

## Exigências Nutricionais de Zebuínos: Minerais<sup>1</sup>

Pedro Veiga Rodrigues Paulino<sup>2</sup>, Marcos Antônio Lana Costa<sup>3</sup>, Sebastião de Campos Valadares Filho<sup>4</sup>, Mário Fonseca Paulino<sup>4</sup>, Rilene Ferreira Diniz Valadares<sup>5</sup>, Karla Alves Magalhães<sup>2</sup>, Marlos Oliveira Porto<sup>6</sup>, Carlos Eduardo Sverzut Baroni<sup>7</sup>

**RESUMO** - Com o objetivo de determinar as exigências dos macroelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) de zebuínos, foi conduzido um experimento no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, utilizando-se 16 novilhos castrados, com peso vivo médio inicial de 270 kg, mantidos em confinamento. Quatro animais foram abatidos, após o período de adaptação, para servirem como referência, e os doze restantes foram distribuídos em três tratamentos com diferentes níveis de concentrado nas dietas (5, 35 e 65%), na base da matéria seca (MS) total, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As dietas foram formuladas de forma a serem isoprotéicas. O volumoso foi constituído de pré-secado de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*) e de capim-tifton 85 (*Cynodon sp.*). Os conteúdos de macroelementos minerais retidos no corpo foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal dos macroelementos minerais, em função do logaritmo do peso de corpo vazio (PCVZ). As exigências líquidas dos macroelementos minerais, para ganho de 1 kg de PCVZ, foram obtidas utilizando-se a equação  $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$ , sendo a e b o intercepto e o coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de cada macroelemento mineral considerado. Verificou-se diminuição nas concentrações de todos os macroelementos minerais estudados, no corpo vazio e no ganho de corpo vazio, com a elevação do peso vivo. As relações obtidas para g Ca/100g de proteína retida e g P/100 g de proteína retida foram, respectivamente, 10,92 e 5,26.

Palavras-chave: exigências, macrominerais, zebuínos

## Nutritional Requirements of Zebu Cattle: Minerals

**ABSTRACT** - With the objective to determine the macrominerals (Ca, P, Mg, Na, K) requirements of zebu cattle, a trial involving sixteen zebu steers with initial live weight of 270 kg was conducted. Four steers were slaughtered after the adaptation period of the trial, performing the reference group, and the remaining were uniformly allotted to a complete randomized design, in three treatments, with different levels of concentrate in the diets (5, 35, 65 %, in the total dry matter basis). The diets were formulated to be isoproteic. The roughage used was *Brachiaria brizantha* and *Cynodon sp.* haylage. The macrominerals contents retained in the body were estimated by regression equations of the logarithm of the macrominerals contents in the body, in function of the logarithm of the empty body weight (EBW). By deriving the prediction equations of macrominerals body content, in function of the logarithm of EBW, it was obtained the net macrominerals requirements for gain of 1 kg EBW, through the equation  $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$ , being "a" and "b" intercept and the regression coefficient, respectively, of the prediction equations of macrominerals contents in the body. It was observed a decrease in the concentrations of all the macromineral studied in the empty body and in the gain of empty body as the live weight increased. The relationships obtained for g Ca/100g of retained protein and g P/100 g of retained protein were 10.92 and 5.26, respectively.

Key Words: requirements, macrominerals, zebu cattle

### Introdução

Os macroelementos minerais, embora estejam presentes em menor proporção no corpo animal, desempenham funções vitais no organismo e suas deficiências acarretam alterações nutricionais graves, levando o animal a apresentar desempenho

produtivo e reprodutivo aquém de seu potencial. Os macrominerais mais importantes quantitativamente são cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio e suas distribuições no corpo animal são variáveis. O cálcio, o fósforo e o magnésio estão presentes mais intensamente nos ossos, sendo que 99% do cálcio, 80% do fósforo e 70% do magnésio corporal estão presentes

<sup>1</sup> Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada à UFV.

<sup>2</sup> Estudante de Doutorado DZO/UFV, Viçosa, MG (pveiga@vicosa.ufv.br; kmagalhães@vicosa.ufv.br).

<sup>3</sup> Zootecnista, M.Sc. REHAGRO (marcos@rehagro.com.br).

<sup>4</sup> Professores do DZO/UFV, Viçosa, MG. (scvfilho@ufv.br; mpaulino@ufv.br).

<sup>5</sup> Professora do DVT/UFV, Viçosa, MG (rilene@ufv.br).

<sup>6</sup> Graduando em Medicina Veterinária UFV, bolsista de iniciação científica PIBIC/CNPq.

<sup>7</sup> Graduando em Zootecnia - UFV.

no esqueleto (AFRC, 1991; Coelho da Silva, 1995; NRC, 1996). Já o potássio e o sódio estão presentes, principalmente, nos fluidos intra e extracelulares, respectivamente.

As exigências totais de cada macroelemento mineral correspondem à soma das exigências para manutenção e para produção, sendo o método fatorial o mais utilizado para fins de predição dos requisitos dos minerais para bovinos (ARC, 1980). Dividindo-se a exigência líquida pelo coeficiente de absorção do elemento inorgânico no trato digestivo do animal, chega-se à exigência dietética desse elemento mineral. As exigências de manutenção são relativas às necessidades do mineral para atender as perdas inevitáveis do corpo, também chamadas de “secreções” endógenas. Já as exigências para produção correspondem à quantidade de cada mineral depositada no corpo animal. Essa retenção de minerais no corpo depende, obviamente, da composição do ganho, sendo que maiores deposições de gordura estão associadas a menores deposições de minerais, visto que o conteúdo de minerais no tecido adiposo é inferior ao conteúdo nos demais tecidos. Portanto, os mesmos fatores que afetam a deposição de gordura no ganho também afetarão o depósito de minerais, destacando-se sexo, grupo genético, idade e peso. Dessa maneira, animais castrados apresentam menores exigências de minerais que animais inteiros (Fontes, 1995).

