

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

Antonia Sherlânea Chaves Vêras², Sebastião de Campos Valadares Filho³, José Fernando Coelho da Silva⁴, Mário Fonseca Paulino³, Paulo Roberto Cecon⁵, Rilene Ferreira Diniz Valadares⁶, Marcelo de Andrade Ferreira², Pedro Veiga Rodrigues Paulino⁷, Cleiton Vieira Rocha⁸

RESUMO - Utilizaram-se 30 animais Nelore, não-castrados, com idade e peso médios de 20 meses e 330 kg, para avaliar os efeitos da inclusão de concentrado sobre os requisitos líquidos e dietéticos de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e potássio (K). Após um período de adaptação (40 dias), cinco animais foram abatidos para servir como referência e os 25 restantes, distribuídos em cinco tratamentos (25,0; 37,5; 50,0; 62,5; e 75,0% de concentrado, na MS), em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. O peso de abate foi estabelecido como 450 kg. Ajustaram-se equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de Ca, P, Mg ou K, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (PCVZ), para cada nível de concentrado nas dietas. Derivando-se as referidas equações, obtiveram-se os requisitos líquidos para ganho de 1 kg de PCVZ (GPCVZ). Para estimativa dos requisitos dietéticos dos elementos inorgânicos avaliados, utilizaram-se os coeficientes médios de absorção estimados previamente, de 53,13; 37,33; 39,62; e 65,54%, para Ca, P, Mg e K, respectivamente. Os requerimentos líquidos dos elementos minerais diminuíram com o aumento do PCVZ dos animais. Para um animal de 400 kg de PV, as exigências líquidas foram de 8,18; 7,53; 0,21; e 2,77 g/kgGPCVZ, respectivamente, para Ca, P, Mg e K. Já os requisitos dietéticos para um bovino com este mesmo peso foram de 15,40; 20,17; 0,53; e 4,23 g/kg GPCVZ, respectivamente, para a mesma seqüência de minerais. Os requisitos de Ca, P, Mg e K diferiram dos preconizados pelos sistemas britânico e americano de exigências nutricionais.

Palavras-chave: composição corporal, exigências, macroelementos minerais, Nelore

Body Composition and Liquid and Dietary Requirements of Macrominerals of Nelore Bulls

ABSTRACT - Thirty Nelore bulls, averaging 20 months of age and 330 kg, were used to evaluate the effects of concentrate inclusion on the liquid and dietary requirements of calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg) and potassium (K). After a period of adaptation (40 days), five animals were slaughtered as reference and the 25 remaining were allotted to five treatments (25.0, 37.5, 50.0, 62.5, and 75.0% of concentrate, in DM), in a completely randomized design, with five replicates. The slaughter weight was established as 450 kg. Regression equations of the logarithm of Ca, P, Mg or K body content were fitted in function of the logarithm of the empty body weight (EBW), for the concentrate levels in the diets. By deriving these equations, liquid requirements for gain of 1 kg EBW (EBWG) were obtained. The previous average estimated coefficients of absorption, of 53.13, 37.33, 39.62, and 65.54%, for Ca, P, Mg and K, respectively, were used to determine the macrominerals dietary requirements. The macrominerals liquid requirements decreased as EBW increased. For a 400 kg LW animal, the liquid requirements were 8.18, 7.53, .21, and 2.77 g/kg EBWG, respectively, for Ca, P, Mg and K. The dietary requirements for a 400 kg LW bovine were 15.40, 20.17, .53, and 4.23 g/kg EBWG, respectively, for the same macrominerals sequence. The Ca, P, Mg and K requirements differed from the British and American nutritional requirements systems.

Key Words: body composition, requirements, macrominerals, Nelore

¹ Parte da tese de Doutorado do primeiro autor, parcialmente financiada pela FINEP.

² Professor do DZ/UFRPE. E.mail: sherlanea@uol.com.br

³ Professor do DZ/UFV.

