

Composição Corporal e Requisitos Líquidos e Dietéticos de Macroelementos Minerais de Bovinos Nelore Não-Castrados¹

Fabiano Ferreira da Silva², Sebastião de Campos Valadares Filho³, Luís Carlos Vinhas Ítavo⁴, Cristina Mattos Veloso², Mário Fonseca Paulino³, Paulo Roberto Cecon⁵, Pedro Veiga Rodrigues Paulino⁷, Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes⁷

RESUMO - Foram utilizados 40 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg, sendo quatro novilhos de referência, quatro alimentados para manutenção e o restante distribuído em oito tratamentos, com quatro diferentes níveis de concentrado nas dietas (20, 40, 60 e 80%) e dois níveis de proteína bruta (PB) (15 e 18%). A fase de recria foi avaliada até 360 kg de peso vivo e a fase de engorda, até 450 kg de peso vivo. O volumoso utilizado foi feno de gramínea *Cynodon dactylon* (L) Pears. cultivar Tifton 85. Após o abate, todas as partes do corpo do animal foram pesadas e amostradas. As amostras foram liofilizadas para determinação de matéria seca, pré-desengorduradas com éter e, posteriormente, moidas e determinados os teores de macroelementos minerais. Os conteúdos de proteína, gordura e energia 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). Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal dos macroelementos minerais, em função do logaritmo do PCVZ, foram obtidas as exigências líquidas destes, para ganho de 1 kg de PCVZ, a partir de equação $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, sendo a e b intercepta e o coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais dos macroelementos minerais. Houve diminuição nas concentrações dos cinco macroelementos estudados no corpo vazio e no ganho de corpo vazio, com a elevação do peso vivo. As relações g Ca/100 g de proteína retida e g P/100 g de proteína retida foram iguais a 6,44 e 4,78.

Palavras-chave: exigências, macrominerais, Nelore

Body Composition and Net and Dietary Macrominerals Requirements of Nelore Bulls

ABSTRACT - Forty Nelore bulls, with 240 kg initial live weight (LW), were used. Four were reference bulls, four were fed for maintenance, and the remaining were allotted to eight treatments, with four different concentrate levels in the diets (20, 40, 60, and 80%) and two levels of crude protein (CP) (15 and 18%). The growing phase was evaluated up to 360 kg of LW and the fattening phase, up to 450 kg of LW. *Cynodon dactylon* (L) Pears. (cv Tifton 85) grass hay was used as roughage. After slaughter, all animal body parts were weighed and sampled. The samples were freeze dried to determine the dry matter, pre-degreased with ether, grinded and the concentrations of macrominerals were determined. The Ca, P, Na and Mg contents in the body were determined in function of their concentrations in the several body parts. The macrominerals contents retained in the body were determined by regression equations of the logarithm of the macrominerals contents in the body, in function of the logarithm of empty body weight (EBW). By deriving the prediction equations of macrominerals body content, in function of the logarithm of empty body weight (EBW), the net macrominerals requirements, for gains of 1 kg of EBW, were obtained by means of the equation $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, being "a" and "b" the intercept and the regression coefficient, respectively, of the prediction equations of macrominerals body contents in the body. There was a decrease in the empty body and in the gain of empty body concentrations of the five macrominerals studied, with the increase of the live weight. The g Ca/100 g relations of retained protein and g P/100 g of retained protein were 6.44 and 4.78, respectively.

Key Words: macrominerals, Nelore, requirements

Introdução

Os requisitos nutricionais de macroelementos minerais são, geralmente, estimados pelo método fatorial (ARC, 1980), o qual se baseia nas quantidades líquidas depositadas no corpo do animal para atender

o crescimento, a engorda e a gestação, além daquelas necessárias para a produção de leite e o crescimento de lã. Às exigências líquidas de crescimento são acrescidas as quantidades necessárias para atender as perdas inevitáveis do corpo, ou seja, as secreções endógenas, que são conhecidas como exigências

¹ Parte da tese de Doutorado em Zootecnia apresentada pelo primeiro autor à UFV. Financiada pela FAPEMIG.

