ao reduzir as deficiências dos nutrientes, a suplementação otimiza o crescimento microbiano, o que pode resultar em adequada fermentação microbiana o que propicia maior extração de carboidratos da forragem, com conseqüente aumento na produção de ácidos graxos voláteis. Além disso, o aumento da síntese microbiana, promovido pela PB fornecida na dieta, eleva a saída de proteína microbiana do rúmen.

Paulino et al. (2005), avaliando o efeito de diferentes fontes energéticas em suplementos múltiplos sobre o desempenho produtivo de novilhos recriados em pastejo no período das águas, relataram que apesar de não ter ocorrido diferença no GMD entre os tratamentos suplementares, o suplemento contendo milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) proporcionou ganhos adicionais da ordem de 220 g/dia quando comparado ao tratamento controle, apenas mistura mineral e que a média de ganho de peso para todos os tratamentos foi de 1,247 kg/dia, valor superior aos encontrados no presente estudo. Segundo os autores, estes ganhos adicionais podem estar associados à eliminação dos efeitos associativos negativos entre forragem e grãos, proporcionados pelo atendimento total das exigências de proteína degradada no rúmen.

Da mesma forma, Villela (2004) ao avaliar suplementos formulados com diferentes fontes protéicas para recria de novilhos nas épocas da seca e transição seca-águas, encontrou diferenças estatísticas para o ganho de peso dos animais. Foram observados ganhos adicionais de 220 g/dia para os animais que receberam suplemento contendo farelo de algodão, como fonte de proteína, em relação aos animais que receberam apenas mistura mineral.

A concentração de uréia sérica (US) aumentou linearmente ($P < 0,01$) com a inclusão de concentrado na dieta (Tabela 3), provavelmente devido ao aumento na quantidade de PB da dieta (Roseler et al., 1993; Moscardini et al., 1998).

Swenson (1988) verificou que a excreção fracional de uréia se elevou com o aumento do teor de proteína digestível da dieta. Valadares et al. (1997) concluíram que a excreção fracional de uréia é variável, possibilitando maior conservação de uréia a baixas ingestões e maior excreção a altas ingestões de N.

Segundo Valadares et al. (1997), os níveis de uréia plasmática variando de 13,52 e 15,15 mg/dL corresponderam a máxima eficiência microbiana e provavelmente representariam o limite no qual estaria ocorrendo perda de proteína para novilhos zebuínos consumindo concentrado com 62,5% de NDT.

Os consumos de MS total, assim como os consumos de MS proveniente do pasto, MO e FDN total e de pasto, não foram influenciados pelos tratamentos. Os consumos de PB, CNF, EE e NDT apresentaram comportamento linear positivo

em função dos níveis de suplementação (Tabela 4). Como os teores desses nutrientes são relativamente baixos na forragem basal, era de se esperar que houvesse um aumento significativo da sua ingestão com o fornecimento suplementar de fontes concentradas.

Tabela 4 – Médias ajustadas, coeficientes de variação (CV) e níveis descritivos de probabilidade para os consumos de matéria seca total (MST), MS de pasto (MSP), MS de suplemento (MSS), matéria orgânica total (MOT), MO de pasto (MOP), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro total (FDN), FDN de pasto (FDNP), carboidratos não fibrosos (CNF), extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NDT) e coeficientes de substituição (CS) em função dos níveis de suplementação

Item	Nível de suplementação (kg)					CV (%)	Valor-P ^{1,2}		
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0		L	Q	
	kg/dia								
MST	4,809	5,388	5,752	5,772	5,824	24,6	ns	ns	
MSP	4,809	4,982	4,912	4,571	4,188	24,9	ns	ns	
MSS	-	0,406	0,840	1,201	1,636	-	-	-	
MOT	4,338	4,875	5,220	5,252	5,316	24,6	ns	ns	
MOP	4,338	4,493	4,431	4,123	3,778	24,9	ns	ns	
PB ³	0,427	0,593	0,747	0,851	0,978	26,2	***	ns	
FDN	2,916	3,168	3,282	3,206	3,132	24,6	ns	ns	
FDNP	2,916	3,021	2,978	2,771	2,539	24,9	ns	ns	
CNF ⁴	0,817	0,939	1,027	1,052	1,086	24,7	*	ns	
EE ⁵	0,062	0,075	0,086	0,091	0,097	24,9	***	ns	
NDT ⁶	3,021	3,449	3,841	3,886	4,010	24,2	*	ns	
CS	-	-0,40	-0,12	0,18	0,36	-	-	-	
	g/kg PC								
MS	18,40	19,00	21,00	19,60	20,82	16,9	ns	ns	
MSP ⁷	18,40	17,62	17,98	15,54	14,96	18,5	*	ns	
MO	16,59	17,19	19,04	17,84	18,99	16,9	ns	ns	
MOP ⁸	16,59	15,89	16,23	14,01	13,50	18,4	*	ns	
FDN	11,15	11,18	11,99	10,89	11,19	17,4	ns	ns	
FDNP ⁹	11,15	10,68	10,91	9,42	9,07	18,4	*	ns	

^{1/} L e Q = Efeitos de ordem linear e quadrática em função dos níveis de suplementação. ^{2/} ns – P>0,10; * - 0,05>P≤0,10 e *** - P≤0,01. ^{3/} $\hat{Y}=0,4470+0,2721X$ ($r^2=0,9921$); ^{4/} $\hat{Y}=0,8537+0,1304X$ ($r^2=0,9073$); ^{5/} $\hat{Y}=0,0649+0,0173X$ ($r^2=0,9737$); ^{6/} $\hat{Y}=3,1582+0,4833X$ ($r^2=0,8876$); ^{7/} $\hat{Y}=1,8692-0,1792X$ ($r^2=0,8406$); ^{8/} $\hat{Y}=1,6857-0,1613X$ ($r^2=0,6300$); ^{9/} $\hat{Y}=1,1332-0,1085X$ ($r^2=0,8379$).

O consumo de FDN não foi influenciado pelos níveis de suplementação provavelmente devido ao alto teor desse componente no suplemento, em torno de 36%, valor influenciado principalmente pela presença dos farelos de algodão e de trigo, com 32 e 41% de FDN, respectivamente. Como a fibra dos farelos é mais digestível, houve um aumento no coeficiente de digestibilidade desse componente, sem, no entanto, influenciar a ingestão de MS, visto que a maior influência sobre esta característica é exercida pela FDN do pasto. O mesmo raciocínio pode ser aplicado aos outros nutrientes.

Não foram observados efeitos da suplementação sobre os consumos de MS, MO e FDN, embora tenham sido observadas melhorias significativas na digestibilidade desses componentes da dieta (Tabela 5).

Observa-se na Tabela 5 que a digestibilidade de todos os nutrientes foi afetada linear e positivamente pelos níveis de suplementação, indicando melhoria do ambiente ruminal e maior atividade microbiana, principalmente devido aos efeitos associativos entre os nutrientes.

Tabela 5 – Médias ajustadas, coeficientes de variação (CV) e níveis descritivos de probabilidade para a digestibilidade aparente total dos nutrientes e NDT das dietas, em função dos níveis suplementação

Item	Nível de suplementação (kg)					CV (%)	Valor-P ^{1,2}	
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0		L	Q
MS ³	65,80	65,98	69,07	68,86	69,40	2,1	***	ns
MO ⁴	70,22	70,81	72,53	72,20	73,13	1,9	***	ns
PB ⁵	59,81	66,38	67,44	70,55	71,95	2,1	***	ns
EE ⁶	72,00	72,97	73,80	74,49	75,20	0,4	***	ns
FDN ⁷	71,72	73,11	74,55	73,25	74,89	2,1	***	ns
CNF ⁸	70,97	67,11	72,36	74,15	73,76	4,8	**	ns
NDT ⁹	62,82	64,01	66,78	67,33	68,85	2,0	***	ns

^{1/} L e Q = Efeitos de ordem linear e quadrática em função dos níveis de suplementação. ^{2/} ns – P>0,10; ** - 0,01<P≤0,05 e *** - P≤0,01. ^{3/} $\hat{Y}=65,8044+2,0152X$ ($r^2=0,8080$); ^{4/} $\hat{Y}=70,3368+1,4416X$ ($r^2=0,8755$); ^{5/} $\hat{Y}=61,5312+5,6948X$ ($r^2=0,9079$); ^{6/} $\hat{Y}=72,1068+1,5836X$ ($r^2=0,9947$); ^{7/} $\hat{Y}=72,2080+1,2968X$ ($r^2=0,6553$); ^{8/} $\hat{Y}=69,1424+2,5240X$ ($r^2=0,8154$); ^{9/} $\hat{Y}=62,9856+3,0504X$ ($r^2=0,9662$).

Não foram observados efeitos significativos dos níveis de suplementação sobre o pH ruminal antes ou quatro horas após o fornecimento dos suplementos

(Tabela 6). Contudo, observou-se que no nível mais alto de suplementação, os valores de pH ficaram muito próximos do limite mínimo considerado adequado (6,20) à atividade dos microrganismos celulolíticos (Ørskov, 1982; Mould et al., 1983). Vale ressaltar, no entanto, que não houve efeito deletério sobre a digestibilidade da fibra, visto que esta aumentou com o aumento dos níveis de suplementação (Tabela 5).

A concentração de amônia ruminal (NAR) apresentou um aumento linear em função dos níveis de suplementação, certamente devido ao aumento no consumo de proteína dos suplementos e principalmente devido ao aumento na quantidade ingerida de uréia, devido à alta taxa de hidrólise desse ingrediente. O fornecimento de suplemento com maior degradabilidade contendo fonte prontamente disponível de N, via ingredientes vegetais ou uréia, é responsável por maiores concentrações de amônia ruminal.

Tabela 6 – Médias ajustadas, coeficientes de variação (CV) e níveis descritivos de probabilidade obtidos para pH e amônia ruminal (mg/dL de líquido ruminal) imediatamente antes (Tempo 0) e quatro horas (Tempo 4) após o fornecimento dos suplementos

Tempo	Nível de suplementação (kg)					CV (%)	Valor-P ^{1,2}	
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0		L	Q
pH Ruminal								
0	6,54	6,40	6,41	6,56	6,21	3,2	ns	ns
4	6,51	6,46	6,38	6,39	6,15	3,2	ns	ns
Amônia Ruminal (NAR)								
0 ³	8,33	10,33	11,91	12,66	14,66	9,1	***	ns
4 ⁴	7,00	9,24	11,24	13,99	15,91	12,3	***	ns

^{1/} L e Q = Efeitos de ordem linear e quadrática em função dos níveis de suplementação.
^{2/} ns – P>0,10 e *** - P≤0,01; ^{3/} $\hat{Y}=8,2790+1,4988X$ ($r^2=0,9635$); ^{4/} $\hat{Y}=3,6078+2,2572X$ ($r^2=0,9958$).

A concentração ruminal de nitrogênio amoniacal (NAR) tem sido empregada freqüentemente como referência à qualificação das condições ruminais para as atividades microbianas, principalmente para os microrganismos que degradam carboidratos fibrosos, os quais empregam o NAR como fonte nitrogenada

preferencial para crescimento (Russell et al., 1992). A concentração de NAR deve estar em condições adequadas para otimização do crescimento microbiano e posterior utilização dos substratos fibrosos da forragem.

Os níveis de amônia ruminal são importantes visto que o crescimento microbiano é altamente dependente da quantidade de amônia e da fermentação da MO no rúmen (Bryant e Robinson em 1962, citados por Shain et al., 1998). Observa-se que todos os valores obtidos estão acima dos 5,0 mg/dL de líquido ruminal sugeridos por Satter & Slyter (1974) e Griswold et al. (2003) como não limitantes à fermentação microbiana. Entretanto, o valor encontrado para os animais não suplementados encontram-se bem abaixo dos 10,0 mg/dL de líquido ruminal considerado por Leng (1990) como ótimo para apropriada fermentação em condições tropicais.

Para todos os tratamentos, os valores observados de NAR foram inferiores aos 23,0 mg/dL recomendados por Mehrez et al. (1977) como ideais para a maximização da taxa de fermentação e também abaixo do mencionado por Leng (1990), que sugere que animais nos trópicos têm maximização do consumo da MS com 20,0 mg/dL.

CONCLUSÕES

Níveis crescentes de suplementação concentrada influenciam positivamente o desempenho produtivo de animais recriados sob pastejo durante o período de transição seca-águas.

O consumo de matéria seca não é influenciado pela suplementação concentrada, dentro dos níveis testados neste experimento.

A digestibilidade dos nutrientes é influenciada linearmente pelo aumento do nível de suplementação.

Os níveis de amônia ruminal são influenciados significativamente pelo aumento da inclusão de concentrados contendo uréia na dieta de bovinos de corte recriados sob pastejo.

LITERATURA CITADA

- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. New York: Sydney University. 240p. 1976.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.V. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de diferentes métodos de amostragem (para estimar o valor nutritivo da forragem) sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.2, p.691-702, 1992.
- GARCES-YEPEZ, P.; KUNKLE, W.E.; BATES, D.B. et al. Effects of supplemental energy source and amount on forage intake and performance by steers and intake and digestibility by sheep. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1918-1925, 1997.
- GRISWOLD, K.E.; APGAR, G.A.; BOUTON, J. Effects of urea infusion and ruminal degradable protein concentration on microbial growth, digestibility, and fermentation in continuous culture. **Journal of Animal Science**, v.81, p.329-336, 2003.
- KUNKLE, W.E.; JOHNS, J.T.; POORE, M.H.; et al. Designing supplementation programs for beef cattle fed forage-based diets. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, 2000. Disponível em www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0912.pdf.
- LAZZARINI, I. **Consumo, digestibilidade e dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007, 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- LEÃO, M.I.; COELHO DA SILVA, J.F.; CARNEIRO, L.H.D.M. Implantação de fístula ruminal e cânula duodenal reentrante em carneiros, para estudos de digestão. **Ceres**, v.25, n.1, p.42-54, 1978.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutritional Research and Review**, v.3, p.277-303, 1990.
- MAGNABOSCO, C. U.; SANIZ, R. D.; FARIA, C. U., et al. Avaliação genética e critérios de seleção para características de carcaça em zebuínos: relevância econômica para mercados globalizados. In: V SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE

- GADO DE CORTE E I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa. p. 239-272. 2006.
- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**. V.85, n.6, p.1212-1240, 2002.
- MOORE, J.E.; BRANT, M.H.; KUNKLE, W.E.; et al. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, v.77, suppl. 2, p.122-135, 1999.
- MOSCARDINI, S.; WRIGHT, T.C.; LUIES, P.H. et al. Effects of rumen-undegradable protein and feed intake on purine derivate and urea nitrogen: comparison with predictions from the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. **Journal of Dairy Science**, v.81, n9, p.2421-2329, 1998.
- MOULD, F.L.; ØRSKOV, E.R.; MANN, S.O. Associative effects of mixed feeds. 2. The effect of dietary additions of bicarbonate salts on the voluntary intake and digestibility of diets containing various proportions of hay and barley. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.10, n.15, p.25, 1983.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington, DC: National Academy Press. 2001, 381p.
- ØRSKOV, E.R. **Protein nutrition in ruminants**. New York: Cambridge Academic Press. 1982. 162 p.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: II Simpósio de produção de gado de corte, II, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa: UFV, 2001. p.187-231.
- PAULINO, M.F.; MORAES, E.H.B.K.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Fontes de energia em suplementos múltiplos de auto-regulação de consumo na recria de novilhos mestiços em pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.957-962, 2005.
- ROSELER, D.K.; FERGUSON, J.D.; SNIFFEN, C.J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.525-534, 1993.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.

- SALES, M.F.L.; PAULINO, M.F.; PORTO, M.O. et al. Níveis de energia em suplementos múltiplos para terminação de novilhos em pastagem de capim-braquiária no período de transição águas-seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.724-733, 2008.
- SAMPAIO, C.B. **Consumo, digestibilidade e dinâmica ruminal em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade suplementados com compostos nitrogenados**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007, 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British of Jornal Nutrition**, v.32, p.199-208, 1974.
- SHAIN, D.H.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J. Effect of degradable intake protein level on finishing cattle performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, v.76, p.242-248, 1998.
- SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SMITH, A.M.; REID, J.T. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of a pasture herbage by grazing cows. **Journal of Dairy Science**, v.38, n.5, p.515-524, 1955.
- SWENSON, M.J. 1988. Rins. In: DUKES, H.J. (Ed.) **Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara, 10.ed. 799p.
- TITGEMEYER, E.C.; ARMENDARIZ, C. K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**. v. 79, p.1059-1063, 2001.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ. N.M. et al. Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos. 4. Concentração de amônia ruminal, uréia plasmática e excreções de creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.
- VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. et al. **Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo**. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; CASTRO, J.M.C. (Org.). Anais do Simpósio da 43^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. João Pessoa: SBZ: UFPB, 2006, v. 35, p. 291-322.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 202p, 1985.

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes.** Viçosa MG: UFV, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

VILLELA, S. D. J. **Fontes de proteína em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo.** Viçosa, MG: UFV. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.

CAPÍTULO 2

Níveis de suplementação para terminação de bovinos de corte sob pastejo durante o período das águas

Resumo: Objetivou-se avaliar os efeitos de níveis de suplementação sobre o desempenho, consumo, digestibilidade aparente total (DAT), pH e concentração ruminal de amônia (NAR) em bovinos de corte terminados em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf., no período das águas. Para avaliação do desempenho, consumo e DAT foram utilizados 16 novilhos zebuínos, não castrados, com idade e peso médio iniciais de 14 meses e 317 kg, os quais foram divididos em quatro lotes de quatro animais, seguindo um delineamento inteiramente casualizado. Cada lote recebeu um dos tratamentos: mistura mineral e suplementos na base de 0,75; 1,50 e 2,25 kg/animal/dia, que corresponderam a 0,2; 0,4 e 0,6% do peso vivo médio dos animais. Para avaliação do pH e NAR, foram utilizados quatro animais fistulados no rúmen, organizados em quadrado latino 4x4, com quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. O ganho de peso médio diário comportou-se de forma linear positiva, apresentando um ganho diário adicional de 261 g/dia para os animais do mais alto nível de suplementação em relação aos animais não suplementados. Os consumos de MST, MO, PB, CNF, EE e NDT apresentaram comportamento linear positivo em resposta aos tratamentos. Embora sem efeito de tratamentos sobre a DAT da matéria seca, houve efeito significativo dos tratamentos sobre a DAT dos nutrientes, sendo linear positivo para MO, PB, EE e CNF e linear negativo para FDN. Os valores de pH ruminal apresentaram comportamento quadrático e a NAR aumentou linearmente. Níveis crescentes de suplementação influenciam positivamente o desempenho, consumo, digestibilidade dos nutrientes e as características ruminais de bovinos de corte sob pastejo no período das águas.

Palavras-chave: consumo, digestibilidade, gado de corte, suplementos múltiplos, zebuínos

Supplementation levels for finishing bulls grazing *Brachiaria decumbens* pasture during the rainy season

Abstract: The objective in this trial was to evaluate the effects of supplementation levels on performance, intake, total apparent digestibility (TAD), pH and ruminal ammonia concentration (RAC) of finishing bulls grazing *Brachiaria decumbens* Stapf. pasture during the rainy season. For the performance, intake and TAD evaluation, sixteen intact males with 14 months old and initial body weight of 317 kg were used, arranged into four lots of four animals each, following a completely randomized design. Each lot received one of the following treatments: mineral mixture or supplements fed at 0.75; 1.50 and 2.25 kg/animal/day, which corresponded supplementation levels of 0.2; 0.4 and 0.6% of the average body weight. For pH and RAC evaluation, four animals fitted with rumen cannula were used, following a 4 x 4 Latin square design, with four treatments and four experimental periods. The average daily gain increased linearly as the supplementation levels increased, when the animals fed at the higher supplementation level presenting an additional daily gain of 261 g/day when compared to the animals not supplemented. DM, OM, CP, NFC, EE and TDN intake had a positive and linear response to the treatments. Although the treatments had no effect on DM TAD, there was a significant effect on nutrients TAD, in which the response was positive and linear for OM, CP, EE and NFC and linear but negative for NDF TAD. Ruminal pH values were affected quadratically while RAC increased linearly with the supplementation levels. Increasing supplementation levels can positively influence the performance, intake, nutrients digestibility and ruminal characteristics of bulls grazing *Brachiaria decumbens* during the rainy season.

Key-words: beef cattle, digestibility, intake, multiple supplements, Zebu cattle

INTRODUÇÃO

A suplementação de bovinos em pastagem inicialmente teve como principal objetivo transpor as dificuldades do período de escassez de forragem. No entanto, com a incessante busca por eficiência, o uso de suplementação tem sido preconizado também na estação chuvosa, na tentativa de maximizar o desempenho dos animais.