⁴ Professor do LZNA-CCTA/UENF.

⁵ Professor do DINF/UFV.

⁶ Professor do DMV/UFV.

⁷ Bolsista PIBIC/DZ/UFV.

⁸ Aluno de Graduação em Zootecnia /UFV.

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 desempenho animal (DAYRELL, 1993).

Segundo NICODEMO (1999), a ingestão contínua de dietas deficientes ou desequilibradas em minerais essenciais pode desenvolver lesões bioquímicas, prejudicando as funções biológicas e levar a distúrbios estruturais que variam com o mineral, a intensidade e duração da deficiência, a idade, a condição sexual e a espécie animal.

No caso de ruminantes, um fornecimento adequado de minerais é importante para otimização da atividade microbiana no rúmen (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 1996), com sua deficiência produzindo impacto negativo sobre o crescimento microbiano, podendo induzir, ou não, redução da digestibilidade dos alimentos, dependendo da severidade da carência mineral (LENG, 1990; SPEARS, 1994) e da disponibilidade do mineral (SPEARS, 1994).

Os requisitos nutricionais de macroelementos minerais são geralmente estimados pelo método fatorial. A determinação das exigências líquidas para crescimento e engorda depende da deposição do mineral no corpo do animal que se verifica a diferentes idades e pesos, geralmente obtida com o abate dos animais e posterior determinação do conteúdo de minerais nos tecidos corporais (COELHO DA SILVA, 1995).

Aos requerimentos para ganho devem ser acrescentadas as quantidades de minerais necessárias para manutenção, que são relativas às necessidades para atender as perdas inevitáveis do corpo, ou seja, as secreções endógenas. A exigência líquida total é obtida pela soma dos requisitos para manutenção e ganho, que, após correção pelo coeficiente de absorção do elemento inorgânico no trato digestivo do animal, resulta na exigência dietética do animal (ARC, 1980; COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION - CSIRO, 1990; NRC, 1996).

O cálcio (Ca) e o fósforo (P) representam, juntos, cerca de 70% do total de elementos inorgânicos do corpo, segundo o NRC (1996) e, aproximadamente 99% do Ca no corpo é encontrado no esqueleto, sendo que o músculo contém 100 mg/kg de peso do material *in natura*, a gordura não contém Ca, e os ossos, de 100 a 200 g/kg. Cerca de 80% do P estão presentes

no esqueleto e esta fração está intimamente associada ao Ca presente nos ossos na forma de hidroxiapatita. Os ossos contêm de 50 a 100 g de P/kg, os músculos de 2 a 3 g/kg e a gordura contém quantidades mínimas, na forma de fosfolipídios (AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC, 1991; COELHO DA SILVA, 1995).

Os ossos contêm 2 g de magnésio (Mg) por kg de material fresco e a relação Ca:Mg é 55:1, sendo que 70% do Mg presente no corpo estão nos ossos, os músculos contêm 190 mg de Mg/kg (COELHO DA SILVA, 1995), enquanto 1% está associado aos espaços extracelulares (CSIRO, 1990).

Já em relação ao potássio (K), este mineral está presente nos ossos em quantidades mínimas, que correspondem a valores inferiores a 50 mg de K/kg, os músculos contêm 4 g/kg, os tecidos nervosos e secretórios, 3,5 g/kg, e o soro e fluidos, 200 mg/kg (COELHO DA SILVA, 1995). A CSIRO (1990) relatou menores concentrações de K no corpo de animais velhos ou gordos, porque o músculo contém mais K que outros tecidos. O ARC (1980) estimou os requisitos líquidos de Mg e K em 0,45 e 2 g/kg de GPCVZ, respectivamente, independente do PCVZ do animal.

A retenção de minerais depende da composição do ganho. Maiores deposições de gordura reduzem as deposições de elementos inorgânicos e, conseqüentemente, seus requerimentos pelos animais, já que as concentrações de minerais no tecido adiposo são menores que nos músculos e nos ossos. Portanto, fatores como condição sexual, grupo genético, peso e idade dos animais influenciam os requerimentos de minerais.

