

Composição Corporal e Exigências Líquidas e Dietéticas de Macroelementos Minerais de Bovinos F1 Limousin x Nelore Não-Castrados¹

Cristina Mattos Veloso², Sebastião de Campos Valadares Filho³, Antonio Gesuladi Júnior⁴, Fabiano Ferreira da Silva², Mário Fonseca Paulino³, Rilene Ferreira Diniz Valadares⁵, Paulo Roberto Cecon⁶, Gisele Andrade de Oliveira⁷, Aureliano José Vieira Pires²

RESUMO - Foram utilizados 50 novilhos F1 Limousin x Nelore inteiros, alocados em dez tratamentos, com cinco níveis de concentrado (25; 37,5; 50; 62,5; e 75%) e duas formas de balanceamento protéico da dieta (uma isoprotéica com 12% de proteína bruta [PB] e outra variando proteína com energia). O volumoso utilizado foi feno de capim-*Coastcross* (*Cynodon dactylon*). Após o abate, todas as partes do corpo do animal foram pesadas e amostradas. As amostras foram secas, pré-desengorduradas com éter, moídas e foram determinados os teores de macroelementos minerais. O conteúdo corporal de Ca, P, Na, K e Mg foi determinado em função das concentrações destes nas várias partes do corpo. O conteúdo de macroelementos minerais retidos no corpo foi estimado 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 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 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 8,70 e 3,46, respectivamente.

Palavras-chave: macrominerais, mestiços, níveis de concentrado, requisitos

Body Composition and Net and Dietary Macromineral Requirements of F1 Limousin x Nelore Bulls

ABSTRACT - Fifty F1 Limousin x Nelore bulls were allotted to ten treatments, with five concentrate levels (25; 37.5; 50; 62.5 and 75%) and two diet protein balance methods (one isoprotein and the other changing protein as diet energy changed). The roughage used was *Coastcross* grass hay (*Cynodon dactylon*). After the slaughter, all animal body parts were weighted and sampled. The samples were dried, most of the fat was extracted with ether, grinded, and the concentrations of macromineral were determined. Ca, P, Na, K and Mg contents in the body were determined as function of their concentrations in the several parts of the body. Macromineral contents retained in the body were determined by regression equations of the logarithm of macromineral contents in the body as function of the logarithm of empty body weight (EBW). By deriving the prediction equations of macromineral body content as function of the logarithm of EBW, it was obtained the net macromineral requirements, for gains 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 macromineral contents in the body. There was a decrease in the empty body and in the gain of empty body concentrations for all macromineral studied, with live weight increase. The relationship g Ca/100 g of retained protein and g P/100 g of retained protein were 8.70 and 3.46, respectively.

Key Words: concentrate levels, crossbred, macromineral, needs

Introdução

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 de-

sempenho animal (Dayrell, 1993). No caso de ruminantes, o fornecimento adequado de minerais é importante para a otimização da atividade microbiana no rúmen (NRC, 1996), com sua deficiência produzindo impacto negativo sobre o crescimento microbiano, podendo induzir, ou não, redução da digestibilidade dos

¹ Parte da tese de Doutorado em Zootecnia apresentada pela primeira autora à UFV. Financiada pela FAPEMIG.

² Professor(a) do curso de Zootecnia - UESB - Itapetinga, BA. E-mail: cmveloso@uesb.br; ffsilva@uesb.br; aupires@uesb.br

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

⁴ Estudante de Doutorado em Zootecnia - UFV - Viçosa, MG. E-mail: anaton@vicosacom.br

⁵ Professora do Departamento de Medicina Veterinária - UFV - Viçosa, MG. Bolsista do CNPq. E-mail: rilene@mail.ufv.br

⁶ Professor do Departamento de Matemática - UFV - Viçosa, MG. E-mail: cecon@dpi.ufv.br

⁷ Zootecnista, Mestre em Zootecnia. E-mail: gibbao@yahoo.com

alimentos, dependendo da severidade da carência mineral (Leng, 1990; Spears, 1994).