Fatores inerentes aos alimentos ou às dietas, como as frações orgânicas ou inorgânicas do mineral em certo alimento, a disponibilidade e a forma química desse elemento nos ingredientes da dieta, e ao animal, como nível de produção e nutrição prévia, juntamente com aspectos relacionados às inter-relações (antagonismos e agonismos) entre os minerais também influenciam os requerimentos de minerais (Coelho da Silva & Leão, 1979).

O NRC (1996) estima os requerimentos líquidos de cálcio (Ca) e fósforo (P) para ganho de peso, a partir do ganho diário de proteína ou proteína retida, que por sua vez é estimada a partir do peso vivo em jejum do animal e da energia retida. Dessa forma, adotando as equações de predição apresentadas pelo NRC (1996), estima-se exigências líquidas diárias de 13,5 e 8,5 g de Ca e 7,5 e 4,8 g de P para animais de 200 e 450 kg de peso vivo (PV) ganhando 1 kg de PV por dia.

De acordo com esse sistema, as exigências de manutenção para o cálcio são calculadas como 15,4 mg Ca/kg de PV e para o fósforo, como 16 mg de P/kg de PV. Em relação ao magnésio, as exigências de

manutenção são de 3 mg de Mg/kg de PV e como requisito dietético para animais em crescimento e terminação recomenda-se 0,1% de Mg na matéria seca (MS) total da dieta. Para o potássio e o sódio, respectivamente, as exigências dietéticas são de 0,6 e 0,06-0,08% na MS da dieta.

As exigências de manutenção de fósforo referem-se às perdas fecais e urinárias desse elemento, sendo a perda através da urina praticamente desprezível em ruminantes. Dessa forma, a perda fecal é o principal componente associado à exigência de manutenção de fósforo para os bovinos. Embora o NRC (1996) expresse as exigências de manutenção de P em função do peso vivo, sistemas mais recentes de nutrição de ruminantes estabelecem que os requisitos de P para manutenção estão mais intimamente ligados à quantidade de MS ingerida (Ternouth, 1989; NRC, 2001). Considera-se como exigência de manutenção para animais em crescimento, o valor de 0,8 g de P/kg de MS consumida (NRC, 2001).

Embora a relação volumoso:concentrado da dieta possa afetar a secreção de saliva (Scott et al., 1984), diretamente ligada à reciclagem de P, nenhum sistema nutricional atesta que as exigências de P variam em função dessa relação. As recomendações são baseadas no consumo de MS total, e não no consumo de volumoso e concentrado separadamente. Apesar de a quantidade de P reciclada via saliva poder apresentar uma magnitude de cerca de 2 a 3 vezes além da quantidade de P ingerida (Scott et al., 1984), o ruminante apresenta uma homeostase muito eficiente do metabolismo desse mineral. Dessa forma, a porcentagem de concentrado em uma dieta por si só não tem efeito pronunciado sobre as exigências líquidas desse elemento para manutenção, mas sim para ganho, já que a relação volumoso:concentrado afeta a composição química do ganho.

Lana et al. (1992), trabalhando com animais zebuínos castrados, encontraram exigências líquidas de Ca, P, Mg, Na e K, respectivamente, de 6,67; 5,34; 0,21; 0,58 e 1,15 g/kg PV/dia para animais pesando 400 kg, correspondentes às exigências dietéticas totais de 19,04; 17,48; 8,29; 3,63 e 42,93 g/dia, considerando perdas endógenas e eficiências de absorção preconizadas pelo ARC (1980). Para converter as exigências líquidas em exigências dietéticas, é preciso conhecer, portanto, o coeficiente de absorção do mineral considerado. O NRC (1996) recomenda valores médios para o Ca e P de 50 e 68%, respectivamente, e uma faixa de absorção para o Mg variando de 10 a 37%, não apresentando valores para

o sódio e o potássio. O ARC (1980) relata coeficientes de absorção de 91 e 100%, para sódio e potássio, respectivamente. No Brasil, de acordo com Silva et al. (2002), são escassos os trabalhos de pesquisa sobre perdas endógenas de minerais em ruminantes; os poucos trabalhos desenvolvidos têm encontrado valores muito variáveis e desuniformes e diferentes daqueles preconizados por diferentes sistemas de determinação de exigências de bovinos de corte.

Os trabalhos de determinação das exigências de macrominerais de bovinos zebuínos no Brasil, mais ainda de animais castrados, são ainda pouco representativos, gerando a necessidade de desenvolvimento de mais pesquisas na área. Dessa forma, objetivou-se determinar as exigências líquidas e dietéticas de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio de novilhos anelados castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado na dieta.

### Material e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG. Foram utilizados 16 novilhos anelados, castrados, de 24 meses de idade e peso vivo médio inicial de 270 kg. Desses 16 animais, quatro foram abatidos após o período de adaptação de 14 dias, em que todos os animais receberam a mesma dieta, a fim de servirem como referência nos estudos posteriores. Como os animais provinham da mesma propriedade, onde eram submetidos a manejo nutricional idêntico, o período de adaptação não se estendeu além dos 14 dias. Os 12 novilhos restantes foram pesados e distribuídos em três tratamentos, com três níveis de concentrado nas dietas (5, 35 e 65%), na base da MS, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. O volumoso foi composto de pré-secado de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*), utilizado por 72 dias, sendo substituído nos 30 dias restantes do experimento pelo pré-secado de capim-tifton 85 (*Cynodon sp.*). As rações foram balanceadas de forma a serem isoprotéicas. A composição bromatológica das dietas experimentais, quando o volumoso era o pré-secado de braquiária, o que ocorreu durante grande parte do experimento, encontra-se na Tabela 1.