O ARC (1980), analisando resultados experimentais relativos a animais com peso de corpo vazio (PCVZ) variando entre 75 e 500 kg, concluiu não haver queda nas concentrações de Ca e P, com o aumento do PCVZ, adotando 14 e 8 g, respectivamente, tanto por kg de PCVZ, quanto por kg de ganho de PCVZ. A CSIRO (1990) também adotou os valores do ARC (1980). Contudo, era esperada queda nas concentrações dos minerais com o aumento da gordura corporal, pois os depósitos de gordura não contêm Ca e os triglicerídios dos depósitos adiposos contêm apenas quantidades negligenciáveis de P (COELHO DA SILVA, 1995; FONTES 1995).

O AFRC (1991), reexaminando o modelo adotado pelo ARC (1980), propôs nova metodologia para determinação dos requisitos de Ca e P, introduzindo o peso à maturidade e o peso vivo (PV), ao invés do

PCVZ. Assim, foi possível verificar decréscimo na deposição de Ca e P, à medida que o PV se eleva.

Segundo o AFRC (1991), para que ocorra desenvolvimento normal dos ossos, além de suprimento adequado de minerais, são necessários níveis adequados de proteína e energia. O NRC (1996) estimou os requerimentos líquidos de Ca e P para ganho de peso em função do ganho diário de proteína. Para Mg e K, recomendou médias de 0,10 e 0,6% na MS da dieta, respectivamente, como requisitos dietéticos.

Ainda são poucas as informações disponíveis no Brasil sobre os requerimentos de macroelementos minerais para bovinos de corte e, segundo COELHO DA SILVA (1995), os resultados são um tanto quanto desuniformes.

O presente trabalho foi conduzido objetivando avaliar o efeito de diferentes níveis de concentrado sobre a composição corporal e as exigências líquidas e dietéticas dos macroelementos inorgânicos (Ca, P, Mg e K), de bovinos Nelore não-castrados.

Material e Métodos

O local do experimento, as instalações, as dietas (proporção dos ingredientes e composição), o sistema de alimentação, o manejo utilizado, o ensaio de digestibilidade, os procedimentos de abate, as coletas de amostras, as análises químicas dos alimentos e as análises estatísticas foram descritos por VÉRAS et al. (2000a,b).

Foram utilizados 30 bovinos Nelore, não-castrados, com peso médio inicial de 330 kg e idade média de 20 meses. Após um período de adaptação de 40 dias, cinco animais foram abatidos para servir como referência para a estimativa do peso do corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal iniciais dos 25 remanescentes. Estes foram distribuídos em cinco tratamentos com diferentes níveis de concentrado na matéria seca das dietas (25,0; 37,5; 50,0; 62,5; e 75,0%), em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições.

Os conteúdos corporais de macroelementos minerais foram determinados em função das concentrações percentuais destes 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 entre a 9ª e 11ª costelas da meia-carcaça esquerda (seção HH), esta última representando a composição da carcaça.

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 K, em espectrofotômetro de chama.

Para predição das quantidades líquidas de macroelementos 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 K, 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 = efeito da média (intercepta); b = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo do macroelemento inorgânico, em função do logaritmo do PCVZ; X = logaritmo do PCVZ; 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, Mg e K para ganho de um kg de PCVZ, do tipo:

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

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

Os requisitos dietéticos dos elementos minerais foram estimados a partir da relação entre os requerimentos líquidos obtidos por meio das equações em conjunto obtidas neste trabalho e os respectivos coeficientes médios de absorção aparente, para cada elemento mineral, obtidos por VÉRAS et al. (2000a).