As exigências nutricionais de macroelementos minerais são, geralmente, estimadas pelo método fatorial (ARC, 1980). Este método se baseia nas quantidades líquidas depositadas no corpo do animal para atender o crescimento, a engorda, a gestação, a produção de leite, o crescimento de lã, além das perdas inevitáveis do corpo, ou seja, as secreções endógenas, que são conhecidas como exigências líquidas para manutenção. A soma das frações para 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, suas exigências 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 as exigências minerais. Animais castrados são menos exigentes em elementos minerais que os não-castrados e animais de maturidade precoce são menos exigentes em elementos minerais que os de maturidade tardia (Fontes, 1995).

O AFRC (1991) afirmou que, para ocorrer desenvolvimento normal dos ossos, além do suprimento adequado de minerais, são necessários níveis adequados de proteína e energia. O NRC (1996) estimou as exigências líquidas de cálcio (Ca) e fósforo (P) para ganho de peso, sendo, para o ganho de 1 kg de PV de animais com 450 kg de PV, de 8,5 g/dia para o Ca, e de 4,8 g/dia para o P. Para sódio (Na), potássio (K) e magnésio (Mg), este conselho recomendou médias de 0,06-0,08; 0,6 e 0,1% na matéria seca (MS) da dieta, respectivamente, como exigências dietéticas.

A exigência líquida de Ca, para animais de 500 kg de PV, ganhando 1 kg de PV/dia, é, segundo o AFRC (1991), de 11,3 g/dia e a de P, de 6,6 g/dia. O ARC (1980) assume exigência líquida de Na, para animais com 500 kg de PV e ganho de 1 kg de PV, de 4,9 g/dia, para o K, de 2 g/dia, e, para o Mg, exigência fixa de 0,45 g/kg, independentemente do PCVZ do animal. Quanto aos coeficientes de absorção dos macrominerais, o AFRC (1991) cita valores médios de absorção de Ca de 68% e de P de 64%

para forragens e de 70% para concentrado. O NRC (1996) recomenda valores médios para Ca e P de 50 e 68%, respectivamente, e, para o Mg, variando de 10 a 37%. O ARC (1980) relata coeficientes de absorção de 91, 100 e 17%, para Na, K e Mg, respectivamente.

Ferreira et al. (1999) encontraram exigências líquidas para ganho de 1 kg de peso de corpo vazio (PCVZ), para bovinos F1 Simental x Nelore não-castrados, com 500 kg de peso vivo (PV), de 9,54; 4,12; 1,15; 1,37; e 0,28 g/kg de ganho de PCVZ, para Ca, P, Na, K e Mg, respectivamente.

Os trabalhos publicados no Brasil sobre exigências minerais para bovinos de corte (Margon, 1981; Ezequiel, 1987; Lana, 1991; Pires, 1991; Soares, 1994; Estrada, 1996; Ferreira et al., 1999; Paulino et al., 1999; Vêras, 2000, entre outros) não são uniformes (Silva, 1995), provavelmente devido a erros na predição das exigências, conforme Buttery (1996).

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de concentrado sobre a composição corporal e as exigências líquidas e dietéticas dos macroelementos inorgânicos (cálcio, fósforo, sódio, potássio e magnésio) de bovinos F1 Limousin x Nelore não-castrados.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. Foram utilizados 50 novilhos F1 Limousin x Nelore, não-castrados, com PV médio inicial de 330 kg. Cinco novilhos foram abatidos após o período de adaptação de 45 dias (grupo referência), servindo de referência para os estudos subseqüentes. Cinco novilhos foram alimentados com uma dieta contendo feno de capim-*Coastcross* (*Cynodon dactylon*) (grupo manutenção), para atender às exigências energéticas para manutenção. Os 40 animais restantes foram pesados e distribuídos em dez tratamentos, com cinco níveis de concentrado nas dietas, quais sejam: 25; 37,5; 50; 62,5 e 75% e duas formas de balanceamento protéico da dieta (uma isoprotéica com, aproximadamente, 12% de proteína bruta e outra variando proteína e energia), em esquema fatorial 5 x 2 (cinco níveis de concentrado x duas formas de balanceamento protéico), em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. O volumoso consistiu de feno de capim-*Coastcross* (*Cynodon dactylon*). Em cada

grupo, quatro animais foram alimentados com rações formuladas com o intuito de serem isoprotéicas, com, aproximadamente, 12% de PB na MS, de acordo com o NRC (1996), nível um, e quatro animais foram alimentados com rações formuladas de acordo com o NRC (1996), nível dois, que não foram isoprotéicas. A composição bromatológica das dietas encontra-se na Tabela 1.