Consideráveis avanços na engorda de bovinos em pastagens têm sido observados nos últimos anos, fruto de ajustes nos procedimentos de suplementação dentro dos novos enfoques da nutrição de ruminantes, os quais se baseiam no adequado equilíbrio entre a utilização do nitrogênio e a matéria orgânica fermentável no rúmen.

Durante o período de chuvas, embora as pastagens tropicais não sejam consideradas deficientes em proteína bruta, os ganhos de peso obtidos estão aquém do observado sob condições similares em regiões temperadas.

Por outro lado, em função dos elevados níveis de compostos nitrogenados não-protéicos encontrados em gramíneas tropicais sob pastejo durante o período das águas, respostas positivas poderiam ser obtidas com a suplementação com fontes protéicas degradáveis de natureza orgânica, as quais favoreceriam interações positivas entre espécies microbianas no ambiente ruminal (Detmann et al., 2005). Nesse sentido, a suplementação alimentar, no período chuvoso, tem como objetivos reduzir deficiências dietéticas das forragens, permitir ao animal aumentar o consumo de nutrientes digestíveis, melhorando a produtividade e a eficiência alimentar necessária na pecuária de ciclo curto para atingir peso e composição de carcaça para abate em menor idade.

Diversos trabalhos compilados por Ramalho (2006) demonstram ganhos de peso médios diários de bovinos em pastagens tropicais durante o período das águas em torno de 730 g/dia. Adicionalmente, Paulino et al. (2008) reportaram ganhos adicionais variando de 132 a 270 g/dia para os bovinos suplementados na estação das águas.

Diante do exposto, a suplementação com doses moderadas a altas de misturas múltiplas para bovinos mantidos em pastagens tropicais manejadas durante o período das águas pode vir a se constituir em uma ferramenta interessante para viabilizar sistemas de produção que conciliem altas taxas de lotação e de ganhos de peso dos animais.

Dessa forma, objetivou-se estudar os efeitos de níveis de suplementação sobre o desempenho produtivo, consumo, digestibilidade, pH e concentração de amônia ruminal em bovinos de corte terminados em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf., durante o período das águas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa, entre os dias 04 de janeiro e 26 de março de 2006. Foram utilizados 16 novilhos zebuínos, não castrados, com idade e pesos médios iniciais de 14 meses e 317 kg ($s = 59,74$) os quais foram divididos em quatro lotes de quatro animais, seguindo um delineamento inteiramente casualizado, onde cada lote recebeu um dos quatro tratamentos: mistura mineral (SAL); e suplemento na base de 0,75; 1,50 e 2,25 kg/animal/dia, que corresponderam a 0,2; 0,4 e 0,6% do peso vivo médio dos animais no meio do experimento. O suplemento fornecido em diferentes quantidades apresentou 33% de PB (Tabela 1) e todos os animais receberam mistura mineral de forma irrestrita.

A área experimental destinada aos animais foi constituída de quatro piquetes de 2,0 ha cada, formados com *Brachiaria decumbens* Stapf., providos de bebedouros e comedouros de madeira, com dois metros de comprimento e acesso por ambos os lados, o que permitiu a alimentação de todos os animais simultaneamente.

Visando minimizar a influência da possível variação na disponibilidade de matéria seca de pasto, os animais permaneceram em cada piquete por sete dias e após este período procedeu-se o rodízio dos animais entre os piquetes, sendo que os animais permaneceram recebendo os mesmos tratamentos.

Tabela 1 - Composição percentual do suplemento, com base na matéria natural e composição bromatológica do suplemento e do pasto (% MS)

Ingredientes		% no suplemento		
Uréia/Sulfato de Amônio (9:1)		2,50		
Milho		31,00		
Farelo de soja		16,50		
Farelo de algodão		25,00		
Farelo de trigo		25,00		
Quantidade diária fornecida via suplementos (kg)				
		0,75	1,50	2,25
PB	0,216	0,432	0,649	
NDT ¹	0,492	0,985	1,477	
Composição bromatológica				
Item	Suplemento	<i>B. decumbens</i> ²		
		Jan/Fev	Fev/Mar	Mar/Abr
MS (%)	85,75	35,27	35,33	36,56
MO ³	95,42	88,45	90,35	90,24
PB ³	33,62	9,34	10,84	8,99
EE ³	2,78	0,99	1,07	0,89
CT ³	59,01	78,11	78,45	80,36
FDN ³	23,93	61,81	61,79	67,33
CNF ³	35,09	16,30	16,65	13,04
Lignina ³	2,82	3,65	2,94	4,05
NIDA ⁴	1,75	27,63	28,27	30,49
NIDN ⁴	8,04	48,36	46,68	48,36

¹/Estimado segundo o NRC (2001); ²/extrusa esofágica; ³%MS; ⁴% do nitrogênio total.

No primeiro dia de cada período experimental, foram realizadas coletas de forragem para determinação da disponibilidade total de matéria seca (MS), através de corte ao nível do solo de cinco áreas delimitadas por um quadrado metálico de 0,25 m², selecionadas aleatoriamente em cada piquete experimental.

No momento da coleta, procedeu-se a divisão da amostra em duas partes: uma foi pesada e levada imediatamente à estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas, para determinação da disponibilidade total de MS da pastagem; a outra amostra foi separada em folhas verdes, folhas secas, colmos verdes e colmos secos, para determinação dos componentes estruturais. A MS_{pd} foi estimada segundo a equação:

$$MSpd = 0,98 \times (100 - FDN) + (FDN - FDNi)$$

onde: FDN – fibra insolúvel em detergente neutro; FDNi – FDN indigestível.

Na Figura 1 são apresentadas a precipitação e as temperaturas médias mensais durante o período experimental, assim como durante o mês que o antecedeu, com o objetivo de uma melhor visualização da influência das variáveis climáticas sobre o ambiente da pastagem.

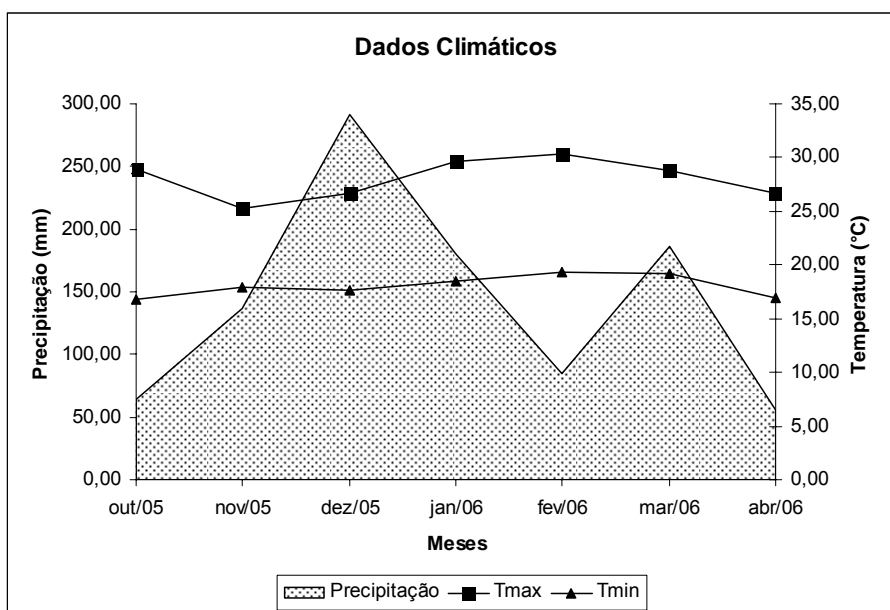


Figura 1 – Temperaturas mínima (Tmín - °C) e máxima (Tmáx - °C) e precipitação média (mm). Fonte: Estação meteorológica - UFV.

Todos os animais foram submetidos a um ensaio de digestão a pasto, por um período de dez dias, sendo os sete primeiros dias destinados à adaptação dos animais e à estabilização do fluxo dos indicadores conforme descrito por (Titgemeyer et al., 2001).

Para avaliar a composição bromatológica da forragem consumida pelos animais, foram utilizados quatro animais fistulados no esôfago, os quais após jejum alimentar e hídrico de 16 horas, foram conduzidos aos piquetes experimentais para a realização das coletas de extrusa. As coletas foram realizadas às 7:00 horas da manhã do quinto dia do ensaio de digestão, utilizando-

se bolsas coletoras com fundo telado, adaptadas em torno da fístula esofágica. Após 40 minutos de pastejo, as bolsas eram retiradas e as amostras pesadas.

Para estimar a excreção de MS fecal (EF), utilizou-se o indicador externo óxido crômico, segundo recomendações de Smith & Reid (1955), o qual foi aplicado em dose única diária (10 g/animal) acondicionado em cartucho de papel e introduzido com o auxílio de um aplicador, diretamente no esôfago dos animais, durante nove dias consecutivos. Após sete dias de adaptação, foram coletadas amostras de fezes dos animais no oitavo (16h00), nono (12h00) e décimo (8h00) dias. O cálculo da EF foi realizado tendo como base a razão entre a quantidade de indicador fornecido e sua concentração nas fezes, segundo a equação:

$$EF = (CrFornecido / CrFezes) \times 100$$

onde: *CrFornecido* – quantidade de cromo fornecida (g) e *CrFezes* – concentração do indicador nas fezes (%).

O consumo voluntário de matéria seca (CMS) foi estimado utilizando-se como indicador interno a FDA indigestível (FDAi), obtida após 264 horas de incubação *in situ* (Casali et al., 2008), por intermédio da equação:

$$CMS = \{[(EF \times \%FDAiFezes) - FDAiSuplemento] \div FDAiForragem\} + CMSS$$

onde: FDAi presente no suplemento (kg/dia); FDAi na forragem (kg/kg) e CMSS - consumo de MS de suplemento (kg/dia).

Para determinação do consumo individual de suplemento (CMSS) foi utilizado o dióxido de titânio na quantidade média de 10 g/animal, misturados ao suplemento imediatamente antes do fornecimento, segundo procedimento descrito por Valadares Filho et al. (2006), seguindo o mesmo esquema de coletas de fezes descrito para o óxido crômico, através da equação:

$$CMSS = (EF \times TiOFezes) \div TiOSuplemento$$

onde: TiOFezes e TiOSuplemento – referem-se à concentração de dióxido de titânio nas fezes e no suplemento, respectivamente.

Após a coleta, as amostras de extrusa e fezes foram secas em estufa, com ventilação forçada, a 65°C por 72 horas, processadas em moinho tipo Willey (1,0 mm) e posteriormente submetidas às análises laboratoriais, de acordo com as

técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002) com exceção das determinações de FDN e FDA que seguiram os métodos descritos por Mertens (2002) e Van Soest & Robertson (1985). Na Tabela 1 é apresentada a composição bromatológica do pasto e do suplemento.

A partir dos consumos de MS e das excreções fecais foi possível calcular a digestibilidade dos nutrientes e estimar o consumo e teor de NDT das dietas.

Antes do abate, todos os animais foram submetidos a um jejum de 16 horas, para obtenção do peso corporal em jejum.

O abate dos animais foi realizado por dessensibilização via concussão cerebral seguida de secção da veia jugular, sendo avaliado o peso de carcaça. O rendimento de carcaça (RC) foi calculado pela razão entre o peso da carcaça quente e o peso corporal em jejum.

Para a avaliação dos efeitos dos tratamentos sobre o pH e concentração de amônia ruminais, foram utilizados quatro novilhos mestiços Holandês x Zebu, não castrados, com peso médio inicial de 260 ± 80 kg, fistulados no rúmen e abomaso (Leão et al., 1978). A área experimental destinada aos novilhos fistulados foi constituída de quatro piquetes de 0,4 ha, cobertos uniformemente com *B. decumbens* Stapf., providos de bebedouro e comedouro coberto.

Os animais fistulados foram organizados no delineamento em quadrado latino 4x4, com quatro tratamentos e quatro períodos experimentais com duração de 14 dias cada período. Estes animais foram suplementados de forma a receberem a mesma oferta de suplemento que os animais do experimento de desempenho, ou seja, mistura mineral para o tratamento referência e 0,2; 0,4 e 0,6% do PC dos animais em suplementos.

Coletaram-se, no 14º dia do período experimental, amostras de líquido ruminal para determinar o pH e a concentração de amônia antes e quatro horas após o fornecimento do suplemento, na região de interface líquido/sólido do ambiente ruminal, sendo essas posteriormente filtradas por uma camada tríplice de gaze. As análises de pH foram feitas imediatamente após a coleta por intermédio de um potenciômetro digital. Para a determinação da amônia, utilizou-se uma amostra de 50 mL de líquido ruminal, adicionada de 1,0 mL de H₂SO₄ 1:1,

sendo acondicionada em recipiente de plástico com tampa, identificada e congelada. As concentrações do N amoniacal foram obtidas após destilação com KOH 2N, segundo técnica descrita por Fenner, em 1965 e adaptada por Vieira (1980).

Todos os resultados foram analisados através de análise de regressão, com nível crítico de probabilidade de 0,10 para avaliar a significância dos parâmetros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se uma disponibilidade de MST média de 5.358 kg/ha (Tabela 2) superior àquela inferida por Euclides et al., (1992) como limitante à seletividade animal, 4.262 kg/ha. Isto pode ter possibilitado a maximização do consumo de MS proveniente do pasto, durante todo o experimento.

Tabela 2 - Disponibilidades de MS total (MST), potencialmente digestível (MSpd), de folhas verdes (MSFV), folhas secas (MSFS), colmos verdes (MSCV), colmos secos (MSCS) e relação folha:colmo durante o período experimental

Itens	Épocas			Médias
	Jan/Fev	Fev/Mar	Mar/Abr	
MST (kg/ha)	4.582,53	5.582,81	5.816,46	5.327,27
MSpd (kg/ha)	3.492,54	4.255,57	4.547,72	4.098,61
MSFV (kg)	965,13	1.233,97	1.407,40	1.202,17
MSFV (%)	21,06	22,1	24,2	22,45
MSFS (kg)	1.102,36	845,7	838,97	929,01
MSFS (%)	24,06	15,15	14,42	17,88
MSCV (kg)	1.309,05	2.335,29	2.147,63	1.930,66
MSCV (%)	28,58	41,83	36,92	35,78
MSCS (kg)	1.205,99	1.167,85	1.422,46	1.265,43
MSCS (%)	26,32	20,92	24,46	23,90
Folha/Colmo	0,60	0,59	0,63	0,61

A acumulação de MS ao longo do crescimento da planta é acompanhada do espessamento e do aumento da lignificação da parede celular, além de freqüente redução na relação folha:colmo, comprometendo assim, sua qualidade

como alimento para os ruminantes. Com isso, infere-se que, além das características bromatológicas da forragem, a produção de bovinos a pasto depende, também, de características fenológicas e estruturais da vegetação, as quais podem determinar o grau de seletividade do pastejo exercido pelos bovinos, assim como a eficiência com que o animal colhe a forragem na pastagem, afetando a quantidade ingerida de nutrientes.

O teor médio de PB da extrusa durante o período experimental foi de 9,72% na MS, superior aos 7% considerados por Lazzarini (2007) e Sampaio (2007) como valor limitante para que os microrganismos ruminais apresentem mínima capacidade de utilização dos carboidratos fibrosos da forragem basal.

Segundo Detmann et al. (2005), embora durante o período de chuvas as principais deficiências nutricionais do pasto estejam relacionadas à proteína, a melhoria da qualidade da forragem implica em alteração do enfoque nutricional dessas deficiências, passando de dietéticas durante o período da seca, para metabólicas durante o período de chuvas. Assim, respostas positivas sobre o crescimento microbiano no rúmen e sobre o desempenho animal seriam obtidas, durante o período das chuvas, a partir da suplementação com proteína verdadeira degradável no rúmen. Adicionalmente, é interessante observar que 48% da proteína do pasto estão na forma de NIDN (Tabela 1), lentamente disponível para o animal. O que reforça a importância do fornecimento suplementar de fontes de N mais rapidamente disponíveis, mesmo no período das águas.

Nota-se que o desempenho produtivo, avaliado através do ganho em peso médio diário, comportou-se de forma linear positiva em função dos níveis de suplementação (Tabela 3). Tal fato pode ser explicado pelo aumento no consumo de NDT e conseqüentemente de energia metabolizável observados nos animais dos mais altos níveis de suplementação (Tabela 4).

Tabela 3 – Médias ajustadas, coeficientes de variação (CV - %) e níveis descritivos de probabilidade para o ganho médio diário (GMD – kg/dia), peso corporal inicial (PCI – kg), peso corporal final (PCF – kg), ganho diário adicional (GDA – kg), rendimento de carcaça em função do peso corporal em jejum (RCPC - %) e do peso de corpo vazio (RCPCVZ - %) e uréia sérica (US - mg/dL) em função dos níveis de suplementação

Item	Nível de suplementação (kg)				CV (%)	Valor-P ¹	
	SAL	0,75	1,50	2,25		L	Q
GMD ³	0,571	0,633	0,790	0,832	18,15	***	ns
PCI	328,50	315,00	326,75	313,75	10,20	ns	ns
PCF	374,80	366,25	390,75	381,13	12,11	ns	ns
GDA	-	0,062	0,219	0,261	-	-	-
RCPC	56,04	57,09	57,71	57,04	2,5	ns	ns
RCPCVZ	61,76	62,71	62,96	62,72	2,4	ns	ns
US	8,15	14,11	16,02	20,77	22,5	***	ns

^{1/} L e Q = Efeitos de ordem linear e quadrática em função dos níveis de suplementação. ^{2/}ns- P>0,10 e ***- P<0,01. ^{3/} $\hat{Y}=0,5653+0,1254X$ ($r^2=0,9543$); ^{4/} $\hat{Y}=8,80+5,30X$ ($r^2=0,9667$).

Porto (2005) trabalhando com novilhos mestiços (Holandês x Zebu), não-castrados, com idade e peso médio iniciais, respectivamente, de 18 meses e 380 kg, durante o período das águas, encontraram ganhos médios diários superiores a 1,0 kg fornecendo 1,0 kg de suplemento com 20% de proteína bruta.

Sales et al. (2008) trabalharam na terminação de novilhos com níveis crescentes de suplementação energética, durante o período de transição águas-seca encontraram resposta linear no desempenho animal, com ganhos variando de 511 g para os animais não suplementados até 664 g para o nível diário de 1,50 kg de suplemento por animal.

Com relação ao ganho diário adicional (GDA), que representa o acréscimo em ganho de peso proporcionado pelos suplementos, observa-se um incremento de 261 g/dia no desempenho dos animais do mais alto nível de suplementação em relação aos animais não suplementados.

Vale ressaltar que estes ganhos adicionais obtidos nesta fase podem viabilizar o abate destes animais antes da segunda seca, ou seja, antes dos 20

meses de idade, o que, além de levar a um giro mais rápido do capital, facilita o manejo na fazenda.

Avaliando o rendimento de carcaça, tanto em função do peso corporal quanto em função do PCVZ, nota-se que não houve influência significativa ($P > 0,10$) da suplementação sobre esta variável. Segundo Petit et al. (1994), quando o peso de abate é pré-determinado, diferenças entre níveis de concentrado são raras para as características de carcaça.

A comercialização de bovinos, no Brasil, baseia-se no rendimento de carcaça, que deve ser utilizado em conjunto com outros parâmetros, como espessura de gordura subcutânea, grau de maturidade, rendimento dos cortes primários e cortes comerciais. Isto se justifica em função da influência do peso corporal sobre o valor do rendimento de carcaça, que é alterado pelo peso do conteúdo gastrintestinal, o qual, por sua vez, é influenciado pelo número de horas de jejum a que os animais são submetidos, pelo tipo de dieta (Lawrence & Fowler, 1997; Patterson et al., 1995 e Owens & Gill, 1995), pelo grupo genético, pela maturidade e metodologia utilizada para sua determinação (Jorge, 1997), bem como pelos pesos de couro, cabeça e trato gastrintestinal (Galvão et al., 1991). Além disso, carcaças com maior quantidade de gordura resultam em maior rendimento. Geralmente, a porcentagem de gordura da carcaça eleva-se com o aumento do peso de abate (Field & Schoonover, 1967). Por conseguinte, o uso do peso de corpo vazio como denominador para se obter o valor de rendimento de carcaça anula estas influências.

Macitelli et al. (2007) não observaram efeito ($P > 0,05$) da interação fonte de volumoso \times nitrogênio sobre o RCPC e RCPCVZ, com valores médios de 51,03 e 54,48%, respectivamente.

A concentração de US aumentou linearmente ($P < 0,01$) com o aumento da inclusão de concentrado na dieta, provavelmente devido ao aumento na quantidade de PB da dieta (Roseler et al., 1993; Moscardini et al., 1998).

Swenson (1988) verificou que a excreção fracional de uréia se elevou com o aumento do teor de proteína digestível da dieta. Valadares et al. (1997a)

concluíram que a excreção fracional de uréia é variável, possibilitando maior conservação de uréia a baixas ingestões e maior excreção a altas ingestões de N.