² Professor do curso de Zootecnia - UESB - Pc. Primavera, 40 - Itapetinga, BA 45700-000. E.mail: ffsilva@uesb.br; cmveloso@uesb.br

³ Professor do Departamento de Zootecnia - UFV - Viçosa, MG. E.mail: svcfilho@ufv.br

⁴ Professor da Universidade Católica Dom Bosco - Campo Grande, MS. E.mail: itavo@ucdb.br

⁵ Professor do Departamento de Medicina Veterinária - UFV - Viçosa, MG. E.mail: svcfilho@ufv.br

⁶ Professor do Departamento de Informática - UFV - Viçosa, MG.

⁷ Mestrando em Zootecnia/UFV - Viçosa, MG. E.mail: eg35439@correio.ufv.br; edukling@bol.com.br

líquidas de manutenção. A soma das frações de manutenção e produção vai constituir a exigência líquida total, a qual, corrigida por um coeficiente de absorção do elemento inorgânico no aparelho digestivo do animal, vai resultar na exigência dietética do mineral (Silva, 1995).

A retenção de minerais depende da composição do ganho. Maiores deposições de gordura reduzem as deposições de elementos inorgânicos e, conseqüentemente, seus requisitos pelos animais, já que as concentrações de minerais no tecido adiposo são menores que nos músculos e ossos. Portanto, fatores como sexo, grupo genético, peso e idade dos animais influenciam os requisitos minerais. Animais castrados são menos exigentes em elementos minerais que os não-castrados e animais de maturidade precoce, menos exigentes em elementos minerais que os de maturidade tardia (Fontes, 1995).

Outros fatores, como o nível de produção, as inter-relações entre os minerais, ou entre as frações orgânicas e inorgânicas do alimento, a disponibilidade e a forma química do elemento nos ingredientes da dieta, nutrição prévia, entre outros, influenciam os requisitos de minerais (Silva & Leão, 1979; Silva, 1995; NRC, 1996).

O NRC (1996) estima os requisitos líquidos de Ca e P para ganho de peso, em função do ganho diário de proteína, sendo para o Ca de 13,5 e 8,5 g/dia, para o ganho de 1 kg de PV de animais com 200 e 450 kg de PV, respectivamente, e de 7,5 e 4,8 g/dia para o fósforo com a mesma taxa de ganho e os mesmos PV. Para Mg e Na, o NRC (1996) recomenda médias de 0,1 e 0,06-0,08% na MS da dieta, respectivamente, como requisitos dietéticos. O AFRC (1991) recomenda exigências líquidas de Ca em 13,9 e 11,3 g/dia para animais de 200 e 500 kg de PV, ganhando 1 kg de PV/dia, respectivamente, e de P em 7,7 e 6,6 g/dia, respectivamente para animais de 200 e 500 kg de PV. O ARC (1980) assume exigência líquida para ganho de Mg fixa (0,45 g/kg), independentemente do PCVZ do animal, e para o Na, de 2,8 e 4,9 g/dia, para animais com 200 e 500 kg de PV.

Com relação aos coeficientes de absorção verdadeiro dos macrominerais, o NRC (1996) recomenda valores médios para o Ca e P de 50 e 68%, respectivamente, e variação de 10 a 37% para o Mg. O AFRC (1991) cita valores médios de absorção do Ca e P de 68 e 58%, e o ARC (1980), de 17 e 91%, para o Mg e Na, respectivamente.