O alimento foi fornecido à vontade, uma vez ao dia, e ajustado de forma a manter sobras entre 5 e 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 pré-estabelecido, 500 kg, era pesado a intervalos menores. Antes do abate, os animais foram submetidos a um jejum de 16 horas. Após o abate, o trato gastrintestinal foi esvaziado,

lavado, pesado e seu peso foi somado aos dos órgãos e demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e sangue) para determinação do PCVZ.

O conteúdo corporal de macromelementos minerais foi determinado em função de suas concentrações percentuais nos órgãos, nas vísceras, no couro, no sangue, na cauda, na cabeça, nos pés (gordura e ossos) e nos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da seção HH, preconizada por Hankins & Howe (1946).

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, Na, K e Mg, em função do logaritmo do PCVZ, conforme o seguinte modelo:

$$Y = a + bX + e$$

Tabela 1 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), potássio (K) e magnésio (Mg) das dietas experimentais

Table 1 - Average contents of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), total carbohydrates (CHO), neutral detergent fiber (NDF), non fiber carbohydrates (NFC), total digestible nutrients (TDN), calcium (Ca), phosphorus (P), potassium (K) and magnesium (Mg) of the experimental diets

Níveis de concentrado na dieta (%) <i>Concentrate levels in the diet (%)</i>	25		37,5		50		62,5		75	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Balaceamento protéico <i>Protein balance</i>										
MS, %	90,08	90,05	90,34	90,06	90,01	89,09	90,09	89,47	90,45	85,72
<i>DM</i>										
MO ¹	94,73	94,83	95,25	95,28	95,74	95,53	95,94	95,96	96,40	96,23
<i>OM</i>										
PB ¹	11,34	10,68	11,33	11,29	12,22	13,39	12,62	14,16	14,04	16,40
<i>CP</i>										
EE ¹	1,11	1,16	1,34	1,46	1,88	1,56	2,29	2,72	2,54	1,09
CHO ¹	82,29	82,99	82,58	82,53	81,64	80,58	81,03	79,08	79,82	78,74
FDN ^{1,2}	68,51	68,40	61,81	61,60	54,12	54,61	45,59	45,55	34,74	37,09
<i>NDF</i>										
CNF ¹	13,78	14,59	20,77	20,93	27,52	25,97	35,44	33,53	45,09	41,65
<i>NFC</i>										
NDT	55,87 ⁴	51,15 ³	59,55 ⁴	56,13 ³	67,17 ⁴	58,78 ³	66,97 ⁴	66,88 ³	76,40 ⁴	72,76 ³
<i>TDN</i>										
Ca ¹	1,04	1,03	1,05	1,04	1,05	1,06	1,09	1,09	1,07	1,20
P ¹	0,23	0,23	0,24	0,23	0,24	0,27	0,39	0,26	0,20	0,28
Na ¹	1,00	0,99	0,99	0,98	0,99	0,97	1,06	0,98	1,06	1,12
K ¹	1,09	1,10	0,98	0,99	1,04	0,98	0,90	0,95	0,82	0,89
Mg ¹	0,22	0,22	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,21	0,22

1 - Isoprotéica (*Isoprotein*).

2 - Proteína variável (*Variable protein*).

¹ Porcentagem na MS (*DM percentage*).

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

³ Dias et al. (2000).

⁴ Cardoso et al. (2000).

Tabela 2 - Perdas endógenas totais e biodisponibilidade de Ca, P, Na, Mg e K nos alimentos
 Table 2 - Total endogenous losses and Ca, P, Na, Mg and K bioavailability of feeds

Elemento <i>Element</i>	Perdas endógenas totais ² <i>Total endogenous losses</i>	Biodisponibilidade(%) <i>Bioavailability (%)</i>
Ca	$[-0,74+0,0079PV+0,66CMS^3]$ $[-0.74+0.0079BW+0.66DMI^3]$	50 ¹
P	$1,6x[-0,06+0,693CMS]$ $1.6x[-0.06+0.693DMI]$	68 ¹
Na	6,8 mg/kg PV/dia <i>6.8 mg/kg BW/d</i>	91 ²
Mg	3,0 mg/kg PV/dia <i>3.0 mg/kg BW/d</i>	17 ²
K		100 ²
Fecal <i>Faecal</i>	2,6 g/kg MS consumida <i>2.6 g/kg DM intake</i>	
Urínaria <i>Urinary</i>	37,5 mg/kg PV <i>37.5 mg/kg BW</i>	
Salivar <i>Saliva</i>	0,7 g/100 kg PV <i>0.7 g/100 kg BW</i>	
Através da pele <i>Through skin</i>	1,1 g/dia <i>1.1 g/d</i>	

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

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

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

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.