Segundo Valadares et al. (1997a), os níveis uréia plasmática variando de 13,52 e 15,15 mg/dL corresponderam a máxima eficiência microbiana e provavelmente representariam o limite no qual estaria ocorrendo perda de proteína para novilhos zebuínos consumindo concentrados com 62,5% de NDT.

Observa-se que houve um aumento linear no consumo de MST (Tabela 4), principalmente devido ao maior consumo de suplemento, visto que não houve significância no consumo de forragem.

Tabela 4 – Médias ajustadas, coeficientes de variação (CV) e níveis descritivos de probabilidade para os consumos de matéria seca total (MST), MS de pasto (MSP), MO, PB, FDN total, FDN de pasto (FDNP), CNF, extrato etéreo (EE), NDT e coeficientes de substituição (CS) em função dos níveis de suplementação

Item	Nível de suplementação (kg)				CV (%)	Valor-P ^{1,2}	
	SAL	0,75	1,50	2,25		L	Q
	kg/dia						
MST ³	5,369	5,835	6,821	7,279	16,64	**	ns
MSP	5,339	5,191	5,473	5,264	18,57	ns	ns
MO ⁴	4,853	5,305	6,232	6,679	16,61	**	ns
PB ⁵	0,588	0,779	1,047	1,248	17,78	***	ns
EE ⁶	0,070	0,085	0,108	0,124	16,86	***	ns
FDN	3,306	3,362	3,705	3,735	17,48	ns	ns
FDNP	3,299	3,208	3,382	3,253	18,56	ns	ns
CNF ⁷	0,908	1,106	1,408	1,615	16,85	***	ns
NDT ⁸	3,330	3,772	4,442	4,896	14,86	***	ns
CS		0,23	-0,10	0,04			
	g/kg PC						
MS ⁹	16,67	17,72	19,85	21,20	14,11	**	ns
MSP	16,37	15,80	15,75	15,27	15,34	ns	ns
MO ¹⁰	15,07	16,14	18,17	19,46	14,12	**	ns
FDN	10,19	10,23	10,71	10,86	14,27	ns	ns
FDNP	10,12	9,76	9,72	9,44	15,28	ns	ns

^{1/} L e Q = Efeitos de ordem linear e quadrática em função dos níveis de suplementação. ^{2/} ns – P>0,10; ** - P<0,05 e *** - P<0,01. ^{3/} $\hat{Y}=5,5215+0,7796X$ ($r^2=0,9756$); ^{4/} $\hat{Y}=4,9881+0,7502X$ ($r^2=0,9777$); ^{5/} $\hat{Y}=0,5958+0,2897X$ ($r^2=0,9957$); ^{6/} $\hat{Y}=0,0710+0,0235X$ ($r^2=0,9923$); ^{7/} $\hat{Y}=0,9254+0,3064X$ ($r^2=0,9930$); ^{8/} $\hat{Y}=3,4389+0,6392X$ ($r^2=0,9931$); ^{9/} $\hat{Y}=1,6297+0,2213X$ ($r^2=0,9845$); ^{10/} $\hat{Y}=1,4732+0,2141X$ ($r^2=0,9864$).

O aumento no consumo de suplementos levou a um aumento linear no consumo de MO, PB, CNF, EE e NDT. Como os teores desses nutrientes são relativamente baixos na forragem basal, houve um aumento significativo da sua ingestão com o fornecimento suplementar das fontes concentradas.

Não foram observados efeitos da suplementação ($P>0,10$) sobre os consumos de FDN da dieta total ou advinda da forragem, embora tenha se observado uma redução significativa da digestibilidade desse componente químico da dieta. Esse resultado provavelmente foi influenciado pelo alto teor de FDN no suplemento, em torno de 23%, valor influenciado principalmente pela presença dos farelos de algodão e de trigo, com 32 e 41% de FDN, respectivamente.

Não houve efeito significativo dos níveis de suplementação sobre a digestibilidade aparente total (DAT) da matéria seca (Tabela 5). Contudo, houve efeito sobre a digestibilidade de todos os nutrientes.

Tabela 5 – Médias ajustadas, coeficientes de variação (CV) e níveis descritivos de probabilidade para a digestibilidade aparente total (DAT) da matéria seca e dos nutrientes e NDT das dietas, em função dos níveis suplementação

Item	Nível de suplementação (kg)				CV (%)	Valor-P ^{1,2}	
	SAL	0,75	1,50	2,25		L	Q
DATMS	63,83	64,80	64,62	66,33	3,76	ns	ns
DATMO ³	65,87	67,84	67,77	69,86	2,85	**	ns
DATPB ⁴	63,32	68,01	73,38	74,81	3,65	***	ns
DATEE ⁵	75,13	76,56	77,56	78,43	0,72	***	ns
DTFDN ⁶	63,41	62,99	60,79	58,80	5,03	**	ns
DATCNF ⁷	82,94	89,16	86,66	95,98	3,68	***	ns
NDT ⁸	62,39	64,77	65,11	67,43	2,71	***	

^{1/} L e Q = Efeitos de ordem linear e quadrática em função dos níveis de suplementação. ^{2/} ns - $P>0,10$; ** - $P<0,05$; e *** - $P<0,01$. ^{3/} $\hat{Y}=66,1930+1,5057X$ ($r^2=0,8863$); ^{4/} $\hat{Y}=63,6357+5,4643X$ ($r^2=0,9544$); ^{5/} $\hat{Y}=75,2010+1,5013X$ ($r^2=0,9858$); ^{6/} $\hat{Y}=64,2632-2,3423X$ ($r^2=0,9398$); ^{7/} $\hat{Y}=83,3767+4,7790X$ ($r^2=0,7358$); ^{8/} $\hat{Y}=62,6677+2,0253X$ ($r^2=0,9351$).

Detmann et al. (2005), testando níveis de suplementação protéica também não encontraram efeito significativo sobre a DAT da MS.

As digestibilidades aparentes da MO, PB, EE e CNF aumentaram linearmente com o aumento dos níveis de suplementação, evidenciando um maior aporte de nutrientes para os microrganismos ruminais e conseqüentemente para o animal hospedeiro, o que pode explicar o aumento linear no desempenho dos animais. Detmann et al. (2005), observaram que a DAT da PB e do CNF elevou-se de forma linear com o aumento dos níveis de PB no suplemento.

Valadares et al. (1997b) também encontraram aumento linear no coeficiente de digestibilidade aparente da PB com a inclusão de PB nas dietas e atribuíram essa resposta à progressiva diminuição da proporção de nitrogênio endógeno nos compostos nitrogenados fecais, com o aumento da ingestão de nitrogênio.

Observa-se que houve uma redução linear na digestibilidade total da FDN. Segundo Paulino et al. (2006), interações microbianas, competições ou alterações na prioridade de utilização de substratos parecem ser os possíveis efeitos causados pela suplementação com proteína verdadeira sobre a utilização da FDN potencialmente digestível (FDN_{pd}) em forragens tropicais de alta qualidade.

Os efeitos de redução na digestibilidade da FDN com o aumento dos níveis de suplementação tem sido analisados na literatura por duas teorias. Estas teorias estão baseadas nos efeitos da adição de CNF prontamente degradáveis à dieta e são denominadas “efeito pH” e “efeito concentrado” (Mould et al., 1983; Detmann et al. 2005). No primeiro caso, reduções significativas no pH ruminal são responsáveis pela inibição parcial da degradação fibrosa. Contudo, as diferenças observadas para esta variável entre o controle e os tratamentos suplementados (Tabela 6) não permitem atribuir a este efeito grandes influências comparativas sobre a degradação ruminal da FDN. Ao “efeito concentrado” são atribuídas como causas competições por nutrientes essenciais entre microrganismos fibrolíticos e aqueles que degradam CNF, as quais se pronunciam em meios deficientes em N (El-Shazly et al., 1961; Detmann et al., 2005).

Na Tabela 6 são apresentados os valores de pH e amônia ruminais, avaliados imediatamente antes do fornecimento dos suplementos, tempo zero, e quatro horas após o fornecimento, em função dos níveis de suplementação.

Tabela 6 – Médias ajustadas, coeficientes de variação (CV) e níveis descritivos de probabilidade obtidos para os valores de pH e amônia ruminal (mg/dL de líquido ruminal) imediatamente antes (tempo 0) e quatro horas após (tempo 4) o fornecimento dos suplementos

Tempo	Nível de suplementação (%)				CV (%)	Significância ^{1,2}	
	SAL	0,75	1,50	2,25		L	Q
pH Ruminal							
0 ³	6,56	6,70	6,62	6,50	2,7	ns	***
4 ⁴	6,60	6,53	6,40	6,27	2,7	**	ns
Amônia Ruminal (NAR)							
0 ⁵	6,14	9,26	9,58	10,62	17,1	***	ns
4 ⁶	7,08	9,89	13,95	14,26	20,0	***	ns

^{1/} L e Q = Efeitos de ordem linear e quadrática em função dos níveis de suplementação. ^{2/} ns - P>0,10; ** - P<0,05; e *** - P<0,01. ^{3/} $\hat{Y}=6,1203+3,5804X-1,4301X^2$ ($R^2=0,4136$); ^{4/} $\hat{Y}=6,8342-0,14933X$ ($r^2=0,9808$); ^{5/} $\hat{Y}=7,0695+1,7210X$ ($r^2=0,7906$); ^{6/} $\hat{Y}=4,9587+3,4117X$ ($r^2=0,9209$)

Os valores de pH ruminal foram influenciados significativamente pelos diferentes tratamentos, apresentando comportamento quadrático, com ponto de máxima próximo de 0,75 kg imediatamente antes da ingestão de suplemento. Já o pH quatro horas após, apresentou-se linear negativo em função dos níveis de suplementação, contudo, embora significativos os efeitos sobre o pH ruminal, vale lembrar que estes mantiveram-se dentro dos limites considerados adequados à atividade dos microrganismos celulolíticos (Ørskov, 1982; Mould et al., 1983). Church (1988) observou que ruminantes alimentados com dietas à base de volumoso mantiveram o pH ruminal entre 6,2 e 6,8; enquanto, naqueles consumindo concentrado, o pH variou de 5,8 a 6,6.

Os valores médios de pH ruminal obtidos neste trabalho variaram de 6,56 a 6,50 para o tempo zero e de 6,60 a 6,27 para quatro horas após o fornecimento do suplemento, com o aumento dos níveis de suplementação. Franco et al. (2002) encontraram valores variando de 6,4 até 6,6 quando os níveis de suplementação passaram de 0,5 para 1,5 kg/dia.

A concentração de amônia ruminal (NAR) apresentou um aumento linear em função dos níveis de suplementação, certamente devido ao aumento nos

níveis protéicos dos suplementos e principalmente devido ao aumento nas quantidades ingeridas de uréia, devido à alta taxa de hidrólise desse ingrediente. O fornecimento de suplemento com maior degradabilidade contendo fonte prontamente disponível de N, ou via ingredientes vegetais ou via uréia, é responsável por maiores concentrações de NAR.

A concentração de NAR tem sido empregada freqüentemente como referência à qualificação das condições ruminais para as atividades microbianas, principalmente para os microrganismos que degradam carboidratos fibrosos, os quais empregam o NAR como fonte nitrogenada preferencial para crescimento (Russell et al., 1992). A concentração de NAR deve estar em condições adequadas para a otimização do crescimento microbiano e posterior utilização dos substratos fibrosos da forragem.

Os níveis de amônia são importantes visto que o crescimento microbiano é altamente dependente da quantidade de amônia e da fermentação da MO no rúmen (Bryant e Robinson em 1962, citados por Shain et al., 1998). Todos os valores obtidos estão acima dos 5,0 mg de NAR/dL de líquido ruminal sugeridos por Satter & Slyter (1974) e Griswold et al. (2003) como não limitantes à fermentação microbiana. Entretanto, o valor encontrado para os animais não suplementados encontra-se bem abaixo dos 10,0 mg/dL de líquido ruminal considerado por Leng (1990) como ótimo para apropriada fermentação em condições tropicais.

Para todos os tratamentos, os valores observados de NAR foram inferiores aos 23,0 mg/dL recomendados por Mehrez et al. (1977), tido com ideal para a maximização da taxa de fermentação e também abaixo do mencionado por Leng (1990), que sugere que animais nos trópicos têm maximização do consumo da MS com 20,0 mg/dL.

CONCLUSÕES

Níveis crescentes de suplementação concentrada influenciam positivamente o desempenho produtivo de bovinos sob pastejo durante o período das águas.

O consumo de matéria seca é influenciado pela suplementação concentrada, dentro dos níveis testados neste experimento.

A digestibilidade dos nutrientes é influenciada de forma linear pelo aumento do nível de suplementação.

As características ruminais, pH e amônia, são influenciadas significativamente pelo aumento da inclusão de concentrados na dieta de bovinos de corte sob pastejo, contudo, estes se mantiveram sempre acima dos níveis mínimos considerados na literatura como desfavoráveis.

LITERATURA CITADA

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.V. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

CHURCH, D.C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Waveland Press, 1988. 563p.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; CECON, P.R. et al. Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: digestibilidade aparente e parâmetros do metabolismo ruminal e dos compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1380-1391, 2005.

EL-SHAZLY, K; DEHORITY, B.A.; JOHSON, R.R. Effect of starch on the digestion of cellulose *in vitro* and *in vivo* by rumen microorganisms. **Journal of Animal Science**, v.20, p.268-273, 1961.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de diferentes métodos de amostragem (para estimar o valor nutritivo da forragem) sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.2, p.691-702, 1992.

- FIELD, R.A.; SCHOONOVER, C.D. Equations for comparing *Longíssimus dorsi* areas in bulls of different weights. **Journal of Animal Science**, v.26, n.4, p.709-712, 1967.
- FRANCO, G.L.; ANDRADE, P.; BRUNO FILHO, J.R. et al. Parâmetros ruminais e desaparecimento da FDN da forragem em bovinos suplementados em pastagem na estação das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2340-2349, 2002.
- GALVÃO, J.G.; FONTES, C.A.A.; PIRES, C.C. et al. Características e composição física da carcaça de bovinos não-castrados, abatidos em três estágios de maturidade de três grupos raciais. (estudo II). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.5, p.502-512, 1991.
- GRISWOLD, K.E.; APGAR, G.A.; BOUTON, J. Effects of urea infusion and ruminal degradable protein concentration on microbial growth, digestibility, and fermentation in continuous culture. **Journal of Animal Science**, v.81, p.329-336, 2003.
- JORGE, A.M. **Desempenho produtivo, características e composição corporal e da carcaça de zebuínos de quatro raças, abatidos em diferentes estágios de maturidade**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 99p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. 1997. **Growth of farm animals**. London: Cambridge University. 330p.
- LAZZARINI, I. **Consumo, digestibilidade e dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007, 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- LEÃO, M.I.; COELHO DA SILVA, J.F.; CARNEIRO, L.H.D.M. Implantação de fístula ruminal e cânula duodenal reentrante em carneiros, para estudos de digestão. **Ceres**, v.25, n.1, p.42-54, 1978.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutritional Research and Review**, v.3, p.277-303, 1990.
- MACITELLI, F.; BERCHIELLI, T.T.; MORAIS, J.A.S. et al. Desempenho e rendimento de carcaça de bovinos mestiços alimentados com diferentes volumosos e fontes protéicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1917-1926, 2007.

- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.
- MERTENS, D.R.; Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal. Assoc. Off. Assoc. Chem. Int.** 85, p.1217–1240, 2002.
- MOSCARDINI, S.; WRIGHT, T.C.; LUIMES, P.H. et al. Effects of rumen-undegradable protein and feed intake on purine derivate and urea nitrogen: comparison with predictions from the Cornell Net Carbohydrate and protein system. **Journal of Dairy Science**, v.81, n9, p.2421-2329, 1998.
- MOULD, F.L.; ØRSKOV, E.R.; MANN, S.O. Associative effects of mixed feeds. 2. The effect of dietary additions of bicarbonate salts on the voluntary intake and digestibility of diets containing various proportions of hay and barley. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.10, n.15, p.25, 1983.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7 ed. Washington, DC: National Academy Press. 2001, 381p.
- ØRSKOV, E.R. **Protein nutrition in ruminants.** New York: Cambridge Academic Press. 1982. 162 p.
- OWENS, F.N.; GILL, D.R. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.10, p.3152-3172, 1995.
- PATTERSON, D.C.; STEEN, R.W.; KILPATRICK, D.J. Growth and development in beef cattle. 1. Direct and residual effect of plane of nutrition during early life on components of gain and food efficiency. **Journal of Agriculture Science**, v.124, n. 1, p.91-100, 1995.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2006. p.359-392.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Bovinocultura funcional nos trópicos. In: VI SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE e II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6, 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2008. p.275-305.
- PETIT, H.V.; VEIRA, D.M.; YU, Y. Growth and carcass characteristics of beef steers fed silage and different levels of energy with or without protein supplementation. **Journal of Animal Science**, v.52, n.2, p.3221-3229, 1994.
- PORTO, M.O. **Suplementos múltiplos para recria e terminação de bovinos em pastejo durante o período das águas.** Viçosa: Universidade Federal de

- Viçosa, 2005, 99p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- RAMALHO, T.R.A. **Suplementação protéica ou energética para bovinos recriados em pastagens tropicais.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), 2006.
- ROSELER, D.K.; FERGUSON, J.D.; SNIFFEN, C.J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.525-534, 1993.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.
- SALES, M.F.L.; PAULINO, M.F.; PORTO, M.O. et al. Níveis de energia em suplementos múltiplos para terminação de novilhos em pastagem de capim-braquiária no período de transição águas-seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.724-733, 2008.
- SAMPAIO, C.B. **Consumo, digestibilidade e dinâmica ruminal em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade suplementados com compostos nitrogenados.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007, 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British of Jornal Nutrition**, v.32, p.199-208, 1974.
- SHAIN, D.H.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J. Effect of degradable intake protein level on finishing cattle performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, v.76, p.242-248, 1998.
- SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SMITH, A.M.; REID, J.T. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of a pasture herbage by grazing cows. **Journal of Dairy Science**, v.38, n.5, p.515-524, 1955.
- SWENSON, M.J. Rins. In: DUKES, H.J. (Ed.) **Fisiologia dos animais domésticos.** Rio de Janeiro: Guanabara, 10.ed. 799p, 1988.
- TITGEMEYER, E.C.; ARMENDARIZ, C. K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**. v. 79, p.1059-1063, 2001.

- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos. 4. Concentração de amônia ruminal, uréia plasmática e excreções de creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997a.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1252-1258, 1997b.
- VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. et al. **Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo**. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; CASTRO, J.M.C. (Org.). Anais do Simpósio da 43^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. João Pessoa: SBZ: UFPB, 2006, v. 35, p. 291-322.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 202p, 1985.
- VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa MG: UFV, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

CAPÍTULO 3

Composição corporal e exigências energéticas de bovinos de corte suplementados sob pastejo

Resumo: Objetivou-se determinar as exigências de energia de bovinos de corte suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf. durante o período das águas. Foram utilizados 28 novilhos zebuínos, não castrados, com idade e pesos médios iniciais de 07 meses e 180 kg. Oito animais foram abatidos como referência, em diferentes faixas de peso. Para determinação das exigências líquidas para ganho de peso foi construída uma equação de regressão entre o log da energia retida (ER) e o log do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ). As exigências de energia líquida para manutenção (ELm) foram estimadas através do log da produção de calor (PC) em função do consumo de energia metabolizável (CEM). As eficiências de utilização da EM para manutenção (k_m) foram estimadas pela relação entre os teores de ELm e a EM da dieta e a eficiência de utilização da energia para ganho de peso (k_g) foi estimada como o coeficiente da regressão linear entre a ER e o CEM. As exigências de ELm de bovinos anelorados, sob pastejo, foram de $82,4 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75} / \text{dia}$ ou $76,12 \text{ kcal/PC}^{0,75} / \text{dia}$. Com isso pode-se constatar que animais zebuínos, não castrados, sob pastejo, apresentam exigências líquidas de manutenção cerca de 5% superiores aos zebuínos em confinamento. As exigências diárias de EMm foram de $149,76 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}$ e a eficiência de utilização da EM para manutenção (k_m) de animais anelorados sob pastejo foi de 55% e para ganho (k_g) de 29%.