A partir da década de 80, foram desenvolvidos

alguns trabalhos de determinação de exigências líquidas de macrominerais (Ezequiel, 1987; Lana, 1991; Pires, 1991; Soares, 1994; Ferreira et al., 1999; Paulino et al., 1999; Vêras, 2000), no sentido de se obterem informações que permitam fazer estimativas de exigências nutricionais que mais se adequem às condições brasileiras. Fontes (1995) realizou a análise conjunta de alguns destes trabalhos e observou que as concentrações dos macrominerais (Ca, P, Mg e Na) no corpo vazio decresceram com a elevação do peso corporal. Para um animal de 400 kg de PV, Fontes (1995) encontrou exigências líquidas para ganho de 1 kg de PV de Ca, P, Mg e Na de 12,25; 7,22; 0,37; e 0,89, respectivamente.

São escassos os trabalhos de pesquisa sobre secreções endógenas de minerais em ruminantes, no Brasil. Ezequiel (1987) encontrou perdas endógenas totais (fecais+urinárias) de Ca e P e apenas urinária de Na, para animais Nelore, de 33,2 e 17,56 mg/kg de PV e 3,8 mg/kg de PV, respectivamente. Os valores de perdas endógenas para Ca e P estão bem acima e as de Na, abaixo das recomendações do ARC (1980). Segundo Silva (1995), as informações sobre os coeficientes de absorção de macrominerais inorgânicos, em bovinos alimentados com rações comuns, também são escassas e, em sua revisão, encontrou médias de coeficientes de absorção real de Ca e P de 68,4 e 72,3%, respectivamente, variando muito entre os grupos genéticos. Para o magnésio, o valor foi extremamente alto (52,2%), comparado ao do ARC (1980), de 17%, e para o Na foi, em média, baixo (63,2%), em relação aos 91% adotados pelo ARC (1980).

As informações disponíveis, no Brasil, sobre os requisitos de macroelementos minerais para bovinos de corte, segundo Silva (1995), não são uniformes. Buttery (1996) atribuiu parte dos resultados inconsistentes a erros na predição dos requisitos de minerais.

Este trabalho foi realizado objetivando avaliar o efeito de diferentes níveis de concentrado sobre a composição corporal e as exigências líquidas e dietéticas dos macroelementos inorgânicos (cálcio, fósforo, magnésio e sódio), de bovinos Nelore não-castrados.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. Foram utilizados 40 novilhos Nelore não-castrados, com peso vivo médio inicial de 240 kg. Quatro novilhos foram abatidos após o período de

adaptação de 30 dias (grupo referência), servindo de referência nos estudos subseqüentes. Os 32 animais restantes foram pesados e distribuídos em oito tratamentos, com quatro diferentes níveis de concentrado nas dietas (20, 40, 60 e 80%) e dois níveis de PB (15 e 18%), na base da MS, em esquema fatorial 4 x 2 (níveis de concentrado x níveis de proteína), no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições na fase de recria e duas repetições na fase de engorda. A fase de recria foi avaliada dos 240 aos 360 kg de peso vivo e a fase de engorda, dos 360 aos 450 kg de peso vivo. O volumoso foi composto de feno de gramínea *Cynodon dactylon* (L) Pears. cultivar Tifton 85. As rações foram formuladas de acordo com o NRC (1996) para conter próximo de 32% de compostos nitrogenados não-protéicos. A proporção dos ingredientes e a composição bromatológica das dietas e do feno encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma vez ao dia, e ajustados de forma a manter sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Foi realizada uma pesagem dos animais no início do experimento e, periodicamente, a cada 28 dias. À medida que um animal se aproximava do peso de abate preestabelecido, 360 ou 450 kg (recria e engorda, respectivamente), era pesado a intervalos menores (7 dias). Após o abate, o trato gastrointestinal foi pesado e seu peso, somado aos dos órgãos e das

demaís partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e sangue), para determinação do PCVZ.

Os conteúdos corporais de macromelementos minerais foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos, nas vísceras, no couro, no sangue, na cauda, na cabeça (músculo, gordura e ossos), nos pés (tendão e ossos) e nos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da seção da costela, segundo Hankins & Howe (1946) – seção HH.