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 macroelementos inorgânicos, em função do logaritmo do PCVZ, foram obtidas as equações de predição das exigências líquidas de Ca, P, Na, K e Mg para ganho de 1 kg de PCVZ, do tipo:

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

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

A partir dos coeficientes médios de absorção verdadeira, recomendados pelo NRC (1996) para Ca (50%) e P (68%), e pelo ARC (1980) para Na (91%), K (100%) e Mg (17%), e das estimativas das exigências líquidas para ganho, foram calculadas as exigências dietéticas de Ca, P, Na, K e Mg, por kg de ganho de PV.

Para estimar as exigências para manutenção e, posteriormente, somar às exigências para ganho, para obter as exigências dietéticas totais, foram adotadas as recomendações do ARC (1980) e do AFRC (1991) para as perdas endógenas totais de Ca, P, Na, K e Mg e a biodisponibilidade destes elementos nos alimentos, segundo o ARC (1980), o AFRC (1991) e o NRC (1996), conforme pode ser visualizado na Tabela 2.

Para predição do PCVZ a partir do PV, foi utilizada a relação geral obtida por Veloso et al. (2002), ajustada para todos os dados: $PCVZ = 0,8968 \times PV$. A conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV foi obtida a partir da multiplicação pelo fator 1,02.

As determinações de MS, matéria orgânica (MO), nitrogênio total, EE, FDN e macroelementos minerais (Ca, P, Na, K e Mg) foram realizadas conforme técnicas descritas por Silva (1990), sendo que a PB foi obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25. A solução mineral para determinação dos macroelementos minerais foi preparada por via úmida (Silva, 1990). 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 carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos pela relação $100 - (\%PB + \%FDN + \%EE + \%Cinzas)$, conforme recomendações de Hall (2001).

Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foram obtidos por ensaio de digestibilidade, de acordo com Cardoso et al. (2000) e Dias et al. (2000), que utilizaram animais e dietas semelhantes aos do presente experimento.

Os resultados foram interpretados, estatisticamente, por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (Universidade Federal de Viçosa - UFV, 1995). O coeficiente de determinação (r^2 , em %) utilizado foi o ajustado. 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

Na Tabela 3, são apresentados os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de Ca, P, Na, K e Mg, no corpo vazio, em função do logaritmo do 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 cinco níveis de concentrado na dieta, indicou não haver diferença entre os tratamentos, foram utilizadas as equações relativas aos dados em conjunto.

As equações ajustaram-se muito bem aos dados, como pode ser verificado pelos altos valores de seus coeficientes de determinação (r^2). As exigências líquidas de Ca, P, Na, K e Mg, para ganho de 1 kg de PCVZ, são apresentadas na Tabela 4.

Os resultados mostraram diminuição nas exigências dos macrominerais estudados, com maior magnitude para o Ca e menor para o Mg, com o aumento do PV, confirmando outros autores (Lana, 1991; Soares, 1994; Ferreira et al., 1999; Paulino et al., 1999; Vêras, 2000; Silva et al., 2001). Tal fato pode ser explicado pelo aumento da gordura corporal, um tecido com menor concentração de macrominerais (Fontes, 1995; Silva, 1995).

Os valores observados, no presente trabalho, para exigência líquida diária de Ca para ganho de 1 kg de PV (18,75 a 15,93 g), são maiores que o preconizado pelo ARC (1980), 14 g/kg de ganho de PV, e pelo AFRC (1991), 12,7 a 11,3 g/dia. As exigências líquidas de P (7,45 a 6,34 g/dia) são semelhantes às

Tabela 3 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de cálcio, fósforo, sódio, potássio e magnésio (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (kg) de bovinos F1 Limousin x Nelore, para os diferentes níveis de concentrado (NC) na ração, e em conjunto

Table 3 - Parameters of logarithm regression equations for calcium, phosphorus, sodium, potassium and magnesium (kg), in empty body, as function of empty body (kg) logarithm of F1 Limousin x Nelore, for the different concentrate levels (CL) in the diet, and in overall