Palavras chave: energia, exigências nutricionais, suplementação, suplementos múltiplos, zebuínos

Body composition and energy requirements of supplemented grazing beef cattle

Abstract – The objective in this trial was to estimate the energy requirements of supplemented Zebu bulls grazing *Brachiaria decumbens* Stapf. pasture during the rainy season. Twenty eight intact males, with seven months old and initial body weight of 180 kg were used. Eight animals were slaughtered as reference, in different weight range. The net energy requirements for weight gain were obtained by regressing the log of the retained energy (RE) on the log of empty body weight gain (EBWG). The net energy requirements for maintenance (NEm) were obtained from regression of the log of the heat production (HP) on the metabolizable energy intake (MEI). The efficiency of ME utilization for maintenance (k_m) was calculated as the ratio of NEm to MEm and the slope of the linear regression of RE on ME intake was considered as an estimate of the efficiency of utilization of ME for weight gain (k_g). The requirements of NEm of Zebu bulls, under pasture, was 82.4 kcal/EBW^{0.75}/day or 76.12 kcal/BW^{0.75}/day. Thus, grazing Zebu bulls have about 5% greater net energy requirements for maintenance than feedlot Zebu bulls. The daily requirements of MEm was 149.76 kcal/EBW^{0.75}, and the efficiency of ME utilization for maintenance (k_m) of Zebu bulls under pasture was 55% and for gain (k_g) 29%.

Key words: energy, multiple supplements, nutrient requirements, supplementation, zebu

INTRODUÇÃO

O corpo do animal é composto, basicamente, por água, proteína, gordura e minerais, sendo que as proporções destes componentes variam com a raça, idade, velocidade de crescimento, classe sexual, plano nutricional, entre outros fatores (NRC, 2000). Embora o conteúdo corporal de proteína e gordura se eleve com o aumento do peso do animal, o percentual de proteína reduz, enquanto os teores de gordura e energia tendem a aumentar (Boin, 1995). Como conseqüência, as exigências de energia aumentam com a elevação do peso corporal (PC) e as exigências de proteína decrescem, concomitantemente.

Segundo Paulino et al. (1999), o valor energético do ganho de peso corporal depende da proporção de gordura e proteína que são depositados no corpo. Como essas proporções mudam com aumentos no peso corporal e estágio de maturidade, os valores de energia do ganho também mudam. Conforme Veloso et al. (2002), o verdadeiro determinante da composição do ganho de peso não é o peso corporal absoluto, mas o peso relativo ao peso à maturidade do animal, sendo essa teoria sustentada pelos efeitos de sexo sobre a composição corporal.

Segundo o NRC (1984), os requerimentos de energia para manutenção correspondem à quantidade de energia dietética que não resultará em ganhos ou perdas de energia corporal.

Estudos de bioenergética realizados por Lofgreen & Garrett (1968) estimaram as exigências líquidas de manutenção em $77 \text{ kcal/PC}^{0,75}$, valor adotado pelo NRC (2000). Esse valor refere-se a animais estabulados, com baixo estresse e com uma atividade normal mínima, utilizando somente animais taurinos.

Ainda segundo o NRC (2000), as raças zebuínas, sob estas mesmas condições, requerem cerca de 10% menos energia para manutenção do que as taurinas, enquanto as raças mestiças têm exigências intermediárias. Essa menor exigência de manutenção dos animais zebuínos sugere que os mesmos utilizam, com melhor eficiência, a energia metabolizável em relação aos mestiços, o que poderia estar também ligada a uma menor atividade metabólica desses animais. Outros fatores podem influenciar as exigências líquidas de energia de manutenção,

entre eles a raça, idade, classe sexual, nível de produção e plano nutricional (Koong et al., 1985; NRC, 2000), e as atividades relacionadas ao pastejo.

Objetivou-se determinar a composição corporal e as exigências de energia de bovinos anelados, em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf., suplementados com diferentes quantidades de concentrado durante o período das águas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa entre os dias 04/07/2005 e 06/04/2006.

Foram utilizados 28 novilhos zebuínos, não castrados, com idade e pesos médios iniciais de 07 meses e 180 kg ($s = 48,09$). Estes animais seguiram um protocolo de abates dividido em quatro etapas.

Após o início do experimento, dia 14/07/2005, em plena estação seca, foram abatidos dois animais, com idade e peso médio de 07 meses e 180 kg.

No segundo abate, realizado no dia 10/10/2005, no início da fase de transição seca-águas, foram abatidos três animais, com peso médio de 180 kg, devido à presença de um animal muito leve (145 kg e oito meses de idade). Os outros dois animais encontravam-se com 205 e 180 kg e 09 meses de idade.

No terceiro abate, realizado no dia 10/01/2006 em pleno período das águas, foram abatidos outros três animais, com idade e peso médios de 15 meses e 305 kg.

Durante os abates, os constituintes do corpo (órgãos, vísceras, sangue, couro, cabeça, membros) foram pesados, moídos e amostrados para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal dos animais, em diferentes faixas de peso.

Os dados referentes aos abates intermediários foram utilizados para a estimativa da composição corporal inicial dos vinte animais que permaneceram no experimento.

Os vinte animais restantes apresentaram idade média de 14 meses e 316 kg (s = 59,74). Estes foram divididos em cinco lotes de quatro animais, seguindo um delineamento inteiramente casualizado. Cada lote recebeu um dos cinco tratamentos experimentais: manutenção (MAN); mistura mineral (SAL); e suplemento na base de 0,75; 1,50 e 2,25 kg/animal/dia.

A composição percentual do suplemento, sua composição bromatológica assim como a composição bromatológica da extrusa de *B. decumbens* encontra-se na Tabela 1 do segundo capítulo desta publicação. O suplemento fornecido em diferentes quantidades apresentou 33% de PB. Todos os animais receberam, de forma irrestrita, a mistura mineral.

Os quatro animais alocados ao tratamento MANT foram manejados de forma a manter um nível mínimo de perda ou ganho de peso. Estes animais tiveram sua permanência no pasto controlada, sendo conduzidos ao pastejo por um período não superior a quatro horas, período após o qual os animais foram presos em uma área cercada (0,4 ha), isenta de forragem e com acesso apenas à água.

A área experimental destinada aos animais foi constituída de cinco piquetes de 2,0 ha cada, formados com *B. decumbens* Stapf., providos de bebedouros e comedouros cobertos. Visando minimizar a influência da possível variação na disponibilidade de matéria seca de pasto, os animais permaneceram em cada piquete por sete dias e após este período procedeu-se ao rodízio entre os piquetes. Os animais permaneceram recebendo os mesmos tratamentos.

No meio do experimento, todos os animais foram submetidos a um ensaio de digestão a pasto, por um período de dez dias, sendo os sete primeiros dias destinados à adaptação dos animais e à estabilização do fluxo dos indicadores conforme descrito por (Titgemeyer et al., 2001).

Para avaliar a composição bromatológica da forragem consumida pelos animais, foram utilizados cinco animais fistulados no esôfago, os quais após jejum alimentar e hídrico de 16 horas, foram conduzidos aos piquetes experimentais para a realização das coletas de extrusa. As coletas foram realizadas às 7:00 horas da manhã do quinto dia do ensaio de digestão, utilizando-se bolsas coletoras com fundo telado, adaptadas em torno da fístula esofágica. Após 40

minutos de pastejo, as bolsas eram retiradas e as amostras pesadas e armazenadas.

Para estimar a excreção de MS fecal (EF), utilizou-se o indicador externo óxido crômico, segundo recomendações de Smith & Reid (1955), o qual foi aplicado em dose única diária (10 g/animal) acondicionado em cartucho de papel e introduzido com o auxílio de um aplicador, diretamente no esôfago dos animais, durante nove dias consecutivos. Após sete dias de adaptação, foram coletadas amostras de fezes dos animais no oitavo (16h00), nono (12h00) e décimo (8h00) dias. O cálculo da EF foi realizado através da razão entre a quantidade de indicador fornecido e sua concentração nas fezes, segundo a equação:

$$EF = (CrFornecido / CrFezes) \times 100$$

onde: *CrFornecido* – quantidade de cromo fornecida (g) e *CrFezes* – concentração do indicador nas fezes (%).

O consumo voluntário de matéria seca (CMS) foi estimado utilizando-se como indicador interno a FDA indigestível (FDAi), obtida após 264 horas de incubação *in situ* (Casali et al., 2008), por intermédio da equação:

$$CMS = \left\{ \left[(EF \times \%FDAiFezes) - FDAiSuplemento \right] \div FDAiForragem \right\} + CMSS$$

onde: FDAi presente no suplemento (kg/dia); FDAi na forragem (kg/kg) e CMSS - consumo de MS de suplemento (kg/dia).

Para determinação do consumo individual de suplemento (CMSS) foi utilizado o dióxido de titânio na quantidade média de 10 g/animal, misturados ao suplemento imediatamente antes do fornecimento, segundo procedimento descrito por Valadares Filho et al. (2006), seguindo o mesmo esquema de coletas de fezes descrito para o oxido crômico, através da equação:

$$CMSS = (EF \times TiOFezes) \div TiOSuplemento$$

onde: TiOFezes e TiOSuplemento – referem-se à concentração de dióxido de titânio nas fezes e no suplemento, respectivamente.

Após a coleta, as amostras de extrusa e fezes foram secas em estufa, com ventilação forçada, a 65°C por 72 horas, processadas em moinho tipo Willey (1,0 mm) e posteriormente submetidas às análises laboratoriais, de acordo com as

técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002) com exceção das determinações de FDN e FDA que seguiram os métodos descritos por Mertens (2002) e Van Soest & Robertson (1985).

A partir dos consumos de MS e das excreções fecais foi possível calcular a digestibilidade dos nutrientes e estimar os consumos de energia metabolizável (CEM) a partir dos teores de NDT das dietas.

O último abate foi realizado nos dias 27/03, 29/03, 03/04 e 05/04/2006 de forma escalonada, após 76, 78, 83 e 85 dias, sendo abatidos cinco animais por vez, um de cada tratamento. No momento do abate, os animais estavam com média de 17 meses de idade e 378 kg (s = 57,62).

Antes do abate, todos os animais foram submetidos a um jejum de 16 horas, para obtenção do peso corporal em jejum.

Após o abate, o trato gastrintestinal de cada animal foi pesado, esvaziado e lavado, sendo seu peso somado ao dos órgãos e demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e sangue) para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ). A relação obtida entre o PCVZ e o peso corporal (PC) dos animais, em cada abate, foi utilizada para estimativa do PCVZ dos animais que permaneceram no experimento. Dentro de cada tratamento, foram sorteados dois animais para representá-lo, dos quais foram retiradas amostras da cabeça e de um membro anterior e outro posterior, para separação física de tecido mole, ossos e couro.

As amostras de sangue foram coletadas imediatamente após a secção da veia jugular dos animais, acondicionadas em recipiente de vidro e deixadas em estufa com ventilação forçada a 60°C por 72 horas. As amostras de carne industrial, fígado, coração, rins, baço, pulmões, língua, rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, mesentério, gordura interna, aparas e cauda foram agrupadas, processadas e homogeneizadas integralmente em um Cutter de 65 litros, de onde foi retirada uma amostra que representou os órgãos e vísceras.

A carcaça de cada animal foi dividida em duas metades, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a -2,5°C por aproximadamente

18 horas. Decorrido esse tempo, as meias-carcaças direitas de 10 animais, dois por tratamento, foram retiradas da câmara fria e totalmente dissecadas, procedendo-se à separação em músculos, gordura e ossos, que foram posteriormente pesados. A composição corporal dos outros 10 animais foi estimada através dos percentuais de músculo, gordura e ossos das carcaças dissecadas.

O tecido muscular e o tecido adiposo foram moídos e tecido ósseo serrado em partes menores. Foi retirada uma amostra representativa de cada componente, para determinação direta dos teores de proteína e gordura da carcaça.

Após a moagem das amostras frescas, estas foram processadas conforme procedimento descrito por Paulino et al. (2004), para obtenção da matéria seca gordurosa (MSG) e posteriormente da matéria seca pré-desengordurada (MSD). Em seguida, as amostras foram processadas em moinho de bola, para posteriores quantificações do nitrogênio total e extrato etéreo, conforme recomendações de Silva & Queiroz (2002). O teor de proteína foi obtido pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 5,88 conforme sugerido por Baldwin (1995).

A gordura removida no pré-desengorduramento foi calculada pela diferença entre a MSG e a MSPD, cujo resultado foi somado ao obtido para o extrato etéreo residual na MSPD, para quantificação do teor total de gordura.

Os conteúdos de proteína e gordura no corpo vazio foram determinados em função das concentrações percentuais destes nas amostras dos constituintes separados da carcaça e nas amostras de órgãos e vísceras, couro, sangue, cabeça e membros.

O conteúdo de energia corporal foi obtido a partir dos teores de proteína e gordura retidos no corpo vazio e seus respectivos equivalentes calóricos, conforme a equação proposta pelo ARC (1980):

$$CE = 5,6405X + 9,3929Y$$

Em que: CE = conteúdo energético (Mcal); X = proteína corporal (kg); Y = gordura corporal (kg).

Os conteúdos de gordura e energia retidos no corpo dos animais foram estimados por meio da regressão do logaritmo do conteúdo de gordura ou energia em função do logaritmo do PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$$Y = a + bX + e$$

Em que: Y = logaritmo do conteúdo total de gordura (kg) ou energia (Mcal) retido no corpo vazio; a = intercepto; b = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo de gordura ou energia, em função do logaritmo do PCVZ; X = logaritmo do PCVZ; e = erro aleatório.

Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de gordura ou energia, em função do logaritmo do PCVZ, obtiveram-se as exigências líquidas de energia, por kg de ganho de PCVZ (GPCVZ), e os conteúdos de gordura, por kg de GPCVZ, a partir de equações do tipo:

$$Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$$

Em que: Y' = conteúdo de gordura no ganho ou exigências líquidas de energia para ganho; a e b = intercepto e coeficiente de regressão das equações de predição dos conteúdos corporais de gordura ou das exigências líquidas de energia; X = PCVZ (kg).

Para a conversão do PC em PCVZ, dentro do intervalo de pesos incluído no trabalho, calculou-se a relação entre o PCVZ e o PC dos 28 animais mantidos no experimento. Para conversão das exigências para GPCVZ em exigências para ganho de PC, utilizou-se o fator 0,930 obtido a partir dos dados experimentais.

Para estimação das exigências líquidas para ganho de peso (ELg) para animais de diferentes ganhos de peso de corpo vazio e para diferentes faixas de peso vazio, construiu-se uma relação entre a ER em função do PCVZ metabólico e do GPCVZ, segundo NRC (2000):

$$ER \text{ (Mcal/dia)} = 10^a \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^b$$

A concentração de energia digestível (ED) da dieta foi obtida pela equação proposta pelo NRC (2000):

$$ED \text{ (Mcal/kg MS)} = 5,6 \times PBD + 9,4 \times EED + 4,2 \times FDND + 4,2 \times CNFD$$

A concentração de energia metabolizável (EM) foi considerada como 82% da ED (NRC, 2000).

As exigências líquidas de energia para manutenção (ELm) foram estimadas como o anti-logaritmo do intercepto da equação obtida pela regressão linear entre o logaritmo da PC e o CEM, segundo Lofgreen & Garret (1968).

A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção (k_m) foi estimada a partir da relação entre os teores de energia líquida para manutenção e a EM da dieta, segundo Garret (1980) e a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso (k_g) foi estimada como a inclinação da regressão linear entre a ER e o CEM, segundo o NRC (2000) e Ferrel & Jenkins (1998).

As exigências de EM para manutenção e ganho foram obtidas pelas relações entre as exigências líquidas e as respectivas eficiências de utilização, estimadas segundo Garret (1980). As exigências de NDT foram calculadas dividindo-se as exigências de EM por 0,82, obtendo-se as exigências de energia digestível (ED) e, posteriormente, dividindo-as por 4,409.

As exigências para ganho de 1 kg de PCVZ foram multiplicadas pelo fator 0,93 para a obtenção das exigências líquidas para ganho de 1 kg de PC, conforme relação obtida entre o ganho de peso de corpo vazio e o ganho de peso corporal dos animais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação obtida para a estimativa do PCVZ a partir do PC dos animais foi: $PCVZ = PC \times 0,8997$, valor próximo àquele recomendado pelo NRC (2000) de 0,891 e Valadares Filho et al. (2006a) de 0,8960, embora essas relações tenham sido obtidas para animais em confinamento. Quando se comparam as relações obtidas nesse trabalho, com aquelas disponíveis com animais em pastejo, nota-se que os dados do presente trabalho são numericamente superiores aos encontrados por Zervoudakis et al. (2002), Fregadolli (2005) e Moraes (2006) que relataram valores de 0,8575; 0,8746 e 0,8877 respectivamente, para animais em pastejo.

Para conversão das exigências para ganho de PCVZ (GPCVZ) em exigências para ganho de peso corporal (GPC), foi obtida a seguinte relação: $GPCVZ = 0,930 \times GPC$, semelhante àquela recomendada por Valadares Filho et al. (2006a) que foi de 0,933.

Os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura (kg) e energia (Mcal) no corpo vazio, em função do logaritmo do PCVZ estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura (kg) e energia (Mcal) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (kg) dos animais

Componentes	Parâmetros		
	Intercepto (a)	Coefficiente (b)	r ²
Gordura (kg)	-1,4201	1,1708	92,83
Energia (Mcal)	0,1309	1,0696	98,51

$$PCVZ = PC \times 0,8997$$

Observou-se que houve aumentos nos conteúdos corporais de gordura (11,86 para 37,38 kg, aumento de 215,17%) e energia (256,66 para 732,77 Mcal ou 185,50% de aumento), com o aumento do PC dos animais de 150 para 400 kg

(Tabela 3). Da mesma forma, as concentrações de gordura, em g/kg de PCVZ, e de energia, em Mcal/kg de PCVZ, aumentaram com o aumento do PC (Tabela 3).

Tabela 3 - Estimativa dos conteúdos corporais de gordura e energia em novilhos zebuínos sob pastejo

PV (kg)	Gordura (kg)	Gordura (g/kg PCVZ)	Energia (Mcal)	Energia (Mcal/kg PCVZ)
150	11,86	87,85	256,66	1,90
200	16,60	92,27	349,13	1,94
250	21,56	95,86	443,24	1,97
300	26,69	98,89	538,68	2,00
350	31,97	101,53	635,24	2,02
400	37,38	103,87	732,77	2,04

$$PCVZ = PV \times 0,8997$$

Os teores iniciais de gordura e energia no corpo dos animais foram muito próximos aos descritos na literatura. Paulino et al. (1999), trabalhando com novilhos de quatro raças zebuínas, não castrados, com 24 meses de idade e 366 kg, observaram aumentos nos conteúdos corporais de gordura (28,10 para 59,20 kg) e energia (508,61 para 899,18 Mcal), com o aumento do PC dos animais de 300 para 400 kg. Adicionalmente, Vêras et al. (2001), trabalhando com novilhos nelore, não castrados, com idade e peso médios iniciais de 20 meses e 330 kg relataram conteúdos corporais de gordura variando de 35,61 a 61,71 kg e de energia variando de 612,61 a 955,99 Mcal com o aumento do PC de 300 para 400 kg. Contudo, mesmo seguindo as tendências normais de aumento nos teores de energia com o aumento do peso corporal, observou-se que esses aumentos foram de menor magnitude em relação aos descritos na maioria dos trabalhos nacionais. Esse comportamento pode ser devido ao fato de esses trabalhos envolverem animais confinados, com grande aporte energético nas dietas e altas taxas de ganho de peso. Além disso, observa-se que aqueles animais apresentam grande diferença de idade em relação aos utilizados no presente estudo (14 e 10 meses a mais, respectivamente). Essa grande diferença de idade, juntamente com a maior densidade energética da dieta e a condição de

confinamento, com um mínimo de atividade física, pode explicar as maiores deposições de gordura e, conseqüentemente, de energia no corpo daqueles animais em relação aos animais mantidos sob pastejo.

Seguindo uma linha de pesquisa que visa ao abate precoce dos animais, não levando em consideração o grau de acabamento, procedeu-se ao abate dos mesmos aos 17 meses de idade. Esse fato, entre outros, pode explicar o baixo teor de gordura encontrado na carcaça desses animais, além da menor exigência energética para ganho de peso, indicando que os mesmos ainda encontravam-se em fase de crescimento e, portanto, com deposição mais acelerada de proteína em detrimento da gordura, fato que ocorre normalmente antes da maturidade fisiológica.

A menor deposição de gordura no corpo, seguida por maior concentração protéica do ganho de peso em animais inteiros, é explicada pela síntese e secreção dos hormônios androgênicos, substâncias esteróides com ação anabólica pronunciada no organismo animal (Phillips, 2001; Guiroy et al., 2002).

Relacionando o logaritmo da produção de calor (PC) em função do consumo de energia metabolizável (CEM) foi obtida a equação:

$$\text{Log PC} = 1,9160 + 0,0017 \text{ CEM}, r^2 = 0,97$$

Cujo anti-log do intercepto indicou o valor de 82,4 kcal/PCVZ^{0,75}/dia como exigência de energia líquida de manutenção (ELm) dos animais. A partir desta equação, obteve-se o consumo de energia metabolizável (CEM) no equilíbrio, ou seja, no ponto em que a PC foi igual ao CEM, obtendo-se o valor de 149,76 kcal/PCVZ^{0,75}/dia.