A determinação dos macromelementos 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 o de Na, em espectrofotômetro de chama.

Para predição das quantidades líquidas de macromelementos inorgânicos retidos no corpo dos animais de cada tratamento, e para todos os tratamentos em conjunto, utilizaram-se equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de Ca, P, Mg ou Na, em função do logaritmo do PCVZ, conforme o seguinte modelo:

$$Y = a + bX + e$$

em que: Y = logaritmo do conteúdo total do macroelemento inorgânico (kg) 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 = erro aleatório.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nos concentrados, na base da matéria natural

Table 1 - Ingredients proportion in the concentrate, as fed basis

Nível de concentrado (%)	20		40		60		80	
Concentrate level								
Teor de PB	15	18	15	18	15	18	15	18
CP content								
Fubá de milho, %	88,72	59,74	91,96	77,10	93,05	83,20	95,37	86,16
Corn meal								
Farelo de soja, %	4,75	32,44	4,38	18,35	4,03	13,50	1,76	11,01
Soybean meal								
Uréia, %	2,93	4,65	1,58	2,43	1,16	1,70	1,25	1,35
Urea								
Calcário calcítico, %	0,045	0,02	0,54	0,79	0,88	0,87	1,04	1,04
Limestone								
Fosfato bicálcico, %	2,78	2,42	1,12	0,94	0,57	0,45	0,33	0,20
Dicalcium phosphate								
Sal comum, %	0,70	0,65	0,38	0,36	0,28	0,26	0,23	0,21
Salt								
Premix mineral, g/100 kg ¹	84,04	84,04	42,02	42,02	28,00	28,00	21,00	21,00
Mineral premix								

¹ Composição (Composition): Sulfato de zinco (Zinc sulfate), 80,00%; Sulfato de cobre (Copper sulfate), 19,00%; Iodato de potássio (Potassium iodide), 0,50%; Sulfato de cobalto (Cobalt sulfate), 0,25%; Selenito de sódio (Sodium selenite), 0,25%.

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais e do feno

Table 2 - Average contents of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF) and total digestible nutrients (TDN) of the experimental diets and of the hay

Nível de concentrado (%) <i>Concentrate level</i>	20		40		60		80		
Teor de PB <i>CP content</i>	15	18	15	18	15	18	15	18	Feno <i>Hay</i>
MS (DM), %	88,21	88,28	88,05	88,09	87,79	87,92	87,58	87,67	88,55
PB (CP) ¹	15,67	18,85	15,10	17,63	15,11	18,26	14,52	17,11	14,09
EE ¹	2,30	2,05	3,03	1,76	2,46	2,13	1,95	1,93	1,93
FDN (NDF) ^{1,2}	62,37	60,60	48,62	46,46	37,90	34,62	25,94	19,65	74,47
NDT (TDN) ^{1, 3}	73,80	73,16	77,73	79,33	79,61	81,46	81,94	78,39	61,68

¹ % na matéria seca (% in dry matter).

² FDN corrigida para cinzas e proteína (NDF corrected for ash and protein).

³ Obtido em ensaio de digestibilidade com os mesmos animais (Ítavo, 2001) (Obtained with digestibility trial with the same animals [Ítavo, 2001]).

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

Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de macrominerais inorgânicos, em função do logaritmo do PCVZ, foram obtidas as equações de predição das exigências líquidas de Ca, P, Mg e Na para ganho de 1 kg de PCVZ, do tipo:

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

em que: Y' = exigência líquida do macromineral inorgânico; a e b = intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de macrominerais inorgânicos; e X = PCVZ (kg).

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.

Para estimar as exigências de manutenção e, posteriormente, somar às exigências para ganho, obtendo as exigências dietéticas totais, foram adotadas as recomendações do ARC (1980) e do AFRC (1991), para as perdas endógenas totais de Ca, P, Mg e Na, e a biodisponibilidade destes elementos nos alimentos, segundo o ARC (1980) e o NRC (1996), conforme pode ser visualizado na Tabela 3.