NC (%) CL (%)	Parâmetros Parameters		
	Intercepto (a) <i>Intercept</i>	Coefficiente (b) <i>Coefficient</i>	r^2
	Cálcio (kg) <i>Calcium</i>		
25	-0,782984	0,676500	0,87
37,5	-0,815539	0,689431	0,78
50	-0,828729	0,695438	0,88
62,5	-0,779977	0,675199	0,90
75	-0,772435	0,672174	0,87
Conjunto <i>Overall</i>	-0,795525	0,681584	0,87
	Fósforo (kg) <i>Phosphorus</i>		
25	-1,00601	0,602766	0,91
37,5	-1,16258	0,667594	0,91
50	-1,13288	0,655613	0,93
62,5	-1,55435	0,829904	0,82
75	-1,06025	0,625470	0,87
Conjunto <i>Overall</i>	-1,19781	0,682148	0,86
	Sódio (kg) <i>Sodium</i>		
25	-1,37917	0,513965	0,80
37,5	-1,36411	0,507838	0,82
50	-1,55402	0,586726	0,90
62,5	-1,94977	0,750747	0,95
75	-2,15880	0,837454	0,77
Conjunto <i>Sodium</i>	-1,7189	0,65454	0,80
	Potássio (kg) <i>Potassium</i>		
25	-2,47197	0,935729	0,90
37,5	-2,5608	0,972289	0,95
50	-2,35571	0,887304	0,95
62,5	-2,32287	0,873746	0,94
75	-2,31119	0,869215	0,92
Conjunto <i>Potassium</i>	-2,39423	0,903518	0,93
	Magnésio (kg) <i>Magnesium</i>		
25	-3,07143	0,996268	0,95
37,5	-2,70000	0,841815	0,95
50	-2,67004	0,829647	0,97
62,5	-2,64899	0,820970	0,97
75	-2,57372	0,789880	0,95
Conjunto <i>Magnesium</i>	-2,71106	0,846943	0,95

Tabela 4 - Exigências líquidas de Ca, P, Na, K e Mg, em g por kg de ganho de peso do corpo vazio (g/kg GPCVZ), de bovinos F1 Limousin x Nelore, em função do peso vivo (PV) ou do PCVZ
 Table 4 - Net requirements of Ca, P, K and Mg, in g/kg empty body weight gain (g/kg EBW) of F1 Limousin x Nelore bulls, in function of live weight (LW) or EBW

PV (kg) LW (kg)	PCVZ (kg) EBW	Exigências líquidas Net requirements				
		Ca	P	Na	K	Mg
300	269,04	18,38	7,31	1,81	2,12	0,70
350	313,89	17,50	6,96	1,72	2,09	0,68
400	358,73	16,77	6,67	1,64	2,07	0,67
450	403,57	16,15	6,42	1,57	2,04	0,66
500	448,41	15,62	6,21	1,52	2,02	0,65

preconizadas pelo AFRC (1991), que variam de 7,2 a 6,6 g/dia, para os diversos PV (300 a 500 kg).

As exigências líquidas de Ca foram próximas às observadas por Pires (1991), para animais F1 Limousin x Nelore, mas foram mais elevadas do que as relatadas, pelo mesmo autor, para animais F1 Marchigiana x Nelore e por Soares (1994), que utilizou animais bimestiços, Holandês x Nelore e búfalos, conjuntamente. Também foram mais altas do que as obtidas por Estrada (1996), para F1 Normando x Nelore, Angus x Nelore e Holandês x Nelore, e por Ferreira et al. (1999), para bovinos F1 Simental x Nelore, todos não-castrados.

Quanto às exigências líquidas de P, para animais com 300 a 500 kg de PV, os valores observados foram inferiores aos encontrados por Pires (1991) para bovinos F1 Limousin x Nelore, F1 Marchigiana x Nelore e Nelore, em conjunto, de 9,13 a 7,53 g/kg de ganho de PCVZ. No entanto, foram superiores aos verificados por Soares (1994) para o conjunto bimestiços, Holandês x Nelore e búfalos, que variaram de 6,85 até 5,60, e por Ferreira et al. (1999), de 5,07 a 4,12 g/kg de ganho de PCVZ, para F1 Simental x Nelore, todos não-castrados.