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma vez ao dia, e ajustados de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água perma-

nentemente à disposição dos animais. Os animais foram pesados no início do experimento e, posteriormente, a cada 28 dias, sendo as pesagens sempre precedidas por jejum alimentar de 16 horas. O abate foi efetuado de forma escalonada, com os animais do grupo manutenção e os dos tratamentos com 5, 35 e 65% de concentrado nas dietas abatidos, respectivamente, após 84, 109, 104 e 102 dias de confinamento. Não houve um critério técnico específico que justificasse o abate escalonado dos animais, porém consideraram-se fatores operacionais em termos de utilização da infra-estrutura e da mão-de-obra disponíveis quando da execução do trabalho de campo.

Após o abate, o trato gastrointestinal de cada animal foi pesado, esvaziado, lavado e seu peso, após escorrer a água de lavagem, foi somado ao dos órgãos e das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e sangue) para determinação do PCVZ (peso de corpo vazio). A relação obtida entre o PCVZ e o peso vivo (PV) dos animais referência foi utilizada para estimativa do PCVZ inicial dos animais que permaneceram no experimento. Foi sorteado um único animal, aleatoriamente dentro de cada tratamento, para representá-lo, do qual foram retiradas amostras da cabeça e de um membro anterior e outro posterior, para posteriores separações físicas de músculos, gordura, ossos e couro. A composição

Tabela 1 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais

Table 1 - Average contents of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), total carbohydrates (TCHO), neutral detergent fiber (NDF), non fiber carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients (TDN)

Ítems Items	Níveis de concentrado na dieta (%) Concentrate level in the diet (%)		
	5	35	65
MS (DM) (%)	32,07	49,94	67,23
MO (OM) <sup>1</sup>	91,06	92,58	93,81
PB (CP) <sup>1</sup>	15,53	14,99	14,81
EE <sup>1</sup>	1,80	2,21	2,69
CHOT (TCHO) <sup>1</sup>	73,73	75,38	76,40
FDN (NDF) <sup>1</sup>	67,00	51,11	34,61
CNF (NFC) <sup>1</sup>	11,70	24,27	41,79
NDT (TDN) <sup>2</sup> (%)	63,83	68,41	72,41

<sup>1</sup> % na matéria seca (% in dry matter).

<sup>2</sup> Costa (2002).

física e química dos pés e da cabeça do animal sorteado dentro de cada tratamento foi extrapolada para os demais animais do mesmo tratamento.

As amostras de sangue de todos os animais foram colhidas imediatamente após o abate, acondicionadas em recipiente de vidro e levadas à estufa de ventilação forçada, a 55-60°C, durante 48 a 72 horas, para determinação do teor de matéria seca (MS). Em seguida, foram processadas em moinho de bola e acondicionadas em recipientes apropriados, para posteriores análises dos macroelementos minerais, conforme Silva & Queiroz (2002).

A carcaça de cada animal foi dividida em duas metades, que foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a -5°C, durante aproximadamente 18 horas. Decorrido esse tempo, a carcaça direita foi retirada da câmara fria e totalmente dissecada, procedendo-se à separação dos componentes músculo, gordura e ossos, que foram, posteriormente, pesados. O músculo e a gordura foram moídos e os ossos, serrados. Foi retirada uma amostra representativa de cada componente, para determinação direta dos teores de minerais da carcaça. As amostras de rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, gordura interna, mesentério, fígado, coração, rins, pulmões, língua, baço, carne industrial e aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor) foram agrupadas de forma proporcional e compuseram a amostra de órgãos + vísceras.

Com exceção das amostras de sangue, as amostras compostas de órgãos + vísceras (200 g), de músculo e de gordura da carcaça (200 g cada amostra), após moídas, e as de couro (100 g), de ossos da carcaça, da cabeça e dos membros (200 g cada), e da cauda (100 g), após seccionadas, foram acondicionadas em vidros com capacidade de 500 mL e levadas à estufa a 105°C, por um período de 48 a 96 horas, dependendo da amostra, para determinação da matéria seca gordurosa (MSG).

Posteriormente, as amostras foram submetidas a lavagens sucessivas com éter de petróleo, obtendo-se a matéria seca pré-desengordurada (MSPD). Em seguida, as amostras foram processadas em moinho de bola, para posteriores determinações de minerais, conforme Silva & Queiroz (2002).

Os conteúdos observados dos macroelementos minerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio) na carcaça foram determinados em função das concentrações percentuais destes nas amostras dos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da

carcaça direita. Já os conteúdos corporais de macroelementos minerais foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos e nas vísceras, no couro, no sangue, na cauda, na cabeça, nos pés e nas amostras dos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da carcaça direita. Ou seja, agrupando-se todos os tecidos corporais e seus respectivos teores de minerais, calculou-se a quantidade de cada mineral retido no corpo vazio.

Os conteúdos dos macroelementos minerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio) retidos no corpo dos animais de cada tratamento, e para todos os tratamentos em conjunto, foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo de cálcio, fósforo, magnésio, potássio, ou sódio 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;  $e_{ij}$  = erro aleatório.

Para cada tratamento, as equações foram construídas adicionando-se os valores relativos aos animais referência.

Derivando-se as equações de predição dos conteúdos corporais dos macroelementos minerais, em função do logaritmo do PCVZ, 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 macroelementos inorgânicos; a e b = intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição das exigências líquidas dos macroelementos minerais; e X = PCVZ (kg).

Para estimar as exigências de manutenção de cada macroelemento mineral e, posteriormente, somá-las às exigências para ganho, no intuito de se obter as exigências dietéticas totais, foram adaptadas às recomendações do ARC (1980) e do NRC (1996) para as perdas endógenas de Ca, P, Mg, K e Na e a biodisponibilidade destes elementos nos alimentos,



segundo o ARC (1980) e o NRC (1996), conforme pode ser visualizado na Tabela 2. Os valores listados nessa tabela foram utilizados para o cálculo das exigências dietéticas totais dos macroelementos minerais estudados.