Os requisitos dietéticos dos elementos minerais foram estimados a partir da relação entre os requisitos líquidos, obtidos por meio das equações em conjunto obtidas neste trabalho, e os respectivos coeficientes médios de absorção aparente, para cada elemento mineral, recomendados pelo NRC (1996).

Para predição do PCVZ a partir do PV, foi

utilizada a relação geral obtida por Silva (2001), ajustada para todos os dados: $PCVZ = 0,8975 * PV$. O fator para a conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV foi obtido a partir da multiplicação pelo fator 0,96, obtido no referido trabalho.

As determinações de matéria seca (MS), compostos nitrogenados totais, extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN) foram feitas conforme técnicas descritas por Silva (1990). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos do experimento de Ítavo (2001).

Tabela 3 - Perdas endógenas totais e biodisponibilidade de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio nos alimentos

Table 3 - Total endogenous losses and calcium, phosphorus, magnesium, sodium and potassium bioavailability in the feeds

Elemento (kg) <i>Element</i>	Perdas endógenas totais ² <i>Total endogenous losses</i>	Biodisponibilidade (%) <i>Bioavailability</i>
Ca	$[-0,74+0,0079PV+0,66CMS^3]$	50 ¹
P	$1,6*[-0,06+0,693CMS]$	68 ¹
Mg	3,0 mg/kg PV/dia	17 ²
Na	6,8 mg/kg PV/dia	91 ²

¹ Dados obtidos do NRC (1996) (Data obtained from NRC, 1996).

² Dados obtidos do ARC (1980) e do AFRC (1991) (Data obtained from ARC, 1980 and AFRC, 1991).

³ Considerando consumo de MS de 2,4% do PV (Considering DM intake of 2.4% LW).

Resultados e Discussão

Na Tabela 4, são apresentados os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e sódio (Na) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (PCVZ), obtidos para cada nível de concentrado nas dietas e para todos 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 quatro níveis de concentrado na dieta e para os dois níveis de proteína bruta, indicou não haver diferença entre os tratamentos, foram utilizadas as equações relativas aos dados em conjunto.

As exigências líquidas diárias de Ca, P, Mg e Na, por kg de ganho de PCVZ, são apresentadas na Tabela 5. Os resultados demonstraram diminuição nas concentrações dos macrominerais estudados, principalmente Ca, P e Na, com o aumento do peso vivo (PV), tendência esperada e observada por vários autores (Ferreira et al., 1999; Paulino et al., 1999; Vêras, 2000). Isto pode ser explicado pelo aumento da gordura corporal, com a elevação do PV dos animais e, segundo Fontes (1995) e Silva (1995), quanto maior a deposição de gordura, menores os depósitos de minerais, além do fato de o tecido adiposo geralmente não conter quantidades apreciáveis de macrominerais. As exigências líquidas de Ca estimadas (13,05 a 10,90 g/dia) estão de acordo com os valores preconizados pelo AFRC (1991) (13,9 a 11,6 g/dia), mas os valores de P (9,21 a 8,16 g/dia) estão mais elevados que os do referido conselho (7,7 a 6,7 g/dia), para os diversos PV (200 a 450 kg).

A exigência líquida de Ca, para um animal de 400 kg PV ganhando 1 kg de PCVZ, foi de 11,19 g/dia. Este valor foi superior aos valores obtidos por Ferreira et al. (1999), Paulino et al. (1999) e Vêras (2000) e próximo aos obtidos pelo AFRC (1991) e por Fontes (1995), em análise conjunta de vários trabalhos. Os valores observados no presente trabalho foram menores que 14 g/kg de ganho de PV, preconizado pelo ARC (1980) como exigência líquida diária de Ca para ganho de 1 kg. Pode-se observar grande variação nas exigências líquidas deste mineral, podendo ser influenciadas pelo grupo racial, clima, alimentação etc.