Utilizando-se as exigências líquidas de proteína obtidas por Veloso et al. (2002), para um animal pesando 400 kg, e as exigências líquidas de Ca e P obtidas no presente trabalho, as relações g de Ca/100 g de proteína retida e g de P/100g de proteína retida foram iguais a 8,70 e 3,46, respectivamente, enquanto o NRC (1996) preconiza relações de 7,10 e 3,90, respectivamente.

As exigências líquidas de Na (1,81 a 1,52 g/kg GPCVZ), para a faixa de 300 a 500 kg de PV, foram muito maiores do que as encontradas por Pires (1991), de 0,85 a 0,72, para animais F1 Limousin x Nelore, F1 Marchigiana x Nelore e Nelore, e por

Soares (1994), de 0,89 a 0,70, utilizando, conjuntamente, animais bimestiços e Holandês x Nelore. Foram, também, mais elevadas do que a citada pelo ARC (1980), de 1,5 g/kg de GPCVZ, e do que as observadas por Ferreira et al. (1999), de 1,32 a 1,15 g/kg GPCVZ.

Os resultados obtidos para o K foram maiores do que as estimativas de Soares (1994), para bimestiços e Holandês x Nelore (1,65 a 1,39 g/kg GPCVZ) e de Ferreira et al. (1999), para F1 Simental x Nelore (1,52 a 1,37 g/kg GPCVZ). Contudo, foram próximos ao preconizado pelo ARC (1980), de 2,0 g/kg GPCVZ, e aos verificados por Pires (1991), para os três grupos genéticos anteriormente citados, de 1,96 a 1,89 g/kg de ganho de PCVZ.

Para o Mg, as exigências líquidas verificadas no presente trabalho (0,70 a 0,65 g/kg GPCVZ) foram muito superiores ao valor de 0,45 g/kg GPCVZ, admitido pelo ARC (1980), e às exigências relatadas, para a faixa de PV de 300 a 500 kg, por Pires (1991), para F1 Limousin x Nelore (0,38 a 0,34) e para F1 Marchigiana x Nelore (0,32 a 0,26), por Soares (1994), para os bovinos e bubalinos citados anteriormente (0,46), e por Ferreira et al. (1999), para F1 Simental x Nelore (0,31 a 0,28 g/kg GPCVZ).

As exigências dietéticas de Ca, P, Na, K e Mg, por kg de ganho de PV em jejum (GPVJ) constam da Tabela 5.

As exigências dietéticas de Ca, para um bovino ganhando 1 kg por dia, foram muito acima das recomendadas pelo NRC (1996), que variam de 23 a 17 g/dia para animais de 300 e 450 kg de PV. Já as exigências de P, encontram-se próximas às do referido conselho, de 9 a 7 g/dia, para a mesma faixa de PV.

Estão na Tabela 6 as exigências totais (manutenção + ganho de 1 kg PV) dos macroatmentos minerais estudados. Diferentemente da exigência para ganho, as exigências dietéticas totais aumentam com o PV

Tabela 5 - Exigências dietéticas de Ca, P, Na, K e Mg, em g/kg de ganho de peso vivo em jejum (GPVJ), de bovinos F1 Limousin x Nelore, em função do peso vivo (PV) ou do PCVZ

Table 5 - Dietary requirements of Ca, P, Na, K and Mg, in g/kg shrunk body weight gain (g/kg SBWG) of F1 Limousin x Nelore bulls, as function of live weight (LW) or EBW

PV (kg) LW (kg)	PCVZ (kg) EBW	Exigências líquidas Net requirements				
		Ca ¹	P ²	Na ³	K ⁴	Mg ⁵
300	269,04	37,49	10,96	2,03	2,17	4,20
350	313,89	35,70	10,44	1,92	2,14	4,10
400	358,73	34,21	10,00	1,84	2,11	4,02
450	403,57	32,95	9,64	1,76	2,08	3,95
500	448,41	31,86	9,32	1,70	2,06	3,88

¹ Absorção verdadeira = 50%; ² Absorção verdadeira = 68%; ³ Absorção verdadeira = 91%; ⁴ Absorção verdadeira = 100%; ⁵ Absorção verdadeira = 17%.

¹ True absorption = 50%; ² True absorption = 68%; ³ True absorption = 91%; ⁴ True absorption = 100%; ⁵ True absorption = 17%.