Para predição do PCVZ a partir do PV foi utilizada a equação geral obtida por VÉRAS et al. (2000b), ajustada para todos os dados: $PCVZ = -46,262 + 0,9911 PV$; $r^2 = 0,94$. O fator para a conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV obtido a partir desta equação foi igual a 1.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e potássio

Tabela 1 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos (kg) de cálcio, fósforo magnésio e potássio 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 (CONJ)

Table 1 - Parameters of the logarithm regression equations of calcium, phosphorus, magnesium and potassium contents (kg) in the empty body, on the empty weight logarithm (kg) of Nelore bulls, for the different levels of concentrate in the diet, and in overall

NC (%) LC	Parâmetros Parameters		
	Intercepta (a) Intercept	Coeficiente (b) Coefficient	r ²
	Cálcio (kg) Calcium		
25	-1,7661	1,0062	0,68
37,5	-0,6443	0,5422	0,32
50	-0,5467	0,5007	0,29
62,5	-0,8457	0,6258	0,47
75	0,0375	0,2609	0,15
Conj.	-0,5866	0,5214	0,21
Overall			
	Fósforo (kg) Phosphorus		
25	-1,7635	0,8847	0,62
37,5	-1,9854	0,9759	0,87
50	-1,9684	0,9685	0,90
62,5	-1,9548	0,9636	0,86
75	-1,2345	0,6656	0,83
Conj.	-1,6967	0,8585	0,61
Overall			
	Magnésio (kg) Magnesium		
25	-2,7773	0,8044	0,37
37,5	-2,2263	0,5762	0,23
50	-1,8833	0,4335	0,15
62,5	-1,8263	0,4112	0,17
75	-1,3918	0,2317	0,07
Conj.	-1,8711	0,4325	0,13
Overall			
	Potássio (kg) Potassium		
25	-3,3086	1,2816	0,85
37,5	-3,3286	1,2897	0,85
50	-3,1784	1,2284	0,86
62,5	-2,6096	0,9930	0,80
75	-2,7329	1,0435	0,82
Conj.	-2,8994	1,1155	0,79
Overall			

(K) no corpo vazio, em função do logaritmo 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 fun-

ção 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.

Os coeficientes de determinação (r²) das equações de regressão, especialmente para Ca, P e Mg, de modo geral, não mostraram bom ajustamento das equações aos dados, como pode ser verificado por VÉRAS et al. (2000b) para gordura, proteína e energia. Contudo, este comportamento também foi verificado por FONTES (1995), em compilação de dados de vários experimentos conduzidos no Brasil, e por PAULINO (1996), com zebuínos, cuja justificativa, possivelmente, seja devido às quantidades de minerais relativamente pequenas, em comparação ao PCVZ. Também, os animais do presente trabalho se encontravam em fase de engorda em confinamento, o que, para COELHO DA SILVA (1995), seria uma etapa em que, principalmente, as deposições de Ca e P seriam muito baixas, visto que a fase mais intensa de crescimento já havia sido concluída.

Os conteúdos de Ca, P, Mg e K por kg de ganho de PCVZ, ou seja, as exigências líquidas destes minerais para ganho de um kg de PCVZ são apresentadas na Tabela 2.

Os resultados demonstraram diminuição nas concentrações de Ca, P e Mg, com o aumento do peso vivo (PV), o que era esperado, já que VÉRAS et al. (2000b) observaram aumento da gordura corporal com a elevação do PV para todos os níveis de concentrado nas dietas e, segundo COELHO DA SILVA (1995) e FONTES (1995), quanto maior a deposição de gordura, menores os depósitos de minerais; além do fato de o tecido adiposo geralmente não conter Ca.

Os valores observados no presente trabalho são inferiores a 14 g/kg de ganho de PV, preconizado pelo ARC (1980), como exigência líquida diária de Ca para ganho de um quilograma. Para um animal pesando 400 kg de PV e ganhando um kg/dia, os resultados também são inferiores aos relatados pelo AFRC (1991), de 11,9 g/dia.