Já em relação ao P, o requisito líquido de um animal pesando 400 kg (8,31 g/dia) foi quase 100%

superior aos observados por Ferreira et al. (1999) e Paulino et al. (1999), porém mais próximo do relatado por Fontes (1995), de 6,87 g/dia, pelo NRC (1996), de 8 g/dia, e por Vêras (2000), de 7,53 g/dia, para animais não-castrados.

Tabela 4 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo do conteúdo de cálcio, fósforo, magnésio, potássio ou sódio (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (kg) de bovinos Nelore, para os diferentes níveis de concentrado (NC) na ração e em conjunto, e coeficientes de determinação (r^2)

Table 4 - Parameters of logarithm regression equations of calcium, phosphorus, magnesium, potassium or sodium (kg) in the empty body, on the empty body weight (kg) logarithm of Nelore bulls, for the different concentrate levels (CL) in the diet and overall, and coefficients of determination (r^2)

NC (%) CL	Parâmetro Parameter		
	Intercepto (a) Intercept	Coefficiente (b) Coefficient	r^2
	Cálcio (kg) Calcium		
20	-0,8794	0,6010	0,31
40	-1,9317	1,0612	0,63
60	-1,1958	0,7542	0,67
80	-1,0126	0,6617	0,51
Conjunto Overall	-1,2764	0,7785	0,50
	Fósforo (kg) Phosphorus		
20	-1,7997	0,9259	0,87
40	-1,9746	0,9978	0,87
60	-1,7851	0,9222	0,85
80	-1,1311	0,6292	0,36
Conjunto Overall	-1,6279	0,8504	0,67
	Magnésio (kg) Magnesium		
20	-3,1704	0,8766	0,69
40	-3,8673	1,1746	0,77
60	-3,0885	0,8363	0,76
80	-3,2940	0,9233	0,9
Conjunto Overall	-3,3639	0,9565	0,76
	Sódio (kg) Sodium		
20	-2,1911	0,7726	0,75
40	-2,1871	0,7750	0,78
60	-1,8682	0,6451	0,78
80	-2,3066	0,8340	0,74
Conjunto Overall	-2,1592	0,7653	0,75

Tabela 5 - Exigências líquidas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), e sódio (Na), em g por kg de ganho de peso do corpo vazio, de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV)

Table 5 - Net requirements of calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg) and sodium (Na), in g and kg of empty body weight gain, in Nelore bulls, in function of live weight (LW)

PV (kg) LW	Exigência líquida Net requirement			
	Ca	P	Mg	Na
200	13,05	9,21	0,33	1,57
250	12,42	8,91	0,33	1,49
300	11,93	8,67	0,32	1,43
350	11,53	8,48	0,32	1,38
400	11,19	8,31	0,32	1,33
450	10,90	8,16	0,32	1,30

$$PCVZ = PV * 0,8975$$

Os valores de exigências líquidas de Ca e P, obtidos no presente trabalho, foram maiores que os observados por Fontes (1995), para animais castrados, confirmando que estes últimos depositam gordura mais precocemente, aumentando o teor de gordura corporal, com conseqüente diluição do conteúdo corporal de minerais e redução dos respectivos requisitos líquidos.

Utilizando-se os requisitos líquidos de proteína, obtidos por Silva (2001), para um animal pesando 400 kg, e as exigências líquidas de Ca e P obtidas no presente trabalho, as relações g Ca/100 g de proteína retida e g P/100 g de proteína retida foram iguais a 6,44 e 4,78, respectivamente. Vêras (2000) obteve uma relação próxima para o P (4,76) e inferior para o Ca (5,17). O NRC (1996) preconiza relações de 7,10 e 3,90 para Ca e P, respectivamente.