Para a conversão do PV em PCVZ, dentro do intervalo de pesos incluído no trabalho, calculou-se a relação entre o PCVZ e o PV dos 12 animais mantidos no experimento. Para conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV, utilizou-se o fator obtido a partir dos dados experimentais.

As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total, extrato etéreo (EE), cinzas e fibra em detergente neutro (FDN) foram realizadas conforme técnicas descritas por 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.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão,

utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1998). As comparações entre as equações de regressão dos parâmetros avaliados para cada tratamento foram realizadas de acordo com a metodologia recomendada por Regazzi (1996), para testar identidade de modelos.

## Resultados e Discussão

A relação obtida para a estimativa do PCVZ, a partir do PV dos animais do presente trabalho, foi:  $PCVZ = PV \times 0,8956$ , valor próximo àquele recomendado pelo NRC (1996) de 0,891.

Para conversão das exigências para ganho de PCVZ (GPCVZ) em exigências para ganho de peso vivo (GPV), foi obtida a seguinte relação:  $GPCVZ = 0,90 \times GPV$ . Assim, nas condições deste trabalho, para se obterem os requisitos líquidos para ganho de 1 kg de PV, deve-se multiplicar os requisitos para ganho de 1 kg de PCVZ pelo fator 0,90.

Na Tabela 3, são apresentados os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) no corpo vazio, em função do logaritmo

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

Table 2 - Total endogenous losses and Ca, P, Mg, K and Na bioavailability in the feeds

Elemento <i>Element</i>	Perdas endógenas totais <i>Total endogenous losses</i>	Biodisponibilidade (%) <i>Bioavailability (%)</i>
Ca	15,4 mg/kg PV <sup>1</sup> 15.4 mg/kg LW <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>
P	16,0 mg/kg PV <sup>1</sup> 16.0 mg/kg LW <sup>1</sup>	68 <sup>1</sup>
Mg	3,0 mg/kg PV <sup>1</sup> 3.0 mg/kg LW <sup>1</sup>	17 <sup>2</sup>
	Fecal – 2,6 g/kg MS consumida <sup>2,3</sup> <i>Fecal – 2.6 g/kg DM intake<sup>2,3</sup></i>	
	Urinária – 37,5 mg/kg PV <sup>2</sup> <i>Urinary – 37.5 mg/kg LW<sup>2</sup></i>	
K	Salivar – 0,7 g/100 kg PV <sup>2</sup> <i>Saliva – .7 g/100 kg LW<sup>2</sup></i> Através da pele – 1,1 g/dia <sup>2</sup> <i>Through skin – 1.1 g/d<sup>2</sup></i>	100 <sup>2</sup>
Na	6,8 mg/kg PV <sup>1</sup> 6.8 mg/kg LW <sup>1</sup>	91 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dados obtidos do NRC (1996) (*Data from NRC, 1996*).

<sup>2</sup> Dados obtidos do ARC (1980) (*Data from ARC, 1980*).

<sup>3</sup> Considerando consumo de MS de 2,3% do peso vivo (PV) - consumo médio observado neste trabalho (*Considering DM intake of 2.3% of live weight (LW) - average intake observed in this trial*).

do peso do corpo vazio (PCVZ), obtidos para cada nível de concentrado nas dietas e para todos os tratamentos em conjunto. Como o teste de identidade de modelos, aplicado às equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal dos elementos minerais, em função do logaritmo do PCVZ, para os três níveis de concentrado na dieta, não indicou diferença entre os tratamentos, foram consideradas as equações relativas aos dados em conjunto.

Observa-se que as equações se ajustaram razoavelmente aos dados referentes aos conteúdos de magnésio e sódio, enquanto, para os demais macrominerais, os coeficientes de determinação das equações de regressão foram mais baixos. Esse comportamento também foi notado nos trabalhos de Paulino et al. (1999) e Vêras et al. (2001), além de ter sido relatado por Fontes (1995), em compilação de dados de vários trabalhos sobre exigências nutricionais conduzidos no Brasil. Possíveis explicações baseiam-se no fato de os minerais participarem em quantidades relativamente pequenas na composição do corpo vazio como um todo, visto que os animais do presente trabalho se encontravam em fase de terminação, com deposição bastante significativa de gordura e crescimento ósseo praticamente nulo, situação em que os acúmulos, principalmente de cálcio e fósforo, são muito baixos (Coelho da Silva, 1995).

Os conteúdos corporais de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na), por kg de PCVZ e as exigências líquidas destes macroelementos minerais, por kg de ganho de PCVZ encontram-se apresentados nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

Os resultados indicam que, tanto o conteúdo corporal, em g/kg de PCVZ, quanto as exigências líquidas, em g/kg GPCVZ, de todos os macrominerais estudados, diminuíram com o aumento do peso vivo. Como discutido anteriormente, à medida que o peso dos animais aumentou, houve decréscimo da participação do tecido ósseo no corpo vazio seguido de concomitante acréscimo da do tecido adiposo. Como o tecido ósseo é o que apresenta os maiores teores de minerais, principalmente de Ca, P e Mg e a gordura não apresenta quantidades significativas dos mesmos (Coelho da Silva, 1995), já era esperado este comportamento. Diversos autores também observaram tendência semelhante (Lana et al., 1992; Paulino et al., 1999; Vêras et al., 2001; Silva et al., 2002; Veloso et al., 2002).