A ELm também foi obtida como sendo o coeficiente “a” da equação de regressão exponencial entre a PC e o CEM, segundo Ferrel & Jenkins (1998): $PC = 82,405e^{0,0017CEM}$, $R^2 = 0,97$. Esse valor foi 5% superior àquele sugerido por Valadares Filho et al. (2006a) como exigência de energia líquida para manutenção de animais zebuínos no Brasil, que foi de 78,5 kcal/PCVZ^{0,75}. Essa diferença pode estar relacionada ao maior esforço físico ao qual são submetidos os animais durante o pastejo.

Calculando-se a ELM em função do PC, para os dados deste experimento, obteve-se o valor de 76,12 kcal/PC^{0,75}/dia, aproximadamente 5% superior ao recomendado por Valadares Filho et al. (2006a) de 72,3 e 10% superior ao recomendado pelo NRC (2000) para zebuínos, 69 kcal/PC^{0,75}/dia.

As exigências de EM, ED e NDT para manutenção, em diferentes pesos vivos são apresentadas na Tabela 4, onde nota-se que houve aumentos nestas exigências, à medida que o peso corporal aumentou, seguindo tendência semelhante observada para as exigências líquidas de energia para manutenção.

Tabela 4 - Exigências diárias de energia metabolizável (EM) e energia digestível (ED), expressas em Mcal/dia, e exigências de NDT (kg/dia), para manutenção de bovinos anelorados, em função do peso corporal (PC)

PC (kg)	EMm (Mcal/dia)	EDm (Mcal/dia)	NDTm (kg/dia)
150	5,930	7,231	1,640
200	7,358	8,973	2,035
250	8,698	10,607	2,406
300	9,973	12,162	2,758
350	11,195	13,652	3,096
400	12,374	15,090	3,423

$$PCVZ = PC * 0,8997$$

Assim, considerando-se a km obtida de 0,55 (ELm/EMm) e o valor de 76,12 kcal/PC^{0,75} como requisito líquido de energia para manutenção, as exigências de EM para manutenção seriam de 138,4 kcal/PC^{0,75}, a de ED de 168,78 kcal/PC^{0,75} e a de NDT de 38,28 g/PC^{0,75}.

A equação de regressão obtida para descrever a relação entre a retenção diária de energia (ER), em Mcal/dia, e o ganho diário de PCVZ (GPCVZ) a determinado PCVZ, foi:

$$ER = 0,0416 x PCVZ^{0,75} x GPCVZ^{1,1499} (R^2 = 0,81)$$

Tomando-se por base um bovino não-castrado de 400kg de PC e com ganho diário de peso corporal em jejum (GDPCJ) de 1,0 kg, pode-se calcular, a partir desta equação que sua ER é de 3,16 Mcal/dia. Se esse mesmo cálculo for

efetuado a partir da equação preconizada pelo BR-Corte (Valadares Filho et al., 2006a), para zebuino, não castrado: $ER = 0,0529 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,0996}$, a ER será igual a 4,04 Mcal/dia, cerca de 21,8% maior. Essa diferença está relacionada tanto ao maior consumo de energia metabolizável quanto ao maior conteúdo de gordura e energia no corpo vazio dos animais utilizados para gerar as equações do BR-Corte em relação aos animais mantidos em condição de pastejo. Um outro aspecto importante é a maior eficiência de utilização da energia para ganho de peso nos animais confinados, quando comparados àqueles mantidos sob pastejo, o que pode estar relacionado ao menor incremento calórico da digestão de dietas ricas em grãos, quando comparada a dietas ricas em volumosos e à menor atividade física dos animais confinados.

Na Tabela 5, são apresentadas as estimativas das exigências de energia metabolizável (EM), energia digestível (ED) e NDT para ganho de peso, utilizando-se a relação entre as exigências líquidas estimadas e a k_g obtida a partir dos dados experimentais, considerada como o coeficiente de inclinação da equação de regressão entre a ER e o CEM ($ER = 0,2909 \times CEM - 42,006$), portanto $k_g = 0,29$.

Tabela 5 - Exigências diárias de energia metabolizável (EM) e energia digestível (ED), expressos em Mcal/kg GPCVZ, e exigências de NDT (kg/kg GPCVZ), para ganho de peso de bovinos anelorados, em função do peso corporal (PC)

PC (kg)	EMg (Mcal/GPCVZ)	EDg (Mcal/GPCVZ)	NDTg (kg/GPCVZ)
150	5,664	6,907	1,567
200	7,027	8,570	1,944
250	8,308	10,131	2,298
300	9,525	11,616	2,635
350	10,692	13,039	2,957
400	11,819	14,413	3,269

Na Tabela 6 é apresentado um resumo das exigências energéticas de novilhos zebuínos, sob pastejo, nas condições deste experimento.

Tabela 6 - Exigências nutricionais de energia para animais zebuínos, em função do peso corporal (PC) e do ganho médio diário (GMD)

		Peso corporal (kg)					
		150	200	250	300	350	400
	ELm ^a (Mcal/dia)	3,26	4,05	4,78	5,49	6,16	6,81
	EMm (Mcal/dia)	5,93	7,36	8,70	9,97	11,20	12,37
Exigências para ganho							
EL para ganho, Mcal/dia							
GMD	0,50 kg/d	0,68	0,85	1,00	1,15	1,29	1,43
	1,00 kg/d	1,52	1,88	2,23	2,55	2,87	3,17
Exigências totais							
EM ^b , Mcal/dia							
GMD	0,50 kg/d	8,28	10,27	12,14	13,92	15,63	17,27
	1,00 kg/d	11,14	13,82	16,34	18,74	21,03	23,25
NDT, kg/dia							
GMD	0,50 kg/d	2,29	2,84	3,36	3,85	4,32	4,78
	1,00 kg/d	3,08	3,82	4,52	5,18	5,82	6,43

^a/76,12 kcal/kg PC^{0,75}; ^b/k_m = 0,55 e k_g = 0,29

As exigências líquidas de energia para ganho 1,0 kg de PC apresentadas neste trabalho foram consistentemente menores que aquelas descritas na literatura, possivelmente devido ao menor teor de gordura no ganho de peso dos animais do presente experimento.

Fregadolli (2005) trabalhando com animais suplementados em pastejo, pertencentes a vários grupos genéticos, apresentaram como exigências líquidas de energia para ganho de peso de um animal de 400 kg de PC, ganhando 1,0 kg/dia, o valor 3,13 Mcal/dia, muito próximo ao encontrado neste estudo.

CONCLUSÕES

As exigências diárias de energia líquida para manutenção de bovinos anelorados, sob pastejo, foram de 82,4 kcal/PCVZ^{0,75} ou 76,12 kcal/PC^{0,75}.

Recomenda-se estimar as exigências líquidas de energia para ganho de peso de bovinos anelorados sob pastejo, pela equação:
 $ELg = 0,0416 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,1499}$ ($R^2 = 81,34$).

A eficiência de utilização da EM para manutenção de animais zebuínos sob pastejo é de 55% e para ganho de 29%.

LITERATURA CITADA

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- BALDWIN, R.L. **Modeling ruminant digestion and metabolism**. London: Chapman and Hall, 1995. 592p.
- BOIN, C. Alguns dados sobre exigências de energia e proteína de zebuínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.457-465.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.V. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.647-657, 1998.
- FREGADOLLI, F.L. **Composição corporal e exigências nutricionais de novilhos de três grupos genéticos em pastejo**. Jaboticabal, SP. UNESP, 2005, 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2005.
- GARRETT, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.1434-1440, 1980.

- GUIROY, P.J.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G. et al. The effects of implant strategy on finished body weight of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1791-1800, 2002.
- KOONG, L.J.; FERREL, C.L.; NIENABER, J.A. Assessment of interrelationships among levels of intake and production, organ size and fasting heat production in growing animals. **Journal of Nutrition**, n.115, v.10, p.1383-1390, 1985.
- LOFGREEN, G.P.; GARRETT, W.N.A. System for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.793-806, 1968.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**. V.85, n.6, p.1212-1240, 2002.
- MORAES, E.H.B.K. **Desempenho e exigências de energia, proteína e minerais de bovinos de corte em pastejo, submetidos a diferentes estratégias de suplementação**. Viçosa, MG. UFV, 2006, 151p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 6.ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 1984. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. rev. ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 2000. 242p.
- PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Composição corporal e exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.627-633, 1999.
- PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências Nutricionais de Zebuínos. Energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.781-791, 2004.
- PHILLIPS, C.J.C. **Principles of cattle nutrition**. Cambridge: Cab International, 2001. 269p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SMITH, A.M.; REID, J.T. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of a pasture herbage by grazing cows. **Journal of Dairy Science**, v.38, n.5, p.515-524, 1955.
- TITGEMEYER, E.C.; ARMENDARIZ, C. K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**. v. 79, p.1059-1063, 2001.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P. V. R.; DETMANN, E. et al. Exigências Nutricionais de Zebuínos no Brasil. I. Energia. In: VALADARES FILHO; S.C.; PAULINO; P.V.R.; MAGALHÃES; K.A. (Org.). **Exigências Nutricionais de Zebuínos e Tabelas de Composição de Alimentos. BR-Corte**. 1 ed. São Geraldo: Suprema Gráfica Ltda., 2006a, p. 57-73.

- VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. et al. **Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo.** In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; CASTRO, J.M.C. (Org.). Anais do Simpósio da 43^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. João Pessoa: SBZ: UFPB, 2006b, v. 35, p. 291-322.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods.** Ithaca: Cornell University, 202p, 1985.
- VELOSO, C.M.; VALADARES FILHO, S.C.; GESUALDI JR., A. et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos F1 Limousin x Nelore não castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1286-1293, 2002.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos Nelore, não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.904-910, 2001.
- ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia de novilhos suplementados no período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.530-537, 2002.

CAPÍTULO 4

Exigências protéicas de bovinos de corte suplementados a pasto

Resumo – Objetivou-se determinar as exigências protéicas de novilhos zebuínos, em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf., suplementados com quantidades crescentes de concentrado. Foram utilizados 28 novilhos, não castrados, com idade e pesos médio iniciais de 07 meses e 180 kg. Foram abatidos oito animais de referência para determinação da composição corporal inicial. Os 20 animais restantes foram divididos em cinco lotes de quatro animais, em delineamento inteiramente casualizado. Cada lote recebeu um dos tratamentos: manutenção (MAN); mistura mineral (SAL); e suplementos na base de 0,75; 1,50 e 2,25 kg/animal/dia. A meia-carcaça direita de dez animais, dois por tratamento, foi dissecada em músculo, gordura e ossos e todos os constituintes do corpo pesados para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal. Utilizando os dados referentes ao abate inicial, intermediários e final procedeu-se ao cálculo das exigências líquidas de proteína para ganho de peso nas diferentes faixas de peso corporal dos animais. Foi realizada uma análise de regressão dos conteúdos de proteína retidos no corpo dos animais (PR, g/dia) em função do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ, kg/dia) e da energia retida (ER, Mcal/dia). As exigências de proteína metabolizável total para um animal de 350 kg, com ganho diário de 1,0 kg, foram de 593,59 g/dia. Esse mesmo animal consumindo 7,40 kg de MS/dia necessita que a dieta total apresente 12,97% de PB na MS. O requerimento líquido de proteína para ganho de peso de animais zebuínos não-castrados sob pastejo, com até 350 kg de peso corporal, decresce à medida que o peso corporal ou a ER aumentam, podendo ser estimado a partir da equação: $PR (g/dia) = -26,2946 + 247,4853 \times GPCVZ - 24,8436 \times ER$.

Palavras-chave: exigências nutricionais, proteína, suplementação, zebuínos

Protein requirements of supplemented grazing beef cattle

Abstract – The objective in this trial was to determine the protein requirements of bulls grazing *Brachiaria decumbens* Stapf. pasture and supplemented with increasing amounts of concentrate. Twenty eight intact males with seven months old and initial body weights of 180 kg, were used. Eight baseline animals were slaughtered to determine the initial body composition, the twenty remaining animals were allotted to five groups of four animals in a completely randomized design. Each group received one of the five treatments: maintenance (MAN); mineral mixture (SAL); and supplements fed as 0.75; 1.50 and 2.25 kg/animal/day. The right half carcass of ten animals, two for treatment, was dissected in muscle, fat and bones and all the body components were weighed to determine the empty body weight (PCVZ) and empty body composition. The initial, intermediate and final slaughter data were used to calculate the net requirements for gain in the different ranges of body weight. The retained protein (RP, g/day) was regressed against empty body gain (EBG, kg/day) and retained energy (RE, Mcal/day). The total metabolizable protein requirements for an animal of 350 kg and an average daily gain of 1.0 kg, were 593.59 g/day. That same animal, eating 7.40 kg of DM/day requires 12.97% of CP in DM. The net requirements of protein for gain of grazing bulls until 350 kg of bodyweight, decrease as the body weight or retained energy increase and can be estimated by the equation:
$$RP \text{ (g/day)} = -26.2946 + 247.4853 \times EBG - 24.8436 \times RE.$$

Key-words: nutrient requirements, protein, supplementation, zebu

INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção de gado de corte, os custos com alimentação podem representar de 70 a 90% dos custos operacionais totais, dependendo da fase de criação e do nível de produção desejado (Valadares Filho et al., 2005). Assim, o pecuarista deve procurar maximizar a utilização do pasto para aumentar a rentabilidade do sistema produtivo. Além disso, o conhecimento das exigências protéicas dos bovinos pode resultar em economia nos custos com formulação de dietas, pela utilização de valores ótimos para o atendimento das exigências, reduzindo os custos com alimentação, principalmente com relação às fontes protéicas, de custo mais elevado.

As pesquisas sobre exigências nutricionais de bovinos em crescimento, no Brasil, iniciaram-se em 1980. Desde então, foram desenvolvidos diversos experimentos para determinar a composição corporal e as exigências nutricionais de bovinos, sobretudo em confinamento, sendo apenas uma pequena parcela desses trabalhos realizadas com animais em pastagens.

O conhecimento das exigências nutricionais de bovinos em pastejo, notadamente em proteína, é imprescindível para a formulação de suplementos que maximizem o consumo de pasto, melhorando o aproveitamento dos nutrientes potencialmente disponíveis e fazendo com que a dieta total consumida atenda as necessidades dos animais, otimizando seu desempenho.

Uma das principais metas da pesquisa para produção de carne é aumentar a deposição de proteína muscular e a eficiência de utilização dos aminoácidos da dieta. Para que a eficiência de síntese de proteína microbiana seja máxima devem-se atender as necessidades dos microrganismos. E para maximizar a eficiência de utilização da proteína nos tecidos, a proteína microbiana e a PNDR devem atender às exigências dos tecidos, em termos quantitativos e qualitativos (Waldo & Glen, 1981).

A demanda de proteína metabolizável para manutenção (PMm) de um bovino corresponde às perdas metabólicas fecais e urinárias, além daquelas perdas por descamação. O NRC (2000) recomenda $3,8 \text{ g/kg PC}^{0,75}$ como valor diário de

exigência de PMm. Já o AFRC (1993) sugere o valor $2,3g\ g/kgPC^{0,75}$. No entanto, segundo Valadares Filho et al. (2006a) os valores observados em trabalhos realizados no Brasil são bastante variáveis e diferentes do sugerido pelo NRC (2000).

Assim, objetivou-se determinar as exigências protéicas de bovinos anelorados, em pastagem de *Brachiaria decumbens*, suplementados com quantidades crescentes de concentrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa, entre os dias 04/07/2005 e 06/04/2006.

Foram utilizados 28 novilhos zebuínos, não castrados, com idade e pesos médios iniciais de 07 meses e 180 kg ($s = 48,09$). Estes animais seguiram um protocolo de abates dividido em quatro etapas.

Após o início do experimento, dia 14/07/2005, em plena estação seca, foram abatidos dois animais, com idade e peso médio de 07 meses e 180 kg.

No segundo abate, realizado no dia 10/10/2005, no início da fase de transição seca-águas, foram abatidos mais três animais, com peso médio de 180 kg, devido à presença de um animal muito leve (145 kg e oito meses de idade). Os outros dois animais encontravam-se com 205 e 180 kg e 09 meses de idade.

No terceiro abate, realizado no dia 10/01/2006 em pleno período das águas, foram abatidos outros três animais, com idade e peso médios de 15 meses e 305 kg.

Durante os abates, todos os constituintes do corpo (órgãos, vísceras, sangue, couro, cabeça, membros) foram pesados e analisados quimicamente para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal dos animais, em diferentes faixas de peso.

Os dados referentes aos abates intermediários foram utilizados para a estimativa da composição corporal inicial dos vinte animais que permaneceram no experimento.

Os vinte animais restantes apresentavam idade média de 14 meses e 316 kg ($s = 59,74$). Estes foram divididos em cinco lotes de quatro animais, seguindo um delineamento inteiramente casualizado. Cada lote recebeu um dos cinco tratamentos: manutenção (MAN); mistura mineral (SAL); e suplemento na base de 0,75; 1,50 e 2,25 kg/animal/dia.

A composição percentual do suplemento, sua composição bromatológica assim como a composição bromatológica da extrusa de *B. decumbens* encontra-se na Tabela 1 do segundo capítulo desta publicação. O suplemento fornecido em diferentes quantidades apresentou 33% de PB. Todos os animais receberam, de forma irrestrita, a mistura mineral.

Os quatro animais alocados ao tratamento MANT foram manejados de forma a manter um nível mínimo de perda ou ganho de peso. Estes animais tiveram sua permanência no pasto controlada, sendo conduzidos ao pastejo por um período não superior a quatro horas, período após o qual os animais foram presos em uma área cercada (0,4 ha), isenta de forragem e com acesso apenas à água.

A área experimental destinada aos animais foi constituída de cinco piquetes de 2,0 ha cada, formados com *Brachiaria decumbens* Stapf., providos de bebedouros e comedouros cobertos. Visando minimizar a influência da possível variação na disponibilidade de matéria seca de pasto, os animais permaneceram em cada piquete por sete dias e após este período procedeu-se ao rodízio entre os piquetes.

Todos os animais foram submetidos a um ensaio de digestão a pasto, por um período de dez dias, sendo os sete primeiros dias destinados à adaptação dos animais e à estabilização do fluxo dos indicadores conforme descrito por Titgemeyer et al. (2001).

Para avaliar a composição bromatológica da forragem consumida pelos animais, foram utilizados cinco animais fistulados no esôfago, os quais após jejum alimentar e hídrico de 16 horas, foram conduzidos aos piquetes experimentais para a realização das coletas de extrusa. As coletas foram realizadas às 7:00 horas da manhã do quinto dia do ensaio de digestão, utilizando-se bolsas coletoras com fundo telado, adaptadas em torno da fístula esofágica. Após

40 minutos de pastejo, as bolsas foram retiradas e as amostras pesadas e armazenadas.

Para estimar a excreção de MS fecal (EF), utilizou-se o indicador externo óxido crômico, segundo recomendações de Smith & Reid (1955), o qual foi aplicado em dose única diária (10 g/animal) acondicionado em cartucho de papel e introduzido com o auxílio de um aplicador, diretamente no esôfago dos animais, durante nove dias consecutivos. Após sete dias de adaptação, foram coletadas amostras de fezes dos animais no oitavo (16h00), nono (12h00) e décimo (8h00) dias. O cálculo da EF foi realizado através da razão entre a quantidade de indicador fornecido e sua concentração nas fezes, segundo a equação:

$$EF = (CrFornecido / CrFezes) \times 100$$

onde: *CrFornecido* – quantidade de cromo fornecida (g) e *CrFezes* – concentração do indicador nas fezes (%).

O consumo voluntário de matéria seca (CMS) foi estimado utilizando-se como indicador interno a FDA indigestível (FDAi), obtida após 264 horas de incubação *in situ* (Casali et al., 2008), por intermédio da equação:

$$CMS = \{[(EF \times \%FDAiFezes) - FDAiSuplemento] \div FDAiForragem\} + CMSS$$

onde: FDAi presente no suplemento (kg/dia); FDAi na forragem (kg/kg) e CMSS - consumo de MS de suplemento (kg/dia).

Para determinação do consumo individual de suplemento (CMSS) foi utilizado o dióxido de titânio na quantidade média de 10 g/animal, misturados ao suplemento imediatamente antes do fornecimento, segundo procedimento descrito por Valadares Filho et al. (2006), seguindo o mesmo esquema de coletas de fezes descrito para o óxido crômico, através da equação:

$$CMSS = (EF \times TiOFezes) \div TiOSuplemento$$

onde: TiOFezes e TiOSuplemento – referem-se à concentração de dióxido de titânio nas fezes e no suplemento, respectivamente.