As exigências líquidas de Mg, verificadas no presente trabalho, foram semelhantes às estimadas pelo ARC (1980) e por Ferreira et al. (1999), porém superiores às encontradas por Paulino et al. (1999) e Vêras (2000), para zebuínos. Já Fontes (1995) obteve estimativas superiores às obtidas neste experimento, para exigências líquidas de Mg. Os resultados obtidos para Na foram superiores às estimativas de Fontes (1995) e Paulino et al. (1999) e mais próximos das de Ferreira et al. (1999).

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 e Na, 17 e 91%, respectivamente, e das estimativas das exigências líquidas para ganho,

foram estimados os requisitos dietéticos de Ca, P, Mg e Na, por kg de ganho de PV, aplicando o fator 0,96, segundo Silva (2001), para corrigir a exigência líquida para GPCVZ em exigência para GPV (Tabela 6).

As exigências dietéticas de Ca para ganho, para um animal ganhando 1 kg por dia, estão próximas às preditas pelo NRC (1996), que variam de 27 a 17 g/dia para animais de 200 e 450 kg de PV, respectivamente. Já as exigências de P, estimadas neste experimento, foram sempre maiores que as recomendadas pelo NRC (1996), para os vários PV.

Estão na Tabela 7 as exigências totais (manutenção + ganho diário de 1 kg PV) dos macrominerais estudados. Diferentemente da exigência para ganho, as exigências dietéticas totais aumentam com o PV do animal, devido à participação das exigências para manutenção, que se somam a ela, estarem em função do PV do animal. As exigências totais de Ca encontram-se próximas às recomendações do NRC (1996), mas as de P apresentam valores sempre superiores aos do referido Conselho. Paulino et al. (1999), trabalhando com várias raças de zebuínos e adotando as recomendações do AFRC (1991) para estimar as perdas endógenas dos macrominerais, obtiveram exigências dietéticas totais de Ca inferiores e de P, Mg e Na semelhantes às deste experimento. Especificamente para Mg, as exigências líquidas para ganho representam pequena parcela das exigências dietéticas, tendo em vista a baixa disponi-

Tabela 6 - Exigências dietéticas para ganho de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e sódio (Na), em g/kg ganho de peso vivo (GPV), de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV)

Table 6 - Dietary requirements of calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg) and sodium (Na), in g/kg of live weight gain (LWG), in Nelore bulls, in function of live weight (LW)

PV (kg) LW	Exigência dietética para ganho (g/kg GPV) Dietary requirements for gain (g/kg LWG)			
	Ca ¹	P ²	Mg ³	Na ⁴
200	25,05	13,01	1,86	1,65
250	23,84	12,58	1,85	1,57
300	22,90	12,25	1,83	1,50
350	22,13	11,97	1,82	1,45
400	21,49	11,73	1,81	1,41
450	20,93	11,52	1,80	1,37

$$PCVZ = PV * 0,8975 \text{ (EBW = LW * .8975).}$$

¹ Absorção verdadeira = 50% (True absorption = 50%).

² Absorção verdadeira = 68% (True absorption = 68%).

³ Absorção verdadeira = 17% (True absorption = 17%).

⁴ Absorção verdadeira = 91% (True absorption = 91%).

Tabela 7 - Exigências dietéticas totais (manutenção + ganho de 1 kg PV) de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e sódio (Na), em g/dia e em % da MS, para um consumo de 2,4% do PV, de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV)

Table 7 - Total dietary requirements (maintenance + gain of 1 kg LW) of calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg) and sodium (Na), in g/day and % DM, for a 2.4% LW intake, of Nelore bulls, in function of live weight (LW)