O conteúdo corporal de cálcio variou de 15,57 a 14,29 g/kg de PCVZ, quando o PV passou de 250

para 400 kg, valores bem próximos ao conteúdo fixo de 14 g/kg de PCVZ apresentado pelo ARC (1980). Lana et al. (1992), trabalhando com animais zebuínos castrados, para a mesma variação de PV, encontraram conteúdos corporais de cálcio de 20,12 e 15,21 g/kg

Tabela 3 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (kg) de bovinos anelados, e os respectivos coeficientes de determinação ( $r^2$ ), para os diferentes níveis de concentrado (NC) na ração e em conjunto (CONJ)

Table 3 - Parameters of the logarithm regression equations of calcium, phosphorus, magnesium, potassium and sodium (kg), in the empty body, as a function of the empty body logarithm (kg) of Nelore steers, and respective coefficients of determination ( $r^2$ ), for the different concentrate levels (CL) in the diet, and in overall

NC (%) CL (%)	Parâmetros Parameters		
	Intercepto (a) Intercept	Coefficiente (b) Slope	$r^2$
		Cálcio (kg) Calcium	
5	-2,4818	1,2901	0,76
35	-1,0912	0,6936	0,44
65	-1,3021	0,7774	0,57
Conjunto Overall	-1,3769	0,8167	0,51
		Fósforo (kg) Phosphorus	
5	-2,2899	1,0877	0,73
35	-1,5118	0,7508	0,50
65	-1,3669	0,6897	0,69
Conjunto Overall	-1,5459	0,7688	0,58
		Magnésio (kg) Magnesium	
5	-3,2485	0,9162	0,84
35	-2,9582	0,7896	0,78
65	-2,8108	0,7270	0,84
Conjunto Overall	-2,9227	0,7762	0,80
		Potássio (kg) Potassium	
5	-0,8293	0,2385	0,37
35	-1,172	0,3820	0,36
65	-1,1526	0,3746	0,55
Conjunto Overall	-1,1000	0,3521	0,43
		Sódio (kg) Sodium	
5	-1,8736	0,6108	0,86
35	-1,6617	0,5192	0,82
65	-1,3658	0,3924	0,74
Conjunto Overall	-1,5468	0,4711	0,75

de PCVZ, um pouco superiores aos observados no presente trabalho. Os requerimentos líquidos de cálcio para o ganho de 1 kg de PCVZ variaram de 12,72 a 11,67 g, quando o PV passou de 250 para 400 kg. Estes valores são, respectivamente, 24 e 38% superiores aos encontrados por Lana et al. (1992), para bovinos castrados de cinco grupos raciais, para a mesma variação no peso vivo. Vale ressaltar que a composição mineral da carcaça no trabalho de Lana (1991) foi obtida mediante a análise da seção HH, enquanto, no presente trabalho, foi analisada a carcaça como um todo, fato que pode explicar essa variação notada nos dados de exigências de cálcio entre os dois estudos. O ARC (1980) recomendava exigência fixa de cálcio de 14 g/kg de GPCVZ, que só seria válida se os tecidos muscular, ósseo e adiposo aumentassem na mesma proporção, à medida que o peso do animal se elevasse, fato que, como já reconhecido por importantes sistemas de nutrição de ruminantes (AFRC, 1991; NRC, 1996) e demonstrado por vários autores (Lana et al., 1992; Paulino et al., 1999; Silva et al., 2002), não ocorre.

O AFRC (1991), para animais com peso vivo de 250 e 400 kg, respectivamente, sugeriu valores de exigências líquidas diárias de cálcio de 13,3 e 11,9 g, valores próximos aos encontrados neste trabalho. Os requisitos líquidos de cálcio para ganho de 1 kg de PV, obtidos neste trabalho para um animal de 400 kg (11,67 g), foram superiores aos obtidos por vários outros autores, como Paulino et al. (1999), de 8,63 g; Vêras et al. (2001), de 8,18 g; e Silva et al. (2002), de 11,19 g, todos trabalhando com animais Zebu inteiros. Estes resultados, portanto, não eram esperados, uma vez que animais inteiros depositam menos gordura que animais castrados e a tendência normal seria de que as exigências de cálcio apresentadas por esses

autores fossem superiores às encontradas neste trabalho. Isto pode ser explicado pelo fato de as análises químicas deste trabalho terem sido determinadas diretamente pela análise de todos os tecidos corporais, inclusive da carcaça, não adotando a seção HH para predição da sua composição química. Conforme encontrado por Paulino et al. (2003), a seção HH subestimou o teor de cálcio da carcaça em 13,34% o que, obviamente, reflete no teor de cálcio no corpo vazio como um todo. Desta forma, se as exigências tivessem sido calculadas por meio dos resultados de composição corporal fornecidos pela análise da seção HH, resultariam em valores inferiores aos aqui apresentados.

Em relação ao fósforo, seu conteúdo corporal variou de 8,14 a 7,30 g/kg de PCVZ, enquanto as exigências líquidas, em g/kg de GPCVZ, variaram de 6,26 a 5,62, quando o peso vivo aumentou de 250 para 400 kg. Os resultados de exigências líquidas encontrados para um animal de 400 kg estão bem próximos aos relatados por Lana et al. (1992), de 5,82 g, e Fontes (1995), de 5,39 g. Como tendência normal, essas exigências são inferiores àquelas encontradas por Fontes (1995), Vêras et al. (2001) e Silva et al. (2002), respectivamente, de 6,87; 7,53 e 8,31 g, para animais Zebu inteiros. Estes resultados demonstram que a utilização da seção HH para predição do teor de P na carcaça e, conseqüentemente no corpo vazio, não apresenta vícios consideráveis, como observado para o cálcio, de acordo com Paulino et al. (2003). O ARC (1980), o AFRC (1991) e o NRC (1996) sugeriram, para animais com peso vivo de 400 kg, ganhando 1 kg/dia e com peso à maturidade de 450 kg, requerimentos líquidos de fósforo de, respectivamente, 5,45; 5,96 e 8,0 g, valores próximos aos encontrados neste trabalho.