O decréscimo dos requisitos de Ca, P e Mg, são coerentes com vários relatos na literatura, entre eles os de FONTES (1995), em análise de vários trabalhos; PAULINO et al. (1997), com zebuínos; e FERREIRA et al. (1998a,b), que utilizaram bovinos F1 Simental-Nelore, não-castrados, alimentados com dietas semelhantes às do presente trabalho.

O AFRC (1991) também observou redução nas

Tabela 2 - Exigências líquidas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e potássio (K), em g/kg GPCVZ, de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV) ou do PCVZ

Table 2 - Calcium, phosphorus, magnesium and potassium liquid requirements, in g/kg EBWG, of Nelore bulls, in function of live weight (LW) or EBWG

PV (kg) LW	PCVZ (kg) EBWG	Exigências líquidas (g/kg GPCVZ) Dietary requirements (g/kg EBWG)			
		Ca	P	Mg	K
300	251,07	9,60	7,90	0,25	2,66
350	300,62	8,80	7,70	0,23	2,72
400	350,18	8,18	7,53	0,21	2,77
450	399,73	7,68	7,39	0,19	2,81

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

A exigência líquida de Ca, para um animal de 400 kg de PV, foi de 8,18 g. Este valor é bastante próximo a 8,63 g, obtidos por PAULINO et al. (1997), e 20,81% inferior ao relatado por FERREIRA et al. (1998a), para o mesmo PV. Já em relação ao P, os requisitos líquidos de um animal pesando 400 kg (7,53 g) foram quase 100% superiores aos observados pelos referidos autores, porém mais próximos do relatado por FONTES (1995), de 6,87, para animais não-castrados.

Vale salientar que os valores obtidos no presente trabalho são superiores aos 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 o modelo matemático proposto pelo AFRC (1991) para um bovino com 400 kg de PV e, considerando-se peso à maturidade de 450 kg, os requerimentos líquidos estimados para Ca e P por kg de ganho seriam de 10,09 e 5,96 g, respectivamente. Os valores obtidos para Ca são inferiores, e os para P, superiores aos estimados conforme metodologia proposta pelo referido conselho. COELHO DA SILVA (1995), comparando dados obtidos no Brasil com os estimados segundo metodologia preconizada pelo

AFRC (1991), concluiu que as estimativas das exigências líquidas de Ca e P diferiram em torno de 100% daquelas propostas pelo referido conselho.

Utilizando-se os requisitos líquidos de proteína obtidos por VÉRAS et al. (2000b), para um animal pesando 400 kg, e as exigências líquidas de Ca e P obtidos no presente trabalho, as relações g Ca/100g de proteína retida e g P/100g de proteína retida foram iguais a 5,17 e 4,76, respectivamente. Estes valores diferiram dos preconizados pelo NRC (1996), que são iguais a 7,10 e 3,90, respectivamente.

As exigências líquidas de Mg verificadas no presente trabalho são inferiores às estimadas pelo ARC (1980) e as relatadas por FERREIRA et al. (1998b), porém similares as encontradas por PAULINO et al. (1997), para zebuínos. Já em relação aos resultados obtidos para K, estes foram mais elevados que o predito pelo ARC (1980) e os obtidos por PAULINO et al. (1997), FERREIRA et al. (1998b), entre outros.

A partir dos coeficientes médios de absorção aparente determinados por VÉRAS et al. (2000a), de 53,13; 37,33; 39,62; e 65,54%, para Ca, P, Mg e K, respectivamente, e das estimativas das exigências líquidas para ganho, foram estimados os requisitos dietéticos de Ca, P, Mg e K, por kg de ganho de PCVZ (Tabela 3), o que corresponde às exigências para ganho de um kg de PV já que o fator de conversão dos requerimentos de GPCVZ em ganho de PV, obtido por VÉRAS et al. (2000b), foi igual a um.