PV (kg) LW (kg)	Exigência dietética total Total dietary requirement							
	Ca		P		Mg		Na	
	g/dia g/day	% MS % DM	g/dia g/day	% MS % DM	g/dia g/day	% MS % DM	g/dia g/day	% MS % DM
200	31,50	0,66	20,70	0,43	5,39	0,11	3,15	0,07
250	32,74	0,55	22,23	0,37	6,26	0,10	3,43	0,06
300	34,23	0,48	23,84	0,33	7,13	0,10	3,75	0,05
350	35,89	0,43	25,52	0,30	8,00	0,10	4,07	0,05
400	37,65	0,39	27,24	0,28	8,87	0,09	4,40	0,05
450	39,51	0,37	29,00	0,27	9,74	0,09	4,73	0,04

PCVZ = PV * 0,8975

bilidade do Mg alimentar, conforme já observado e citado por Fontes (1995).

Se for considerado um consumo de MS constante, durante as fases de recria e engorda de um bovino, as exigências dietéticas totais estimadas neste experimento, expressas em % da MS, demonstraram tendência de diminuição, com o aumento do PV, para Ca, P, Mg e Na. Exemplificando, um animal de 200 kg de PV, consumindo 2,4% do seu PV em MS e ganhando 1 kg de PV, teria exigências totais de Ca, P, Mg e Na, expressas em % da MS, de 0,66; 0,43; 0,11; e 0,065, respectivamente. Já um animal de 400 kg de PV, consumindo os mesmos 2,4% do PV em MS e ganhando o mesmo PV, teria uma exigência total de 0,39; 0,28; 0,09; e 0,05% da MS, respectivamente, para Ca, P, Mg e Na. As exigências recomendadas pelo NRC (1996) para estes mesmos minerais são de 0,68; 0,33; 0,10 e 0,07% da MS e 0,32; 0,19; 0,10; e 0,07% da MS, para bovinos de 200 e 400 kg de PV, respectivamente, ganhando 1 kg de PV e consumindo 2,4% do PV em MS.

Conclusões

Houve diminuição nas concentrações dos quatro macromelementos estudados no corpo vazio e no ganho de corpo vazio, com a elevação do peso vivo.

As relações g Ca/100 g de proteína retida e g P/100 g de proteína retida foram iguais a 6,44 e 4,78, respectivamente.

As exigências líquidas de P preconizadas pelo AFRC (1991) e pelo NRC (1996), provavelmente, estão sub-estimadas para animais zebuínos em condições semelhantes à deste experimento.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. Technical committee on responses to nutrients, Report 6. A reappraisal of the calcium and phosphorous requirements of sheep and cattle. **Nutrition Abstract Review**, v.61, n.9, p.576-612, 1991.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- BUTTERY, P.J. Interaction between diet and the response of ruminants to metabolism modifiers. In: GARNSWORTHY, P.C.; COLE, D.J.A. (Eds.). **Recent developments in ruminant nutrition**, 3.ed. Loughborough: Nottingham University, 1996. p.341-350.
- EZEQUIEL, J.M.B. **Exigências de proteína e minerais de bovídeos: frações endógenas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 1987. 131p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1987.
- 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, 1999.
- 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, 1995. p.419-455.
- HANSKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. s.e. Washington, D.C.USDA, 1946. (Technical Bulletin-USDA, 926).
- ÍTAVO, L.C.V. **Consumo, digestibilidade e eficiência microbiana de novilhos alimentados com 20, 40, 60 e 80% de concentrado**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 116p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- LANA, R.P. **Composição corporal e exigências de energia, proteína e macromelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de 5 grupos raciais, em confinamento**. Viçosa,

- MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 1996. 242p.
- 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.
- PIRES, K.C. **Exigências de proteína, energia e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) de bovinos não castrados de três grupos genéticos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 125p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- REGAZZI, J.A. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.1, p.1-17, 1996.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.
- SILVA, F.F. **Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (de energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- SILVA, J.F.C. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.467-504.
- SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocere, 1979. 380p.
- SOARES, J.E. **Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) para ganho de peso em bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- VÉRAS, A.S.C. **Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 192p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

Recebido em: 29/05/01

Aceito em: 30/10/01