Utilizando-se as exigências líquidas de proteína

Tabela 4 - Estimativa dos conteúdos de Ca, P, Mg, K e Na (g/kg PCVZ) no peso do corpo vazio de bovinos anelados, em função do peso vivo (PV)

Table 4 - Estimates of the Ca, P, Mg, K and Na contents (g/kg EBW) in the empty body weight of Nelore steers, as a function of the live weight (LW)

	Ca	P	Mg	K	Na
PV (kg)	(g/kg PCVZ)	(g/kg PCVZ)	(g/kg PCVZ)	(g/kg PCVZ)	(g/kg PCVZ)
LW (kg)	Ca (g/kg EBW)	P (g/kg EBW)	Mg (g/kg EBW)	K (g/kg EBW)	Na (g/kg EBW)
250	15,57	8,14	0,36	2,38	1,62
300	15,06	7,81	0,30	2,12	1,47
350	14,64	7,53	0,25	1,92	1,36
400	14,29	7,30	0,22	1,76	1,27

$$PCVZ = PV \cdot 0,8956 \quad (EBW = LW \cdot 0,8956).$$

obtidas por Paulino (dados não publicados) para um animal pesando 400 kg, e as respectivas exigências líquidas de Ca e P obtidas no presente trabalho, obtêm-se as relações g Ca/100 g de proteína retida de 10,92 e 5,26, respectivamente. Tais relações são superiores às recomendadas pelo NRC (1996), respectivamente, de 7,10 e 3,90, para Ca e P. Diferenças em relação aos valores de exigências líquidas de proteína obtidas para os animais do presente trabalho (Paulino, dados não publicados) em relação àquelas preconizadas pelo NRC (1996) explicam a não paridade dos dados das relações g Ca e de P/100 g de proteína retida observada acima.

As exigências líquidas de magnésio encontradas no presente trabalho variaram de 0,28 a 0,25 g/kg de PCVZ, para PV de 250 a 400 kg. Resultados semelhantes foram encontrados por Lana et al. (1992), para animais zebuínos castrados, que apresentaram exigências líquidas de Mg de 0,29 e 0,23 g/kg PCVZ para PV de, respectivamente, 250 e 400 kg. Fontes (1995), compilando dados de vários experimentos conduzidos no Brasil para bovinos castrados, encontrou exigências líquidas de Mg (por kg de GPCVZ) de 0,25 e 0,21, para animais pesando 250 e 400 kg, respectivamente. 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.

Para sódio e potássio, as exigências líquidas encontradas para animais com peso vivo de 250 e 400 kg foram, respectivamente, de 0,76 e 0,60 g/kg de GPCVZ para o Na e de 0,84 e 0,62 g/kg de GPCVZ para o K.

O ARC (1980) preconiza requerimentos líquidos fixos de Na e K de 1,50 e 2,0 g/kg de GPCVZ. Lana et al. (1992) encontraram, para o mesmo tipo de animal citado acima, valores próximos para o Na (0,80 e 0,63 g/kg GPCVZ) e superiores para o K (1,42 e 1,21 g/kg de GPCZ). Fontes (1995), em compilação de vários trabalhos, relatou valores de exigências líquidas de Na e K, para animais castrados com 250 e 400 kg de peso, variando de 1,22 a 0,58 e 1,35 a 1,20 g/kg de GPCVZ, respectivamente.

A partir dos coeficientes médios de absorção verdadeira, recomendados pelo NRC (1996) para Ca e P (50 e 68%, respectivamente) e pelo ARC (1980) para Mg, K e Na (17, 100 e 91%, respectivamente) e das estimativas das exigências líquidas para ganho, foram estimados os requisitos dietéticos de Ca, P, Mg, K e Na, por kg de ganho de PV, aplicando o fator 0,90, encontrado neste trabalho, para corrigir a exigência líquida para GPCVZ em exigência para GPV. Os valores de exigências dietéticas, para ganho de peso, dos macroelementos minerais são apresentados na Tabela 6.

As exigências dietéticas de cálcio para ganho, de um animal com peso vivo de 250 ou 400 kg e ganhando 1 kg de PV por dia, obtidas neste trabalho (22,89 e 21,00 g, respectivamente), estão próximas às preditas pelo NRC (1996), que cita valores de 25 e 19 g/dia. Já as exigências de fósforo determinadas neste experimento foram um pouco inferiores àquelas recomendadas pelo NRC (1996) para a variação de PV citada anteriormente.

Na Tabela 7, são apresentadas as exigências dietéticas totais (manutenção + ganho de 1 kg PV) dos macroelementos minerais estudados. Percebe-se que, ao contrário do verificado para exigência para ganho, as exigências dietéticas totais elevaram-se com o aumento do PV dos animais, uma vez que as exigências de manutenção, que são função do PV, estão embutidas dentro das exigências totais.

O NRC (1996) cita valores de exigências dietéticas totais de cálcio (manutenção + 1 kg de ganho de peso vivo) para um novilho de 400 kg, de 31 g/dia, exigência próxima à encontrada neste trabalho, de 33,32 g, para o mesmo tipo de animal. Para o fósforo, o referido sistema recomenda uma exigência total de 18 g/dia, valor um pouco superior aos 16,84 g obtidos para os animais do presente trabalho. Em termos de exigências dietéticas totais de magnésio, sódio e potássio, o NRC (1996) adota valores de 0,10; 0,06-0,08 e 0,60% da MS total, respectivamente. As

Tabela 5 - 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 anelados, em função do peso vivo (PV)

Table 5 - Net requirements of Ca, P, Mg, K and Na, in g/kg empty body weight gain (g/kg EBWG) of Nelore steers, as a function of the live weight (LW)

PV (kg) LW (kg)	Exigências líquidas Net requirements				
	Ca	P	Mg	K	Na
250	12,72	6,26	0,28	0,84	0,76
300	12,30	6,00	0,27	0,75	0,69
350	11,96	5,79	0,26	0,68	0,64
400	11,67	5,62	0,25	0,62	0,60