Tabela 6 - Exigências dietéticas totais (manutenção + ganho de 1 kg PV) de Ca, P, Na, K e Mg, em g/dia e em % da MS, para um consumo de 2,4% do peso vivo (PV), de bovinos F1 Limousin x Nelore, em função do PV e do PCVZ

Table 6 - Total dietary requirements (maintenance + 1 kg LW) of Ca, P, K and Mg, in g/d and %DM, for a intake of 2.4% live weight (LW), of F1 Limousin x Nelore bulls, as function of live weight (LW) and EBW

PV (kg) LW (kg)	Exigências dietéticas totais Total dietary requirements									
	Ca		P		Na		K		Mg	
	g/dia g/day	% MS % DM	g/dia g/day	% MS % DM	g/dia g/day	% MS % DM	g/dia g/day	% MS % DM	g/dia g/day	% MS % DM
300	50,26	0,70	22,56	0,31	4,27	0,06	35,34	0,49	9,49	0,13
350	50,83	0,61	23,99	0,29	4,54	0,05	40,65	0,48	10,28	0,12
400	51,72	0,54	25,52	0,27	4,83	0,05	45,97	0,48	11,08	0,12
450	52,84	0,49	27,10	0,25	5,13	0,05	51,29	0,47	11,89	0,11
500	54,12	0,45	28,74	0,24	5,44	0,05	56,61	0,47	12,71	0,11

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 e de P encontram-se bem acima das recomendações do NRC (1996), para animais de 300 a 450 kg de PV (32 a 31 g/dia para Ca e 16 a 18 g/dia para P). Para K e Mg, as exigências líquidas para ganho (Tabela 4) representam uma pequena parcela das exigências dietéticas, tendo em vista as elevadas exigências de K para manutenção e a baixa disponibilidade do Mg alimentar, conforme observado e citado por Fontes (1995).

As exigências dietéticas totais de Na e Mg, em % da MS, foram próximas às estabelecidas pelo NRC (1996), de 0,06 a 0,08% da MS para Na e 0,10% da MS para Mg. As exigências de K foram inferiores às do referido conselho (0,60% da MS).

Se for considerado um consumo de MS de 2,4% do PV, as exigências dietéticas totais estimadas neste

experimento, expressas em % da MS, demonstraram uma tendência de diminuição, com o aumento do PV, para Ca, P, K e Mg e apresentaram-se praticamente constantes para o Na.

Conclusões

Houve diminuição nas concentrações dos cinco 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 8,70 e 3,46, respectivamente.

As exigências líquidas de Ca foram maiores do que as preconizadas pelo AFRC (1991) e pelo NRC (1996). As exigências líquidas de P foram semelhantes às do AFRC (1991), mas superiores às do NRC (1996).

As exigências dietéticas de Na e Mg foram semelhantes e as de K inferiores às relatadas pelo NRC (1996).

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 Abstracts and Review**, v.61, n.9, p.576-612, 1991.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: CAB International, 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. Nottingham: Nottingham University Press, 1996. p.341-350.
- CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1832-1843, 2000.
- 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: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1993. p.71-81.
- DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.545-554, 2000.
- ESTRADA, L.H.C. **Composição corporal e exigências de proteína, energia e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K), características da carcaça e desempenho de nelore e mestiços em confinamento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 128p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- EZEQUIEL, J.M.B. **Exigências de proteína e minerais de bovídeos: frações endógenas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 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 macroelementos 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: PEREIRA, J.C. (Ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.419-455.
- HALL, M.B. Recent advances in non-NDF carbohydrates for the nutrition of lactating cows. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.139-148.
- LANA, R.P. **Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos 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.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research and Reviews**, v.3, n.3, p.277-303, 1990.
- MARGON, A.L. **Requerimentos de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para engorda de novilhos zebu**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 74p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1981.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 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: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Exigências líquidas de macroelementos minerais de bovinos Nelore não-castrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.926-928.
- 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. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.467-504.
- 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.
- SPEARS, J.W. Minerals in forage. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION, 1994, Lincoln. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.281-317.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa. (Apostila). 1995.
- VELOSO, C.M.; VALADARES FILHO, S.C.; GESUALDI Jr., A. et al. Composição corporal e exigências energéticas e protéicas de bovinos F1 Limousin x Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1273-1285, 2002.
- 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: 07/05/02