Após a coleta, as amostras de extrusa e fezes foram secas em estufa, com ventilação forçada, a 65°C por 72 horas, processadas em moinho tipo Willey (1,0 mm) e posteriormente submetidas às análises laboratoriais, de acordo com as

técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002) com exceção das determinações de FDN e FDA que seguiram os métodos descritos por Mertens (2002) e Van Soest & Robertson (1985).

O último abate foi realizado nos dias 27/03, 29/03, 03/04 e 05/04/2006 de forma escalonada, após 76, 78, 83 e 85 dias, sendo abatidos cinco animais por vez, um de cada tratamento. No momento do abate, os animais estavam com média de 17 meses de idade e 378 kg ($s = 57,62$).

Antes do abate, todos os animais foram submetidos a um jejum de sólidos por 16 horas, para obtenção do peso corporal em jejum.

Após o abate, o trato gastrintestinal de cada animal foi pesado, esvaziado e lavado, sendo seu peso somado ao dos órgãos e demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e sangue) para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ). A relação obtida entre o PCVZ e o peso corporal (PC) dos animais, em cada abate, foi utilizada para estimativa do PCVZ dos animais que permaneceram no experimento. Dentro de cada tratamento, foram sorteados dois animais para representá-lo, dos quais foram retiradas amostras da cabeça e de um membro anterior e outro posterior, para separação física de tecido mole, ossos e couro.

As amostras de sangue foram coletadas imediatamente após a secção da veia jugular dos animais, acondicionadas em recipiente de vidro e deixadas em estufa com ventilação forçada a 60°C por 72 horas. As amostras de carne industrial, fígado, coração, rins, baço, pulmões, língua, rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, mesentério, gordura interna, aparas e cauda foram agrupadas, processadas e homogeneizadas integralmente em um Cutter de 65 litros, de onde foi retirada uma amostra que representou os órgãos e vísceras.

A carcaça de cada animal foi dividida em duas metades, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a -2,5°C por aproximadamente 18 horas. Decorrido esse tempo, as carcaças direitas de 10 animais, dois por tratamento, foram retiradas da câmara fria e totalmente dissecadas, procedendo-se à separação em músculos, gordura e ossos, que foram posteriormente

pesados. A composição da carcaça dos outros 10 animais foi estimada através dos percentuais de músculo, gordura e ossos das carcaças dissecadas.

Os tecidos muscular e adiposo foram moídos e o tecido ósseo serrado em pequenos cubos. Foi retirada uma amostra representativa de cada componente, para determinação direta dos teores de proteína e gordura da carcaça.

Após a moagem, as amostras frescas foram acondicionadas em recipientes de vidro e secas em estufa a 105° C por 48 horas para obtenção da matéria seca gordurosa (MSG), e, posteriormente, lavadas seguidamente com éter etílico para obtenção da matéria seca pré-desengordurada (MPSD), conforme procedimento descrito por Paulino et al. (2004). Em seguida, as amostras pré-desengorduradas foram moídas em moinho tipo bola, para posteriores quantificações dos teores de nitrogênio total e extrato etéreo, conforme recomendações de Silva & Queiroz (2002). O teor de proteína foi obtido pelo produto do teor de nitrogênio total e o fator 5,88 conforme sugerido por Baldwin (1995). O teor de energia foi calculado utilizando os valores calóricos de 9,3929 e 5,6405 Mcal/kg (ARC, 1980), para gordura e proteína, respectivamente.

O conteúdo de proteína no corpo vazio foi determinado em função da concentração percentual nas amostras dos constituintes separados da carcaça e nas amostras de órgãos e vísceras, couro, sangue, cabeça e membros.

Os conteúdos de proteína retidos no corpo dos animais foram estimados por meio da regressão linear do logaritmo do conteúdo corporal de proteína no logaritmo do PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$$Y = a + bX + e$$

em que: Y = logaritmo do conteúdo total de proteína (kg) retido no corpo vazio; a = intercepto; b = coeficiente de regressão; X = logaritmo do PCVZ; e = erro aleatório.

As equações foram elaboradas adicionando-se os valores relativos aos animais referência, sendo dois animais referência do primeiro abate, três do segundo abate e três do terceiro abate, além dos vinte animais do abate final.

Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de proteína em função do logaritmo do PCVZ, obtiveram-se as exigências líquidas de proteína, por kg de ganho de PCVZ (GPCVZ), a partir da equação (ARC, 1980):

$$Y' = b. 10^a. X^{b-1}$$

em que: Y' = conteúdo de proteína no ganho (g/kg de GPCVZ), ou exigências líquidas de proteína para ganho; a e b = intercepto e coeficiente de regressão da equação de predição do conteúdo corporal de proteína; X = PCVZ (kg).

As exigências de proteína líquida para ganho foram obtidas pela regressão linear múltipla da proteína retida (PR, g/dia) no GPCVZ (kg/dia) e na energia retida (ER, Mcal/dia) de acordo com a equação:

$$PR \text{ (g/dia)} = c + d \times GPCVZ + e \times ER$$

Os requisitos de proteína metabolizável para manutenção (PMm) e ganho (PMg) e as exigências de proteína bruta foram obtidos segundo as recomendações do BR-Corte (Valadares Filho et al. 2006a).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação obtida para a estimativa do PCVZ, a partir do PC dos animais foi: $PCVZ = PC \times 0,8997$, valor próximo àqueles recomendados pelo NRC (2000), de 0,891 e por Valadares Filho et al. (2006a), de 0,8960.

Para conversão das exigências para GPCVZ em exigências para ganho de peso corporal (GPC), deve-se utilizar a relação: $GPCVZ = 0,93 \times GPC$, praticamente igual àquela recomendada por Valadares Filho et al. (2006a) que foi de 0,933.

A equação de regressão do logaritmo do conteúdo de proteína no corpo vazio no logaritmo do PCVZ obtida nesse experimento foi:

$$\text{Log PB (kg)} = -0,6858 + 0,9838 \times \text{Log PCVZ} (r^2 = 0,99)$$

Observou-se que as exigências líquidas de proteína para GPCVZ decresceram à medida que o PC dos animais se elevou (Tabela 2). Esta tendência está de acordo com as observações de Fregadolli (2005) e Moraes (2006) ao estudarem animais em pastejo e ocorreu devido à diminuição da deposição de proteína à medida que o peso do animal aproximou-se do seu peso à maturidade.

Tabela 2 - Exigências líquidas de proteína, em g por kg de ganho de peso de corpo vazio (g/kg GPCVZ), de novilhos zebuínos, em função do peso corporal (PC)

PC (kg)	Exigência de Proteína (g/kg GPCVZ)
150	187,33
200	186,45
250	185,78
300	185,23
350	184,77

$$PCVZ = PC \times 0,8997$$

Fregadolli (2005), trabalhando com novilhos Nelore com peso corporal inicial de 293 kg e final de 450 kg, encontrou exigências líquidas de proteína para ganho de peso variando de 156 a 145 g/kg de GPCVZ, com o peso dos animais variando de 250 a 350 kg de peso corporal.

Moraes (2006) trabalhando com novilhos anelrados com peso corporal inicial de 311 kg, sob pastejo, relataram exigências líquidas de proteína de 153,72 e 145,13 g/kg de GPCVZ para animais com 250 e 350 kg de peso corporal, respectivamente.

A partir desses dados, observa-se que, embora seguindo a tendência de redução das exigências líquidas de proteína com o aumento do peso corporal, os resultados aqui apresentados foram numericamente superiores aos reportados na literatura para a mesma faixa de peso.

Esse comportamento das exigências líquidas de proteína para ganho pode ser explicado pelas modificações na curva de crescimento de animais mantidos em pastejo, em relação àqueles confinados. Segundo Owens (1993), a curva de crescimento dos bovinos pode ser representada por uma sigmóide com duas fases distintas, que se caracterizam por tendências bastante diferentes. Na primeira fase, o crescimento é acelerado, em razão do desenvolvimento dos tecidos ósseo e muscular, ativado pela liberação dos hormônios tiroxina e somatotropina, ocorrendo maior síntese de tecido muscular em relação ao adiposo. Isso poderia explicar a maior exigência protéica encontrada no presente experimento, indicando que os animais ainda não haviam alcançado o peso associado à segunda fase de sua curva de crescimento, visto que a redução na taxa de deposição de proteína, em bovinos, está associada a aumentos no desenvolvimento do tecido adiposo a medida que o animal aproxima-se de seu peso adulto (peso à maturidade), que resultam em acréscimos nas exigências de energia para ganho de peso com o aumento do peso corporal dos animais.

Devido à interação entre a deposição de gordura e proteína, foi realizada a regressão múltipla da proteína retida (PR, kg/dia) em função da energia retida (ER, Mcal/dia) e do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ, kg/dia), para estimar as exigências líquidas de proteína para qualquer faixa de peso e ganho de peso:

$$PR (g/dia) = -26,2946 + 247,4853 \times GPCVZ - 24,8436 \times ER (R^2 = 0,93)$$

A partir dessa equação, tomando-se como referência um animal com 350 kg de peso corporal com ganho médio diário de 0,50 kg/dia e empregando-se a ER de 1,29 Mcal/dia (Tabela 6), obtém-se o valor de PR ou de exigências líquidas de proteína para ganho de peso de 56,76 g/dia.

Aplicando a equação descrita por Moraes (2006) para bovinos anelados em pastejo, $PR (g/dia) = -34,6109 + 257,956 \times GPCJ - 17,01 \times ER (R^2 = 0,69)$, adotando-se a ER = 1,97 Mcal/dia (obtida pelos autores), temos o valor de PR estimado em 60,86 g/dia, 7,2% superior ao obtido neste estudo.

Adicionalmente, empregando-se a equação descrita por Chizzotti et al. (2008), para novilhos mestiços Nelore x *Bos taurus*, em um trabalho de meta-análise realizado com dados nacionais ($PR = -17,3 + 233 \times GPCVZ - 18,7 ER$), utilizando a $ER = 1,69$ Mcal/dia (obtida pelos autores) chega-se ao valor de $PR = 59,44$ g/dia, cerca de 4,5% superior ao encontrado no presente trabalho.

Tabela 3 – Exigências líquidas de proteína para ganho de peso (g/dia) de novilhos zebuínos sob pastejo, em diferentes pesos e taxas de ganho de peso

Ganho de peso (kg/dia)	Peso corporal (kg)				
	150	200	250	300	350
0,50	71,82	67,74	63,90	60,25	56,76
0,75	119,28	112,77	106,66	100,85	95,27
1,00	166,22	157,16	148,65	140,56	132,80

$$GPCVZ = 0,93 \times GPC$$

Adotou-se o valor de $4,00 \text{ g/kg PC}^{0,75}$ para se obter as exigências de proteína metabolizável para manutenção (PMm) de bovinos Nelore, proposto pelo BR-Corte (Valadares Filho et al. 2006a).

Para as exigências de PM para ganho (PMg), adotou-se as eficiências de utilização da PMg recomendadas pelo NRC (2000). Para animais com PCVZ acima de 300 kg, foi utilizada eficiência de utilização constante de 49,2%. Para os animais com PCVZ inferior ou igual a 300 kg, utilizou-se a seguinte equação para o cálculo da eficiência da PM para ganho: $\text{Eficiência} = [83,4 - (0,114 \times PCVZ)]$.

Com base na Tabela 4, as exigências de PMt para um animal de 350 kg e ganho diário de 1,0 kg, foram de 593,59 g/dia. Trabalhando com animais anelorados, sob pastejo, Moraes (2006) determinaram as exigências de PMt de um novilho de 350 kg em 618,48 g/dia, valor 4% superior ao encontrado no presente trabalho. No entanto, o valor encontrado no presente estudo foi 12,8% inferior ao apresentado pelo BR-Corte (Valadares Filho et al. 2006a), que sugerem

para o mesmo animal (350 kg e ganho de 1,0 kg/dia) exigências de PMt de 680,76 g/dia.

Tabela 4 - Exigências de proteína metabolizável para manutenção (PMm, g/dia), para ganho de peso (PMg, g/kg GPC) e totais (g/dia) de novilhos zebuínos sob pastejo, em função do peso corporal (PC)

PC (kg)	PMm ¹	PMg ²	PMt
150	171,45	244,39	415,84
200	212,73	249,90	462,64
250	251,49	257,36	508,85
300	288,34	267,06	555,40
350	323,68	269,91	593,59

¹4,0 g/kg PC^{0,75}; ²Exigência líquida/0,492 para PCVZ > 300 kg; ²Exigência líquida/(83,4 - (0,114 × PCVZ)) para PCVZ ≤ 300 kg

A partir das exigências de proteína metabolizável apresentadas na Tabela 4, e seguindo-se as recomendações do BR-Corte para conversão dos requisitos totais de PM em exigências de proteína bruta (PB), foram calculados os requisitos diários totais de PB e as exigências de proteína degradada e não-degradada no rúmen (Tabela 5).

Tabela 5 – Exigências de NDT, proteína degradada no rúmen (PDR), proteína não-degradável no rúmen (PNDR) e proteína bruta (PB), de novilhos zebuínos sob pastejo, em função do peso corporal, para manutenção e ganho de 1,0 kg de peso corporal

Peso corporal (kg)	NDT ¹ (kg/dia)	PDR ² (g/dia)	PNDR ³ (g/dia)	PB ⁴ (g/dia)	PB ⁵ (%MS)
150	3,10	412,92	222,19	635,11	12,34
200	3,84	511,49	209,65	721,14	12,63
250	4,54	604,73	200,22	804,95	12,83
300	5,21	693,97	194,09	888,06	12,98
350	5,85	779,22	180,38	959,60	12,96

¹NDT = EM/0,82/4,409; ²PDR = 120 (g/kg NDT) × 1,11; ³PNDR = (PMTtotal - (PDR/1,11 × 0,64))/0,8; ⁴PB=PDR + PNDR; ⁵CMS = - 1,80 + 0,0113 PC + 6,40 GMD - 1,15 GMD²

De forma geral, à medida que o animal cresce, as exigências de PNDR decrescem, o que, segundo Silva et al. (2002) possibilita maior participação da PDR no suprimento das exigências totais de PB, indicando que para animais em fase de terminação maiores níveis de nitrogênio não-protéico podem ser utilizados na dieta.

Para determinação do consumo de matéria seca (CMS) dos animais deste experimento, em determinado peso corporal e faixa de ganho de peso, foi gerada a seguinte equação, a partir dos dados experimentais:

$$CMS = - 1,80 + 0,0113 PC + 6,40 GMD - 1,15 GMD^2 (R^2 = 0,83)$$

Com base nessa equação e tomando-se como exemplo um animal com 350 kg de PC, ganhando 1,0 kg/dia, estima-se um consumo de MS de 7,40 kg/dia. Portanto, para um animal de 350 kg de peso corporal ganhar 1,0 kg/dia, mantido em condições de pastejo, é necessário que a dieta total apresente 12,97% de PB na MS.

Este resultado corrobora com as observações de Bailey & Duff (2005), de que os requerimentos de PB de bovinos de corte em fase de terminação se encontram entre 12,0 e 13,0%.

Moraes (2006) determinaram as exigências dietéticas de bovinos de corte terminados a pasto em 11,7 e 10,6% de PB, para animais não-suplementados e suplementados, respectivamente. Da mesma forma, Moraes (2003), trabalhando com animais em terminação a pasto encontrou GMD próximo de 1,0 kg quando a dieta apresentou 10,7% de PB.

Segundo Paulino et al. (2004) torna-se importante o conhecimento do comportamento das exigências nutricionais dos animais de maneira conjunta, uma vez que energia e proteína estão intimamente associadas no metabolismo dos bovinos. Desta forma, é apresentado na Tabela 6 um resumo das exigências protéicas e energéticas de bovinos de corte sob pastejo, para diferentes pesos corporais e taxas de ganho de peso.

Tabela 6 - Exigências nutricionais de energia e proteína para novilhos zebuínos, em função do peso corporal (PC) e do ganho médio diário (GMD)

		Peso corporal (kg)				
		150	200	250	300	350
Exigências de manutenção						
ELm ¹	Mcal/d	3,26	4,05	4,78	5,49	6,16
PMm ²	g/d	171,45	212,73	251,49	288,34	323,68
Exigências de ganho						
ELg para ganho, Mcal/dia ³						
GMD	0,50 kg/d	0,68	0,85	1,00	1,15	1,29
	1,00 kg/d	1,52	1,88	2,22	2,55	2,86
PM para ganho, g/dia ^{4,5}						
GMD	0,50 kg/d	105,60	107,71	110,63	114,49	115,36
	1,00 kg/d	244,39	249,90	257,36	267,06	269,91
Exigências totais						
EM, Mcal/dia ⁶						
GMD	0,50 kg/d	8,28	10,27	12,14	13,92	15,63
	1,00 kg/d	11,14	13,82	16,34	18,74	21,03
NDT, kg/dia ⁷						
GMD	0,50 kg/d	2,30	2,85	3,37	3,86	4,34
	1,00 kg/d	3,10	3,84	4,54	5,21	5,85
PDR, g/dia ⁸						
GMD	0,50 kg/d	306,36	379,62	448,88	514,15	578,09
	1,00 kg/d	412,92	511,49	604,73	693,97	779,22
PNDR, g/dia ⁹						
GMD	0,50 kg/d	125,50	126,95	129,13	132,97	132,16
	1,00 kg/d	222,19	209,65	200,22	194,09	180,38
PB, g/dia ¹⁰						
GMD	0,50 kg/d	431,86	506,57	578,02	647,12	710,24
	1,00 kg/d	635,11	721,14	804,95	888,06	959,60

¹ELm = 82,4 kcal/PCVZ^{0,75} (Sales et al., 2008); ²PMm = 4,0 g/kg PC^{0,75} (Valadares Filho et al., 2006a); ³ELg = 0,0416 × PCVZ^{0,75} × GPCVZ^{1,1499} (Sales et al., 2008); ⁴ PR (g/dia) = -26,2946 + 247,4853 × GPCVZ - 24,8436 × ER; ⁵PM = PR/0,492 para PCVZ > 300 kg ou PR/[83,4-(0,114 × PCVZ)] para PCVZ ≤ 300 kg (NRC, 2000); ⁶k_m = 0,55 e k_g = 0,29 (dieta com 2,33 Mcal/kg de MS); ⁷NDT = EM/0,82/4,409 (NRC, 2000); ⁸ PDR = Exigências NDT (kg/dia) × 120 × 1,11; ⁹ PNDR = [PM total - (PDR/1,11 × 0,64)]/0,8; ¹⁰ PB = PDR + PNDR

Com relação às exigências para ganho de peso, notou-se que à medida que o peso corporal se elevou, as exigências líquidas de energia também aumentaram, devido à maior deposição de gordura corporal, o que contribuiu diretamente para o aumento das exigências energéticas. Adicionalmente, as exigências de proteína diminuíram, em virtude da queda no desenvolvimento muscular quando os animais se aproximam do peso à maturidade.

CONCLUSÃO

As exigências líquidas de proteína para ganho de peso de animais anelados, não-castrados, sob pastejo, decresce à medida que o peso corporal ou a energia retida aumentam, podendo ser estimado, para animais com até 350 kg de peso corporal, a partir da equação: $PR (g/dia) = -26,2946 + 247,4853 \times GPCVZ - 24,8436 \times ER$.

LITERATURA CITADA

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: 1993. 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- BAILEY, C.R.; DUFF, G.C. Protein requirements of finishing beef cattle. In: SOUTHWEST NUTRITION CONFERENCE, 2005, Tempe. **Proceedings...** Tempe: University of Arizona, 2005. p.78-85.
- BALDWIN, R.L. **Modeling ruminant digestion and metabolism**. London: Chapman and Hall, 1995. 592p.
- CHIZZOTTI, M.L; TEDESCHI, L.O; VALADARES FILHO, S.C. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v.86, p.1588-1597, 2008.
- FREGADOLLI, F.L. **Composição corporal e exigências nutricionais de novilhos de três grupos genéticos em pastejo**. Jaboticabal, SP. UNESP, 2005, 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2005.

- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**. V.85, n.6, p.1212-1240, 2002.
- MORAES, E.H.B.K. **Desempenho e exigências de energia, proteína e minerais de bovinos de corte em pastejo, submetidos a diferentes estratégias de suplementação**. Viçosa, MG. UFV, 2006, 151p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. rev. ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 2000. 242p.
- OWENS, F.N.; DUBESK, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3138-3150, 1993.
- PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências Nutricionais de Zebuínos. Proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.759-769, 2004.
- SALES, M.F.L.; PAULINO, M.F.P.; BARROS, L.V. et al. Requerimentos energéticos de bovinos de corte sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, Lavras-MG, **Anais...Lavras:SBZ**, 2008 (CD-ROM, Nutrição de Ruminantes).
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.503-513, 2002.
- TITGEMEYER; E.C.; ARMENDARIZ, C. K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**. v.79, p.1059-1063, 2001.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES, R.F.D. et al. Exigências nutricionais de Zebuínos no Brasil. I. Proteína. In: VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. (Org.). **Exigências Nutricionais de Zebuínos e Tabelas de Composição de Alimentos. BR-Corte**. 1 ed. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica Ltda., 2006a, v. , p. 75-84.
- VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. et al. **Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo**. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; CASTRO, J.M.C. (Org.). Anais do Simpósio da 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. João Pessoa: SBZ: UFPB, 2006b, v. 35, p. 291-322.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; SAINZ, R.D. Desafios metodológicos para determinação das exigências nutricionais de bovinos de

corte no Brasil In: 42^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Goiânia. **Anais...**p.261-287, 2005.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 202p, 1985.