PCVZ = PV \* 0,8956 (EBW = LW \* ,8956).



exigências dietéticas totais de magnésio encontradas neste trabalho são idênticas às preconizadas pelo NRC (1996), enquanto as de Na e K apresentaram valores inferiores em relação aos estabelecidos pelo NRC (1996). Silva Sobrinho (1984), trabalhando com animais Nelore, Holandês e cruzados Holandês x Zebu, castrados, não observou diferença na taxa de deposição dos principais macrominerais entre os grupos genéticos e encontrou exigências dietéticas diárias, para um animal de 400 kg e ganhando 1 kg por dia, de 41,3; 25,7; 11,8; 4,6 e 30,1 g, respectivamente, para cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio. Observa-se que as exigências dietéticas encontradas por esse autor, para todos os minerais, com exceção do K, foram superiores às encontradas neste trabalho.

Como os valores de perdas endógenas e os coeficientes de absorção empregados no dois trabalhos foram semelhantes para os minerais Na, K e Mg a comparação acima é possível. Entretanto, para o cálcio e o fósforo, Silva Sobrinho (1984) adotou perdas endógenas de 15,7 e 12 mg/kg de PV, respectivamente, valores diferentes daqueles adotados neste trabalho. Da mesma forma, os coeficientes de absorção empregados para o cálcio e fósforo (50 e 68%, respectivamente) também diferiram, enquanto Silva Sobrinho (1984) adotou os valores de 68 e 58%. Portanto, as diferenças observadas entre as exigências dietéticas totais destes dois elementos podem, na verdade, representar diferenças em termos de exigências líquidas. Para um animal de 400 kg de PV

Tabela 6 - 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 vivo (GPV), de bovinos anelados, em função do peso vivo (PV)  
 Table 6 - Dietary requirements for weight gain, of Ca, P, Mg, K and Na, in g/kg of live weight gain (LWG) of Nelore steers, as a function of live weight (LW)

PV (kg) LW (kg)	Exigência dietética para ganho de peso (g/kg GPV) Dietary requirements for weight gain (g/kg LWG)				
	Ca	P	Mg	K	Na
250	22,89	8,29	1,46	0,76	0,76
300	22,14	7,94	1,41	0,67	0,69
350	21,52	7,67	1,36	0,61	0,63
400	21,00	7,43	1,32	0,56	0,59

$$PCVZ = PV * 0,8956 \text{ (EBW} = LW * .8956\text{)}.$$

Tabela 7 - Exigências dietéticas totais (manutenção + ganho de 1 kg de PV) de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na), expressas em g/dia e em % da MS para um consumo de 2,3% do PV<sup>1</sup>, de bovinos anelados, em função do peso vivo (PV)  
 Table 7 - Total dietary requirements (maintenance + 1 kg LW) of Ca, P, Mg, K and Na, in g/d and % DM, for an intake of 2.3 % of live weight (LW), of Nelore steers, as a function of live weight

	Exigência dietética total <sup>1</sup> Total dietary requirement <sup>1</sup>									
	Ca		P		Mg		K		Na	
PV (kg)	g/dia	% MS	g/dia	% MS	g/dia	% MS	g/dia	% MS	g/dia	% MS
LW (kg)	g/d	% DM	g/d	% DM	g/d	% DM	g/d	% DM	g/d	% DM
250	30,59	0,53	14,17	0,25	5,88	0,10	27,93	0,49	2,62	0,046
300	31,38	0,45	15,00	0,22	6,70	0,10	33,06	0,48	2,93	0,042
350	32,30	0,40	15,90	0,20	7,53	0,09	38,21	0,47	3,25	0,040
400	33,32	0,36	16,84	0,18	8,38	0,09	43,38	0,47	3,58	0,039

$$PCVZ = PV * 0,8956 \text{ (EBW} = LW * .8956\text{)}.$$

<sup>1</sup> Consumo médio de MS encontrado no presente trabalho (Average dry matter intake observed in this trial).

ganhando 1 kg por dia, Silva Sobrinho (1984) encontrou exigências líquidas de Ca e P de, respectivamente, 21,8 e 20,9 g/dia, valores superiores aos encontrados no presente trabalho.

Também utilizando animais castrados, todos com algum grau de sangue zebu, Lana et al. (1992) encontraram requisitos dietéticos diários totais, considerando-se um animal de 400 kg e com ganho diário de 1 kg, de Ca, P, Mg, Na e K, respectivamente, de 19,04; 17,48; 8,29; 3,63 e 42,93 g. Somente o requisito de cálcio diferiu mais acentuadamente, quando comparado com os dados obtidos neste trabalho, enquanto os valores de exigências para os demais minerais foram bastantes próximos. Conforme discutido, os valores de perdas endógenas e dos coeficientes de absorção para cálcio e fósforo entre este trabalho e o de Lana et al. (1992) diferem, fazendo com que a comparação entre as exigências dietéticas não seja conclusiva. Quando se consideram os valores de exigências líquidas para ganho de peso destes dois minerais, para um animal de 400 kg de PV e ganhando 1 kg por dia, observa-se que os valores encontrados por Lana et al. (1992), respectivamente, de 6,67 e 4,80 g/dia, são inferiores aos aqui apresentados (Tabela 5). Percebe-se, portanto, que possíveis variações entre as estimativas dos coeficientes de absorção e das perdas endógenas empregados em trabalhos distintos podem comprometer a comparação das exigências dietéticas totais de determinado mineral entre esses trabalhos, sendo necessário investigar possíveis diferenças de exigências líquidas. Tal procedimento facilita a visualização de possíveis divergências, em termos de exigências dietéticas totais dos minerais, encontradas em trabalhos diferentes.