As exigências dietéticas de Ca e P para um animal com 400 kg de PV, ganhando um kg por dia, diferiram das preditas pelo NRC (1996), que são de 19 e 8 g/dia, respectivamente. Vale ressaltar que os requerimentos obtidos no presente trabalho foram determinados utilizando-se o coeficiente médio de absorção aparente determinado previamente por VÉRAS et al. (2000a), e não a partir de relatos na literatura.

Tabela 3 - Exigências dietéticas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e potássio (K), em g/kg GPCVZ, de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV) ou do PCVZ

Table 3 - Calcium, phosphorus, magnesium and potassium dietary requirements, in g/kg EBWG, of Nelore bulls, in function of the live weight (LW) or EBWG

PV (kg) LW	PCVZ (kg) EBWG	Exigências líquidas (g/kg GPCVZ) Dietary requirements (g/kg EBWG)			
		Ca	P	Mg	K
300	251,07	18,07	21,16	0,63	4,06
350	300,62	16,56	20,63	0,58	4,15
400	350,18	15,40	20,17	0,53	4,23
450	399,73	14,46	19,80	0,48	4,29

Conclusões

As exigências líquidas de Ca foram menores e as de P, maiores, que as preconizadas pelo AFRC (1991) e pelo NRC (1996).

Os requerimentos líquidos de Mg foram inferiores e os de K, superiores, aos relatados pelo ARC (1980).

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1991. Technical committee on responses to nutrients, Report 6. A reappraisal of the calcium and phosphorous requirements of sheep and cattle. *Nut. Abs. Rev.*, 61(9):576-612.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1980. *The nutrient requirements of ruminants livestock*. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 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, 1995, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: DZO, 1995. p. 467-504.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION - CSIRO. 1990. *Feeding standards for Australian livestock - ruminants*. Victoria: Australia Agricultural Council. 266p.
- DAYRELL, M.S. Suplementação mineral para vacas de leite de alta produção. In: MINI-SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL. NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE GADO LEITEIRO, 9., 1993, Valinhos. *Anais...* Campinas: C.B.N.A., 1993. p.71-81.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., VALADARES, R.F.D. et al. Composição corporal e exigências, de cálcio e fósforo para ganho de peso de bovinos F₁ Simental x Nelore, não castrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu, SP: SBZ, 1998a. p.389-391.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., VALADARES, R.F.D. et al. Composição corporal e exigências de magnésio, sódio e potássio para ganho de peso de bovinos F₁ Simental x Nelore, não castrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu, SP: SBZ, 1998b. p.392-394.
- 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: DZO, 1995. p.419-455.
- LENG, R.A. 1990. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forrages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nut. Res. Rev.*, 3(3):277-303.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1984. *Nutrient requirements of beef cattle*. 6.ed. Washington, D.C. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. *Nutrients requirements of beef cattle*. 7.ed. Washington, D.C. 242p.
- NICODEMO, M.L.F. Diagnóstico de deficiências minerais em bovinos. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE. 1999, Goiânia, GO. *Anais...*Goiânia, GO: CBNA, 1999, p.57-80.
- PAULINO, M.F. *Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos de quatro raças zebuínas em confinamento*. Viçosa, MG: UFV, 1996. 80 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- PAULINO, M.F., FONTES, C.A.A., JORGE, A.M. et al. Exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) para ganho de peso de bovinos não castrados de quatro raças zebuínas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora, MG. *Anais ...* Juiz de Fora: SBZ, 1997, p.19-21.
- SPEARS, J.W. Minerals in forage. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) *Forage quality, evaluation and utilization*. American Society of Agronomy. NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION, 1994. p.281-317.
- VÉRAS, A.S.C., VALADARES FILHO, S.C.V., COELHO DA SILVA, J.F. et al. 2000a. Consumo e digestibilidade aparente em bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. *Rev. bras. zootec.*, 29(6):2367-2378 (supl. 2).
- VÉRAS, A.S.C., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. et al. 2000b. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. *Rev. bras. zootec.*, 29(6):2379-2389 (supl. 2).

Recebido em: 01/12/99

Aceito em: 21/02/01