WALDO, D.R.; GLEN, B.P. 1981. Foreign systems for meeting the protein requirements of ruminants. II. Meeting protein requirements of cattle. In: OWENS, F.N. (Ed). **Proceedings...** Protein requirements for cattle: Symposium, 109: 269-309.

CAPÍTULO 5

Exigências de macrominerais de bovinos de corte suplementados a pasto

Resumo - Objetivou-se determinar as exigências de macrominerais de novilhos zebuínos, em pastagem de *Brachiaria decumbens*, suplementados com quantidades crescentes de concentrado. Foram utilizados 24 novilhos, não castrados, com idade e pesos médio iniciais de 07 meses e 180 kg. Foram abatidos oito animais de referência para determinação da composição corporal inicial. Os 16 animais restantes foram divididos em quatro lotes de quatro animais, em delineamento inteiramente casualizado. Cada lote recebeu um dos tratamentos: mistura mineral (SAL); e suplementos na base de 0,75; 1,50 e 2,25 kg/animal/dia. A meia-carcaça direita de oito animais, dois por tratamento, foi dissecada em músculo, gordura e ossos e todos os constituintes do corpo pesados para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal. As exigências líquidas de Ca, P, Mg, Na e K foram determinadas pela equação $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, sendo a e b o intercepto e o coeficiente da equação de predição dos conteúdos corporais de macrominerais, respectivamente. As exigências líquidas de Ca e P para um animal de 400 kg de PC foram, respectivamente, 11,13 g e 5,40 g. Para estimar as exigências dietéticas de manutenção e, posteriormente, somá-las às exigências dietéticas para ganho, no intuito de se obter as exigências dietéticas totais, foram adotadas as perdas endógenas e a biodisponibilidade presentes na literatura, para cada macroelemento mineral. As exigências dietéticas totais de Ca, P, Mg, Na e K para um animal de 400 kg de PC, com ganho diário de 1,0 kg foram, respectivamente, 34,59; 17,36; 7,82; 5,19 e 41,11 g/dia. Pode-se concluir que as exigências em macrominerais de bovinos de corte suplementados a pasto foram semelhantes às aquelas recomendadas pelo BR-Corte para bovinos de corte confinados.

Palavras-chave: cálcio, exigências nutricionais, fósforo, suplementação, zebuínos

Macrominerals requirements of supplemented grazing Zebu cattle

Abstract – The objective in this trial was to determine the macrominerals requirements of Zebu bulls grazing *Brachiaria decumbens* Stapf. pasture and supplemented with increasing amounts of concentrate. Twenty four intact males with seven months old and initial body weight of 180 kg were used. Eight baseline animals were slaughtered to determine the initial body composition, and twenty remaining animals were allotted into five groups of four animals each, in a completely randomized design. Each group received one of the following treatments: maintenance (MAN); mineral mixture (MM); or supplements fed at 0.75; 1.50 or 2.25 kg/animal/day. The right half carcass of eight animals, two per treatment, was dissected in muscle, fat and bones and all the body components were weighed to determine the empty body weight (EBW) and empty body composition. The net Ca, P, Mg, Na and K requirements were determined by the equation $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, where a and b represent the intercept and the regression coefficient, respectively, of the prediction equations of Ca, P, Mg, Na or K contents in the empty body weight. The net requirements of Ca and P for an animal of 400 kg of BW were, respectively, 11.13 g and 5.40 g. To determine the total dietary requirements, endogenous losses and bioavailability values found in the literature were used to calculate the dietary requirements for maintenance which were added to the dietary requirements for growth to obtain the total requirements. The total dietary requirements of Ca, P, Mg, Na and K for an animal of 400 kg of BW, with average daily gain of 1,0 kg were, respectively, 34.59; 17.36; 7.82; 5.19 and 41.11 g/day. The macrominerals requirements of supplemented grazing Zebu cattle were similar o those recommended by the BR-Corte for Zebu cattle on feedlot.

Key-words: calcium, nutritional requirements, phosphorus, supplementation, Zebu cattle

INTRODUÇÃO

A determinação das exigências dietéticas de minerais para bovinos em crescimento, criados em condições de pastejo, é extremamente complexa, em virtude dos diversos fatores que influenciam de forma direta ou indireta a utilização destes pelo animal. Entre estes fatores, alguns são inerentes aos alimentos ou às dietas, como biodisponibilidade e forma química do mineral nos ingredientes da dieta; outros são atribuíveis ao animal, como peso corporal, variabilidade entre as raças, nível de produção e *status* nutricional (ARC, 1980; Conrad et al., 1985; AFRC, 1991; Coelho da Silva, 1995; NRC, 2000).

Além do suprimento adequado de minerais, o AFRC (1991) salienta que níveis adequados de proteína e energia são necessários para que ocorra o desenvolvimento normal dos ossos. O NRC (2000) relaciona os requerimentos de Ca e P ao ganho diário de proteína e Conrad et al. (1985) afirmaram que a adequada nutrição destes minerais depende do nível de vitamina D da dieta.

Embora representem apenas 4% do peso corporal dos animais, os minerais estão presentes em proporções variáveis em todos os tecidos e exercem funções vitais no organismo, com reflexos no desempenho animal (Dayrell, 1993).

A retenção de minerais depende da composição do ganho de peso (ossos, músculo e gordura). Maiores deposições de gordura reduzem as deposições de minerais e, conseqüentemente, seus requerimentos pelos animais, já que a concentração destes elementos inorgânicos no tecido adiposo é menor que nos músculos e ossos. Os ossos contêm cerca de 99% do Ca e de 80% do P corporais.

Portanto, fatores que modificam a composição do ganho, como tipo de dieta, sexo, grupo genético, idade e peso dos animais, afetam a composição mineral e, conseqüentemente, os requerimentos líquidos para ganho (Paulino et al., 1999).

As exigências nutricionais de macrominerais são, geralmente, estimadas pelo método fatorial (ARC, 1980), que se baseia nas quantidades líquidas depositadas no corpo do animal, acrescidas das quantidades necessárias para

atender às secreções endógenas, tidas como exigências líquidas de manutença. A soma das frações de manutença e produção constitui a exigência líquida total que, corrigida por um coeficiente de absorção do elemento inorgânico no aparelho digestivo do animal, resulta nas exigências dietéticas do mineral (Coelho da Silva, 1995).

Objetivou-se determinar as exigências em macrominerais de bovinos anelorados, em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf, suplementados com quantidades crescentes de concentrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa, entre os dias 04/07/2005 e 06/04/2006.

Foram utilizados 24 novilhos zebuínos, não castrados, com idade e pesos médio iniciais de 07 meses e 180 kg ($s = 48,09$), respectivamente. Estes animais seguiram um protocolo de abates dividido em quatro etapas, com o objetivo de determinar a composição corporal e o PCVZ dos animais nas diferentes idades e faixas de peso corporal (PC). A composição corporal obtida em cada abate foi utilizada para estimar a composição corporal inicial dos animais dos abates imediatamente subseqüentes.

Após o início do experimento, dia 14/07/2005, em plena estação seca, foram abatidos dois animais, com idade e peso médio de 07 meses e 180 kg.

No segundo abate, realizado no dia 10/10/2005, no início da fase de transição seca-águas, foram abatidos três animais, com peso médio de 180 kg, devido à presença de um animal muito leve (145 kg e oito meses de idade). Os outros dois animais encontravam-se com 205 e 180 kg e 09 meses de idade.

No terceiro abate, realizado no dia 10/01/2006 em pleno período das águas, foram abatidos outros três animais, com idade e pesos médios de 15 meses e 305 kg.

Durante os abates, todos os constituintes do corpo (órgãos, vísceras, sangue, couro, cabeça, membros) foram pesados e amostrados para

determinação do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal dos animais, em diferentes faixas de peso.

Os dados referentes ao terceiro abate foram utilizados para a estimativa da composição corporal inicial dos dezesseis animais que permaneceram no experimento.

Os dezesseis animais restantes apresentavam idade média de 14 meses e 316 kg ($s = 59,74$), sendo divididos em quatro lotes de quatro animais, seguindo um delineamento inteiramente casualizado. Cada lote recebeu um dos quatro seguintes tratamentos experimentais: mistura mineral (SAL); e suplemento na base de 0,75; 1,50 e 2,25 kg/animal/dia.

A composição percentual do suplemento, sua composição bromatológica assim como a composição bromatológica da extrusa de *B. decumbens* encontra-se na Tabela 1 do segundo capítulo desta publicação. O suplemento fornecido em diferentes quantidades apresentou 33% de PB. Todos os animais receberam, de forma irrestrita, a mistura mineral.

A área experimental destinada aos animais foi constituída de quatro piquetes de 2,0 ha cada, formados com *Brachiaria decumbens* Stapf., providos de bebedouros e comedouros de madeira, cobertos, com acesso simultâneo por ambos os lados. Visando minimizar a influência da possível variação na disponibilidade de matéria seca de pasto, os animais permaneceram em cada piquete por sete dias, período após o qual procedeu-se ao rodízio entre os piquetes.

Todos os animais foram submetidos a um ensaio de digestão a pasto, por um período de dez dias, sendo os sete primeiros dias destinados à adaptação dos animais e à estabilização do fluxo dos indicadores conforme descrito por (Titgemeyer et al., 2001).

Para avaliar a composição bromatológica da forragem consumida pelos animais, foram utilizados quatro animais fistulados no esôfago, os quais, após jejum alimentar e hídrico de 16 horas, foram conduzidos aos piquetes experimentais para a realização das coletas de extrusa. As coletas foram realizadas às 7:00 horas da manhã do quinto dia do ensaio de digestão, utilizando-

se bolsas coletoras com fundo telado, adaptadas em torno da fístula esofágica. Após 40 minutos de pastejo, as bolsas foram retiradas e as amostras pesadas.

Para estimar a excreção de MS fecal (EF), utilizou-se o indicador externo óxido crômico, segundo recomendações de Smith & Reid (1955), o qual foi aplicado em dose única diária (10 g/animal) acondicionado em cartucho de papel e introduzido com o auxílio de um aplicador, diretamente no esôfago dos animais, durante nove dias consecutivos. Após sete dias de adaptação, foram coletadas amostras de fezes dos animais no oitavo (16h00), nono (12h00) e décimo (8h00) dias. O cálculo da EF foi realizado através da razão entre a quantidade de indicador fornecido e sua concentração nas fezes, segundo a equação:

$$EF = (CrFornecido / CrFezes) \times 100$$

onde: *CrFornecido* – quantidade de cromo fornecida (g) e *CrFezes* – concentração do indicador nas fezes (%).

O consumo voluntário de matéria seca (CMS) foi estimado utilizando-se como indicador interno a FDA indigestível (FDAi), obtida após 264 horas de incubação *in situ* (Casali et al., 2008), por intermédio da equação:

$$CMS = \{[(EF \times \%FDAiFezes) - FDAiSuplemento] \div FDAiForragem\} + CMSS$$

onde: FDAi presente no suplemento (kg/dia); FDAi na forragem (kg/kg) e CMSS - consumo de MS de suplemento (kg/dia).

Para determinação do consumo individual de suplemento (CMSS) foi utilizado o dióxido de titânio na quantidade média de 10 g/animal, misturados ao suplemento imediatamente antes do fornecimento, segundo procedimento descrito por Valadares Filho et al. (2006), seguindo o mesmo esquema de coletas de fezes descrito para o oxido crômico, através da equação:

$$CMSS = (EF \times TiOFezes) \div TiOSuplemento$$

onde: TiOFezes e TiOSuplemento – referem-se à concentração de dióxido de titânio nas fezes e no suplemento, respectivamente.

Após a coleta, as amostras de extrusa e fezes foram secas em estufa, com ventilação forçada, a 65°C por 72 horas, processadas em moinho tipo Willey (1,0 mm) e posteriormente submetidas às análises laboratoriais, de acordo com

técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002) com exceção das determinações de FDN e FDA que seguiram os métodos descritos por Mertens (2002) e Van Soest & Robertson (1985).

O último abate foi realizado nos dias 27/03, 29/03, 03/04 e 05/04/2006 de forma escalonada, após 76, 78, 83 e 85 dias, sendo abatidos quatro animais por vez, um de cada tratamento. No momento do abate, os animais estavam com média de 17 meses de idade e 378 kg ($s = 57,62$).

Antes do abate, todos os animais foram submetidos a um jejum de 16 horas, para obtenção do peso corporal em jejum (PCJ).

Após o abate, o trato gastrointestinal de cada animal foi pesado, esvaziado e lavado, sendo seu peso somado ao dos órgãos e demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e sangue) para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ). A relação obtida entre o PCVZ e o PC dos animais, em cada abate, foi utilizada para estimativa do PCVZ dos animais que permaneceram no experimento. Dentro de cada tratamento, foram sorteados dois animais para representá-lo, dos quais foram retiradas amostras da cabeça e de um membro anterior e outro posterior, para separação física de tecido mole, ossos e couro.

As amostras de sangue foram coletadas imediatamente após a secção da veia jugular dos animais, acondicionadas em recipiente de vidro e deixadas em estufa com ventilação forçada a 60°C por 72 horas. As amostras de carne industrial, fígado, coração, rins, baço, pulmões, língua, rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, mesentério, gordura interna, aparas e cauda foram agrupadas, processadas e homogeneizadas integralmente em um Cutter de 65 litros, de onde foi retirada uma amostra que representou os órgãos e vísceras.

A carcaça de cada animal foi dividida em duas metades, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a -2,5°C por aproximadamente 18 horas. Decorrido esse tempo, as carcaças direitas de oito animais, dois por tratamento, foram retiradas da câmara fria e totalmente dissecadas, procedendo-se à separação em músculos, gordura e ossos, que foram posteriormente

pesados. A composição corporal dos outros oito animais foi estimada através dos percentuais de músculo, gordura e ossos das carcaças dissecadas.

O tecido muscular e o tecido adiposo foram moídos e tecido ósseo serrado em partes menores. Foi retirada uma amostra representativa de cada componente. Após a moagem das amostras frescas, estas foram processadas conforme procedimento descrito por Paulino et al. (2004), para obtenção da matéria seca gordurosa (MSG) e posteriormente da matéria seca pré-desengordurada (MSD). Em seguida, as amostras foram processadas em moinho de bola, para posteriores quantificações dos teores de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K), conforme recomendações de Silva & Queiroz (2002).

A solução mineral para determinação dos macroelementos minerais foi preparada por via úmida. Após as devidas diluições, o teor de P foi determinado por colorimetria, os de Ca e Mg em espectrofotômetro de absorção atômica, e os de Na e K em espectrofotômetro de chama.

Utilizando os dados referentes aos abates inicial, intermediários e final puderam-se calcular os conteúdos de macroelementos minerais retidos no corpo dos animais nas diferentes faixas de PC, por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo de cálcio, fósforo, magnésio, sódio ou potássio, em função do logaritmo do PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$$Y = a + bx + e_{ij},$$

Em que:

Y = logaritmo do conteúdo total do macroelemento inorgânico retido no corpo vazio; a = constante; b = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo do macroelemento inorgânico, em função do logaritmo do PCVZ; X = logaritmo do PCVZ e e_{ij} = erro aleatório.

Derivando-se as equações de predição dos conteúdos corporais foram obtidas as exigências líquidas dos macrominerais (Ca, P, Mg, K e Na) por kg de ganho de PCVZ, a partir de equação do tipo:

$$Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$$

Em que: Y' = exigências dos macromelementos inorgânicos; a e b = intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição das exigências líquidas dos macromelementos minerais; e X = PCVZ (kg).

Para estimar as exigências de manutenção de cada macromelemento mineral e, posteriormente, somá-las às exigências para ganho, no intuito de se obter as exigências dietéticas totais, foram adaptadas as recomendações do ARC (1980) e do NRC (2000) para as perdas endógenas de Ca, P, Mg, Na e K e a biodisponibilidade destes elementos nos alimentos, segundo o ARC (1980) e o NRC (2000), conforme pode ser visualizado na Tabela 2.

Tabela 2 - Perdas endógenas totais e biodisponibilidade de Ca, P, Mg, Na e K nos alimentos

Elemento	Perdas endógenas totais	Biodisponibilidade (%)
Ca	15,4 mg/kg PC ¹	50 ¹
P	16,0 mg/kg PC ¹	68 ¹
Mg	3,0 mg/kg PC ¹	17 ²
Na	6,8 mg/kg PC ¹	91 ²
K	Fecal – 2,6 g/kg MS consumida ²	100 ²
	Urinária – 37,5 mg/kg PC ²	
	Salivar – 0,7 g/100 kg PC ²	
	Através da pele – 1,1 g/dia ²	

¹Dados obtidos do NRC (2000); ²Dados obtidos do ARC (1980).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação obtida para a estimativa do PCVZ a partir do PC dos animais do presente trabalho foi: $PCVZ = PC \times 0,8997$, valor próximo àquele recomendado pelo NRC (2000) de 0,891 e Valadares Filho et al. (2006a) de 0,8960, embora essas relações tenham sido obtidas para animais em confinamento. Quando se comparam as relações obtidas nesse trabalho, com aquelas disponíveis com animais em pastejo, nota-se que os dados deste trabalho são superiores aos encontrados por Zervoudakis et al. (2002), Fregadolli (2005) e Moraes (2006) que relataram valores de 85,75; 87,46 e 88,77 respectivamente, para animais em pastejo.

Para conversão das exigências para ganho de PCVZ (GPCVZ) em exigências para ganho de peso corporal (GPC), foi obtida a seguinte relação: $GPCVZ = 0,930 \times GPC$, praticamente igual àquela recomendada por Valadares Filho et al. (2006a) de 0,933.

Os coeficientes de determinação (r^2) das equações de regressão do logaritmo do conteúdo de Ca, P, Mg, Na e K no corpo vazio, em função do logaritmo do PCVZ (kg), de modo geral, mostraram bom ajustamento das equações aos dados (Tabela 3).

Tabela 3 – Parâmetros das equações de regressão do logaritmo do conteúdo (kg) de Ca, P, Mg, Na e K no corpo vazio, em função do logaritmo do PCVZ (kg) de bovinos anelados sob pastejo

Macromineral	Parâmetros		r^2
	Intercepto (a)	Coefficiente (b)	
Ca	-0,9922	0,6876	0,80
P	-1,3989	0,7168	0,85
Mg	-3,6365	0,9173	0,92
Na	-2,7918	1,0319	0,97
K	-2,8869	1,0437	0,97

$$PCVZ = PC \times 0,8997$$

À medida que o peso corporal dos animais aumentou, verificou-se que a exigência líquida de minerais reduziu, com exceção para Na e K (Tabela 4). O decréscimo dos requisitos de Ca, P e Mg, são coerentes com vários relatos na literatura, entre eles os de Fontes (1995), em análise de vários trabalhos; Paulino et al. (1999), com zebuínos; e Ferreira et al. (1998), com novilhos F1 Simental x Nelore.

Tabela 4 - Exigências líquidas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na), em g por kg de ganho de peso do corpo vazio (g/kg GPCVZ), de bovinos anelorados, em função do peso corporal (PC)

PC (kg)	Exigências líquidas				
	Ca	P	Mg	Na	K
150	15,127	7,132	0,141	1,949	1,678
200	13,827	6,574	0,138	1,966	1,699
250	12,896	6,171	0,135	1,981	1,716
300	12,182	5,861	0,133	1,992	1,729
350	11,609	5,610	0,132	2,002	1,741
400	11,135	5,402	0,130	2,010	1,751

$$PCVZ = PC \times 0,8997$$

O AFRC (1991) também observou redução nas concentrações corporais de Ca e P por kg de ganho com a elevação do peso corporal, cuja justificativa seria o aumento no teor de gordura corporal, já discutido anteriormente, e concomitante redução na proporção de ossos verificada com o aumento do peso e da idade dos animais. A redução na proporção de ossos no corpo do animal induz queda nas concentrações de Ca e P, já que os ossos contêm cerca de 99% do Ca e de 80% do P corporais.

As exigências líquidas de Ca, para um animal de 400 kg de PC, foram de 11,13 g. Este valor é bastante próximo ao de 11,95 g reportados pelo BR-Corte (Valadares Filho et al., 2006a), para o mesmo PC. Em relação ao P, os requisitos líquidos de um animal pesando 400 kg (5,40 g) foram próximos do relatado por Fontes (1995), de 6,87 para animais não-castrados, do BR-Corte, 6,30g e de Ferreira et al. (1998), 4,37g.