O consumo de matéria seca considerado para o cálculo das exigências dietéticas totais foi de 2,3% do PV, consumo médio observado no presente estudo. Porém, ao considerar a relação entre o consumo de matéria seca, expresso em porcentagem do peso vivo, e o peso vivo médio dos animais do presente trabalho, nota-se, de acordo com a Figura 1, que esta relação foi linear decrescente, ou seja, à medida que o peso vivo aumentou a capacidade de consumo dos animais diminuiu, tendência também observada por Silva et al. (2002) e Veloso et al. (2002). Considerando-se a equação de regressão presente na Figura 1 e tomando-se como base um animal com 350 kg de peso vivo (PV), obter-se-ia um consumo de matéria seca, em porcentagem do peso vivo, de 2,21%. Se

este mesmo cálculo for efetuado utilizando-se a equação desenvolvida por Silva et al. (2002), encontra-se consumo médio de 2,14% do PV, valor apenas 3% inferior ao obtido neste estudo. Considerando um animal mais pesado (450 kg de PV), os consumos seriam, respectivamente, de 1,71 e 1,86% do PV, valores também bastante próximos.

De acordo com Forbes (1995) a porcentagem de gordura corporal, que, geralmente, é maior em pesos maiores, afeta a ingestão de alimentos, pois quanto mais gordo é o animal menor é o seu consumo, já que maior acúmulo de tecido adiposo na região abdominal limita fisicamente a capacidade de acomodar o trato digestivo, minimizando, desta forma, o consumo. Uma razão fisiológica destacada por Sainz (1998) refere-se à atuação do hormônio leptina, secretado pelo tecido adiposo e que atua em nível de hipotálamo, inibindo o consumo. Seguindo esse raciocínio, animais mais pesados apresentam maior acúmulo de tecido adiposo no corpo, o que limita o consumo de matéria seca, tanto física quanto fisiologicamente. Corroborando essa consideração, o NRC (1987) considera que o consumo por unidade de peso metabólico começa a declinar por volta de 350 kg de peso, para um novilho de porte médio, momento em que a deposição de gordura se torna mais pronunciada.

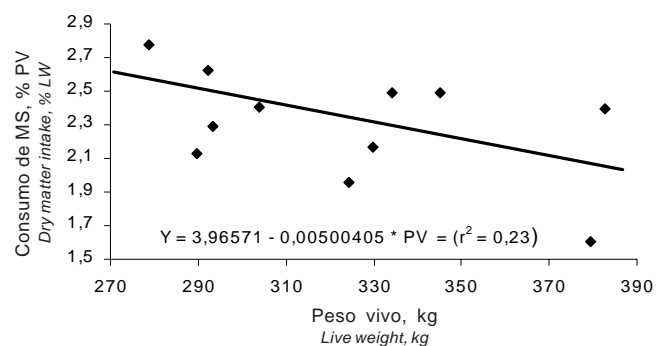


Figura 1 - Estimativa do consumo de matéria seca (MS), expresso em % PV, em função do peso vivo do animal, em kg.

Figure 1 - Dry matter intake estimate (% of the live weight, LW), as a function of the live weight (kg).

## Conclusões

Não houve efeito do percentual de concentrado na dieta sobre o conteúdo corporal dos macroelementos minerais estudados.

Os requisitos líquidos dos cinco macroelementos minerais estudados diminuíram com o aumento do peso vivo dos animais.

As relações g Ca/100 g proteína retida (10,92) e g P/100 g de proteína retida (5,26) foram 35 e 26% superiores às citadas pelo NRC (1996), respectivamente.

## 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: 1980. 351p.
- COELHO DA SILVA, J.F. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.467-504.
- COELHODA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. 1.ed. Piracicaba: Livrocercos, 1979. 380p.
- COSTA, M.A. **Desempenho de novilhos zebuínos e validação das equações do NRC (2001) para prever o valor energético dos alimentos nas condições brasileiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 81p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- 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.
- FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallingford: Biddles Ltda., 1995. 532p.
- LANA, R.P.; FONTES, C.A.A.; PERON, A.J. et al. Composição corporal e do ganho de peso e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K), de novilhos de cinco grupos raciais. 3. Conteúdo corporal e do ganho de peso e exigências de macroelementos minerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.2, p.538-549, 1992.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 2001. 381p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Predicting feed intake of food-producing animals**. Washington, D.C.: 1987. 85p.
- 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, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; COSTA, M.A.L. et al. Validation of the 9-10-11<sup>th</sup> rib section (HH section) as an indirect method for predicting physical and chemical carcass composition of Zebu cattle. In: IX WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION AND XVIII REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO LATINOAMERICANA DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Infovia, 2003. CD-ROM. Ruminant Nutrition.
- REGAZZI, J.A. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.1, p.1-17, 1996.
- SAINZ, R.D. Crescimento compensatório em bovinos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE. 1., 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p.22-38.
- SALVADOR, M. **Exigências de energia e proteína para engorda de novilhos azebuados**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- SCOTT, D.; McLEAN, A.F.; BUCHAN, W. The effect of variation in phosphorus uptake on net intestinal phosphorus absorption, salivary phosphorus secretion and pathway of excretion in sheep fed roughage diets. **Journal of Experimental Physiology**, v.69, p.439-452, 1984.
- 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.
- SILVA SOBRINHO, A.G. **Requerimentos de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para seis grupos genéticos de bovídeos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1984. 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- TERNOUTH, J.H. Endogenous losses of phosphorus by sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.113, p.291-297, 1989.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- VELOSO, C.M.; VALADARES FILHO, S.C.V.; GESUALDI JR., A. et al. Composição corporal e exigências líquidas e dietéticas de macroelementos minerais de bovinos F1 Limousin x Nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1294-1301, 2002.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F. et al. Composição corporal e requisitos líquidos e dietéticos de macroelementos minerais de bovinos Nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3S, p.1106-111, 2001.

Recebido em: 20/11/02

Aceito em: 08/09/03