Utilizando-se o modelo matemático do AFRC (1991), para um bovino de 400 kg de PC, e considerando o peso à maturidade de 500 kg, os requerimentos líquidos por kg de ganhos estimados para Ca e P são de 10,3 e 6,1g, respectivamente.

As exigências líquidas de Mg (g/kg de PCVZ), verificadas no presente trabalho (0,130 g), foram muito inferiores ao valor admitido pelo BR-Corte de

0,340g e aqueles reportados em grande parte da literatura nacional, a exemplo dos trabalhos de Vêras et al. (2001), 0,210g; Ferreira et al. (1998), 0,280g; Silva et al. (2002), 0,320g; Paulino et al. (1999), 0,227g e Paulino et al. (2004), 0,250g. Em adição, o ARC (1980) admite requerimento líquido de Mg constante de 0,45 g/kg de PCVZ, independentemente do peso do animal, valor bastante superior ao encontrado neste estudo.

Contrariando o comportamento apresentado pela maioria dos trabalhos publicados na área de exigências de minerais de bovinos de corte no Brasil, as exigências líquidas de sódio e potássio aumentaram com o aumento do peso corporal dos animais. Não foram encontradas na literatura consultada explicações biológicas para esse comportamento. Como a variação nas exigências desses minerais é pequena, o ARC (1980) preconiza requerimentos líquidos fixos de Na e K de 1,50 e 2,0 g/kg de GPCVZ.

As exigências líquidas encontradas no presente trabalho para animais com PC de 250 e 400 kg foram, respectivamente, de 1,98 e 2,01 g/kg de GPCVZ para o sódio e de 1,72 e 1,75 g/kg de GPCVZ para potássio.

Fontes (1995) estimou as exigências líquidas de potássio, variando de 1,76 a 1,87 g por kg de PCVZ, para animais não-castrados e com PC de 300 a 500 kg.

A partir dos coeficientes médios de absorção verdadeira recomendados pelo NRC (2000) para Ca e P e pelo ARC (1980) para Mg, K e Na (Tabela 2) e das estimativas das exigências líquidas para ganho (Tabela 3), foram estimados os requisitos dietéticos de Ca, P, Mg, Na e K, por kg de ganho de PCVZ (Tabela 5). Aplicando-se o fator 0,93 encontrado neste trabalho, pode-se calcular as exigências líquidas para ganho de peso corporal (GPC).

Tabela 5 - Exigências dietéticas para ganho de peso, de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na), em g/kg de ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), de bovinos anelados, em função do peso corporal (PC)

PC (kg)	Exigências dietéticas para ganho de peso				
	Ca	P	Mg	Na	K
150	30,25	10,49	0,83	2,14	1,68
200	27,65	9,67	0,81	2,16	1,70
250	25,79	9,08	0,80	2,18	1,72
300	24,36	8,62	0,78	2,19	1,73
350	23,22	8,25	0,77	2,20	1,74
400	22,27	7,94	0,77	2,21	1,75

$$PCVZ = PC \times 0,8997; GPCVZ = GPC \times 0,93$$

Para determinação do consumo de matéria seca (CMS) dos animais deste experimento, em determinado peso corporal (PC) e faixa de ganho de peso (GMD), foi gerada a seguinte equação, a partir dos dados experimentais:

$$CMS \text{ (kg/dia)} = - 1,80 + 0,0113 PC + 6,40 GMD - 1,15 GMD^2 \text{ (R}^2 = 0,83)$$

Com base nessa equação e tomando-se como exemplo um animal com 350 kg de PC, ganhando 1,0 kg/dia, temos um consumo de MS de 7,40 kg/dia. Portanto, para um animal de 350 kg de peso corporal ganhar 1,0 kg/dia, mantido em condições de pastejo, é necessário que a dieta total apresente 0,46% de Ca e 0,22% de P na MS da dieta (Tabela 6).

As exigências dietéticas de cálcio para ganho, de um animal com peso corporal de 250 ou 400 kg ganhando 1,0 kg/dia, obtidas neste trabalho (25,79 e 22,27 g, respectivamente), estão próximas às preditas pelo NRC (2000), que cita valores de 25 e 19 g/dia; aos valores reportados pelo BR-Corte, 26,53 e 23,90 g; por Silva et al. (2002), 23,84 e 21,49 e os relatos de Moraes (2006), 25,95 e 23,09 g, trabalhando com animais sob pastejo.

As exigências dietéticas totais de fósforo para ganho de peso, determinadas neste experimento para animais de 250 e 400 kg (9,08 e 7,94 g) foram muito próximas das recomendadas pelo NRC (2000), 10 e 8 g, para a variação de PC citada anteriormente. Também foram muito próximas das recomendações do BR-Corte, 10,37 e 9,26g e dos valores reportados por Moraes (2006), com animais sob pastejo, de 10,24 e 8,68g.

Na Tabela 6, são apresentadas as exigências dietéticas totais (manutenção + ganho de 1 kg PCVZ) dos macromelementos minerais estudados. Percebe-se que, ao contrário do verificado para as exigências para ganho, as exigências dietéticas totais elevaram-se com o aumento do PC dos animais, uma vez que as exigências de manutenção, que são em função do PC, estão embutidas dentro das exigências totais.

Tabela 6 - Exigências dietéticas totais (manutenção + ganho de 1 kg de PC) de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na), expressas em g/dia e em % da MS, em função do peso corporal (PC)

PC (kg)	Exigência dietética total									
	Ca		P		Mg		Na		K	
	g/dia	%MS ¹	g/dia	%MS	g/dia	%MS	g/dia	%MS	g/dia	%MS
150	34,87	0,68	14,02	0,27	3,48	0,07	3,28	0,06	22,74	0,44
200	33,81	0,59	14,37	0,25	4,34	0,08	3,67	0,06	26,42	0,46
250	33,49	0,53	14,96	0,24	5,21	0,08	4,05	0,06	30,09	0,48
300	33,60	0,49	15,68	0,23	6,08	0,09	4,43	0,06	33,77	0,49
350	34,00	0,46	16,49	0,22	6,95	0,09	4,81	0,06	37,44	0,51
400	34,59	0,43	17,36	0,22	7,82	0,10	5,19	0,07	41,11	0,52

$$PCVZ = PC * 0,8997; 1 \setminus CMS (kg/dia) = - 1,80 + 0,0113 \times PC + 6,40 \times GMD - 1,15 \times GMD^2$$

Observou-se que as exigências dietéticas totais de Ca e P para um animal de 400 kg de PC e ganho diário de 1,0 kg foram, respectivamente, de 34,59 e 17,36 g/dia. O NRC (2000) estima exigências dietéticas totais de 31,0 e 18,0 g/dia, respectivamente, para Ca e P, para o animal descrito acima. Adicionalmente, o BR-Corte estima as exigências dietéticas totais de cálcio e fósforo, para o animal em questão, 400kg com ganho de 1,0 kg, em 36,22 e 18,67g/dia.

Paulino et al. (2004) trabalhando com animais zebuínos, determinaram as exigências dietéticas totais de Ca e P, para um animal de 400 kg, ganhando 1,0 kg/dia, e encontraram valores muito próximos (33,32 e 16,84 g/dia, respectivamente) aos reportados no presente trabalho.

Os dados experimentais mostraram que para um bovino de 400 kg de PC, ganhando 1,0 kg/dia, as exigências dietéticas totais de Mg, Na e K seriam, respectivamente, de 7,82, 5,19 e 41,11 g/dia (Tabela 6). Segundo o ARC (1980) para o bovino em questão, as exigências dietéticas totais de Mg, Na e K seriam, respectivamente, de 9,50; 4,64 e 43,38 g/dia. O BR-Corte sugere utilizar os valores 9,06, 4,26 e 44,42 g/dia como exigências dietéticas totais de Mg, Na e K, para um bovino de 400 kg de PC, ganhando 1,0 kg/dia.

Para as condições dos rebanhos de gado de corte criados no Brasil, o BR-Corte sugere que as exigências dietéticas totais seriam de 0,41; 0,21; 0,10; 0,05 e 0,50% da MS total da dieta, respectivamente, para Ca, P, Mg, Na e K. Observando-se a Tabela 6, nota-se que os valores do presente estudo são muito próximos às recomendações do BR-Corte para macroelementos minerais em condições brasileiras.

CONCLUSÃO

As exigências em macrominerais de bovinos de corte suplementados a pasto foram semelhantes às aquelas recomendadas pelo BR-Corte para bovinos confinados.

LITERATURA CITADA

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle**. 6.ed. Nutrition Abstract and Reviews (Series B). Wallingford: 1991. p.573-612.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.V. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- COELHO DA SILVA, J.F. Exigências de macromelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.467-504.
- CONRAD, J.H.; MACDOWELL, L.R.; ELLIS, G.L. et al. 1985. **Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais**. Trad. de Valéria Pacheco Euclides. Campo Grande, MS, EMBRAPA - CNPGC, 90p.
- DAYRELL, M.S. Suplementação mineral para vacas de leite de alta produção. In: MINI-SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL. NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE GADO LEITEIRO, 9., 1993, Valinhos. **Anais...** Campinas: C.B.N.A, 1993. p.71-81.
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; MUNIZ, E.B. et al. Composição corporal e exigências líquidas de macromelementos minerais de bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.361-367, 1998.
- FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.419-455.
- FREGADOLLI, F.L. **Composição corporal e exigências nutricionais de novilhos de três grupos genéticos em pastejo**. Jaboticabal, SP. UNESP, 2005, 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2005.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**. v.85, n.6, p.1212-1240, 2002.
- MORAES, E.H.B.K. **Desempenho e exigências de energia, proteína e minerais de bovinos de corte em pastejo, submetidos a diferentes estratégias de**

- suplementação.** Viçosa, MG. UFV, 2006, 151p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7. rev. ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 2000. 242p.
- PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Composição corporal e exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.627-633, 1999.
- PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências nutricionais de zebuínos. Energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.781-791, 2004.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Composição corporal e requisitos líquidos e dietéticos de macroelementos minerais de bovinos nelore não castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.757-764, 2002.
- SMITH, A.M.; REID, J.T. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of a pasture herbage by grazing cows. **Journal of Dairy Science**, v.38, n.5, p.515-524, 1955.
- TITGEMEYER, E.C.; ARMENDARIZ, C. K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**. v. 79, p.1059-1063, 2001.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P. V. R.; DETMANN, E. et al. Exigências nutricionais de zebuínos no Brasil. I. Energia. In: VALADARES FILHO; S.C.; PAULINO; P.V.R.; MAGALHÃES; K.A. (Org.). **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos. BR-Corte.** 1 ed. São Geraldo: Suprema Gráfica Ltda., 2006a, p. 57-73.
- VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. et al. **Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo.** In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C. Anais do Simpósio da 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. João Pessoa: SBZ: UFPB, 2006b, v. 35, p. 291-322.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods.** Ithaca: Cornell University, 202p, 1985.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Composição corporal e requisitos líquidos e dietéticos de macroelementos minerais de bovinos Nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1106-1111, 2001.
- ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia de novilhos suplementados no período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.530-537, 2002.

RESUMO E CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos nesta Dissertação, destacam-se como principais conclusões e implicações:

1. Níveis crescentes de suplementação concentrada influenciam positivamente o desempenho produtivo de bovinos recriados sob pastejo durante o período de transição seca-águas.
2. O consumo de matéria seca por bovinos em fase de recria não é influenciado pela suplementação concentrada, dentro dos níveis testados neste experimento.
3. A digestibilidade dos nutrientes é influenciada linearmente pelo aumento do nível de suplementação.
4. Os níveis de amônia ruminal são influenciados significativamente pelo aumento da inclusão de concentrados contendo uréia na dieta de bovinos de corte recriados sob pastejo.
5. Níveis crescentes de suplementação concentrada influenciam positivamente o desempenho produtivo de animais zebuínos terminados sob pastejo.
6. O consumo de matéria seca por bovinos terminados sob pastejo não é influenciado pela suplementação concentrada, dentro dos níveis testados neste experimento.
7. A digestibilidade dos nutrientes é influenciada linearmente pelo aumento do nível de suplementação.

8. As características ruminais, pH e amônia, são influenciadas significativamente pelo aumento da inclusão de concentrados na dieta de bovinos de corte terminados sob pastejo, contudo, estes se mantiveram sempre acima dos níveis considerados na literatura como desfavoráveis.
9. As exigências diárias de energia líquida para manutenção de bovinos zebuínos sob pastejo, foi de 82,4 kcal/PCVZ^{0,75} ou 76,12 kcal/PC^{0,75}.
10. Recomenda-se estimar as exigências líquidas de energia para ganho de peso de zebuínos sob pastejo, pela equação: $ELg = 0,0416 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,1499}$ ($R^2 = 81,34$).
11. A eficiência de utilização da EM para manutenção de zebuínos sob pastejo é de 55% e para ganho de 29%.
12. As exigências líquidas de proteína para ganho de peso de animais zebuínos não-castrados, sob pastejo, decrescem à medida que o peso corporal ou a energia retida aumentam, podendo ser estimadas, para animais com até 350 kg de peso corporal, a partir da equação: $PR (g/dia) = -26,2946 + 247,4853 \times GPCVZ - 24,8436 \times ER$.
13. As exigências em macrominerais de bovinos de corte suplementados a pasto foram semelhantes às aquelas recomendadas pelo BR-Corte para bovinos confinados.

APÊNDICE

Tabela 1 - Número do animal, tratamento, peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF), peso do corpo vazio inicial (PCVZI) e peso do corpo vazio final (PCVZF) de bovinos anelorados sob pastejo

Nº animal	Tratamento	PVI (kg)	PVF (kg)	PCVZI (kg)	PCVZF (kg)
4041	REF AB1	190,0	190,0	168,18	168,18
4080	REF AB1	160,0	160,0	131,06	131,059
4079	REF AB2	205,0	205,0	167,21	167,21
4071	REF AB2	180,0	180,0	140,04	140,04
4092	REF AB2	150,0	150,0	124,45	124,45
4018	REF AB3	313,0	313,0	257,38	257,38
4061	REF AB3	284,0	284,0	238,59	238,59
4020	REF AB3	305,0	305,0	247,70	247,70
4077	MANT	234,0	242,5	194,23	193,33
4023	MANT	405,0	393,0	336,18	335,51
4062	MANT	226,0	243,0	187,59	202,67
4032	MANT	334,5	322,0	277,66	268,08
4050	SAL	368,0	422,0	305,46	345,69
4011	SAL	353,0	386,0	293,01	313,34
4038	SAL	360,0	422,0	298,82	327,41
4089	SAL	233,0	269,0	193,40	214,89
4004	0,75	389,0	429,0	322,89	349,42
4085	0,75	261,0	322,0	216,65	259,42
4043	0,75	285,0	330,0	236,57	271,12
4052	0,75	325,0	384,0	269,77	325,67
4049	1,50	358,0	412,5	297,16	341,37
4014	1,50	409,0	484,0	339,50	405,49
4058	1,50	235,0	297,0	195,06	244,97
4065	1,50	305,0	369,5	253,17	309,86
4013	2,25	322,0	385,0	267,28	335,10
4033	2,25	370,0	447,0	307,12	377,82
4051	2,25	285,0	350,0	236,57	276,04
4055	2,25	278,0	342,5	230,76	292,57

Tabela 2 - Número do animal, tratamento, peso do corpo vazio final (PCVZF) e conteúdos corporais de gordura, proteína e energia de bovinos anelados sob pastejo

Nº animal	Tratamento	Proteína (kg)	Gordura (kg)	Energia (Mcal)
4041	REF AB1	32,23	16,94	340,94
4080	REF AB1	26,28	11,01	251,64
4079	REF AB2	31,22	16,20	328,32
4071	REF AB2	27,76	12,13	270,57
4092	REF AB2	21,88	10,78	224,69
4018	REF AB3	51,74	22,84	506,32
4061	REF AB3	46,96	18,62	439,79
4020	REF AB3	47,02	22,01	471,98
4077	MANT	39,29	11,14	326,21
4023	MANT	67,65	21,32	581,88
4062	MANT	38,27	12,74	335,57
4032	MANT	50,40	18,58	458,79
4050	SAL	64,33	35,84	699,54
4011	SAL	58,20	29,79	608,07
4038	SAL	61,09	29,40	620,77
4089	SAL	39,52	19,58	406,85
4004	0,75	67,95	32,49	688,41
4085	0,75	49,57	22,69	492,78
4043	0,75	51,81	25,28	529,73
4052	0,75	59,79	34,84	664,51
4049	1,50	62,83	41,82	747,18
4014	1,50	75,92	43,15	833,48
4058	1,50	43,80	31,18	539,93
4065	1,50	57,91	33,06	637,21
4013	2,25	62,89	35,15	684,91
4033	2,25	71,51	38,39	763,98
4051	2,25	50,81	31,56	583,00
4055	2,25	53,43	33,89	619,70

Tabela 3 - Número do animal, tratamento, unidade de tamanho metabólico (UTM), dias de pastejo (DP), consumo de energia metabolizável por UTM (CEM/UTM), energia retida (ER) e produção de calor (PC) bovinos anelados sob pastejo

Nº animal	Tratamento	UTM ¹	DP	CEM/UTM ²	ER ³	PC ⁴
4041	REF AB1	46,70	88	-	-	-
4080	REF AB1	38,73	88	-	-	-
4079	REF AB2	46,50	92	-	-	-
4071	REF AB2	40,71	92	-	-	-
4092	REF AB2	37,26	92	-	-	-
4018	REF AB3	64,26	81	-	-	-
4061	REF AB3	60,71	81	-	-	-
4020	REF AB3	62,44	81	-	-	-
4077	MANT	51,85	81	147,646	-10,43	158,07
4023	MANT	78,39	81	119,768	-9,23	129,00
4062	MANT	53,71	81	138,698	-5,17	143,86
4032	MANT	66,25	81	121,339	-12,91	134,25
4050	SAL	80,17	81	199,460	18,93	180,53
4011	SAL	74,48	81	166,544	8,46	158,08
4038	SAL	76,97	81	198,330	8,53	189,80
4089	SAL	56,12	81	150,405	8,77	141,64
4004	0,75	80,82	81	183,919	11,51	172,41
4085	0,75	64,64	81	236,632	16,30	220,33
4043	0,75	66,82	81	172,114	15,34	156,78
4052	0,75	76,66	81	204,863	25,93	178,94
4049	1,50	79,42	81	223,346	29,58	193,76
4014	1,50	90,36	81	210,321	27,18	183,14
4058	1,50	61,92	81	261,040	36,37	224,67
4065	1,50	73,85	81	219,535	27,82	191,72
4013	2,25	78,32	81	254,360	30,00	224,36
4033	2,25	85,70	81	283,802	27,73	256,07
4051	2,25	67,72	81	240,552	25,49	215,06
4055	2,25	70,74	81	235,569	34,16	201,40

¹PCVZ^{0,75}; ²kcal; ³kcal/kg^{0,75}; ⁴kcal

Tabela 4 - Número do animal, tratamento e conteúdos corporais de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) de bovinos zebuínos sob pastejo

Nº animal	Tratamento	Ca (kg)	P (kg)	Mg (kg)	Na (kg)	K (kg)
4041	REF AB1	3,210	1,502	0,021	0,294	0,260
4080	REF AB1	3,197	1,465	0,022	0,249	0,200
4079	REF AB2	2,931	1,333	0,025	0,279	0,264
4071	REF AB2	3,333	1,467	0,024	0,299	0,240
4092	REF AB2	2,699	1,178	0,020	0,234	0,218
4018	REF AB3	4,067	2,093	0,034	0,535	0,473
4061	REF AB3	3,911	1,990	0,030	0,471	0,365
4020	REF AB3	5,412	2,590	0,042	0,524	0,428
4050	SAL	5,916	2,611	0,049	0,604	0,572
4011	SAL	4,680	2,158	0,045	0,583	0,506
4038	SAL	5,450	2,490	0,049	0,624	0,532
4089	SAL	4,747	2,103	0,034	0,396	0,338
4004	0,75	6,233	2,783	0,051	0,627	0,587
4085	0,75	5,453	2,376	0,040	0,479	0,438
4043	0,75	5,479	2,458	0,040	0,551	0,443
4052	0,75	5,843	2,609	0,045	0,643	0,541
4049	1,5	5,252	2,538	0,050	0,670	0,541
4014	1,5	5,636	2,691	0,057	0,802	0,656
4058	1,5	3,465	1,646	0,029	0,453	0,382
4065	1,5	4,709	2,238	0,043	0,600	0,503
4013	2,25	5,833	2,785	0,053	0,666	0,625
4033	2,25	6,666	3,153	0,059	0,775	0,744
4051	2,25	4,941	2,155	0,038	0,553	0,449
4055	2,25	5,125	2,236	0,041	0,609	0,460