

Exigências Líquidas e Dietéticas de Energia, Proteína e Macroelementos Minerais de Bovinos de Corte no Brasil¹

Fabiano Ferreira da Silva², Sebastião de Campos Valadares Filho³, Luís Carlos Vinhas Ítavo⁴, Cristina Mattos Veloso², Rilene Ferreira Diniz Valadares⁵, Paulo Roberto Cecon⁶, Pedro Veiga Rodrigues Paulino⁷, Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes⁷

RESUMO - Foram utilizados dados parciais ou totais de vários experimentos sobre exigências nutricionais de bovinos, nos quais foi usada a técnica do abate comparativo, abate de uma amostra representativa dos animais experimentais no início do período de alimentação e determinação da composição do corpo vazio. Os conteúdos de gordura, proteína, energia, Ca, P, Mg, Na e K retidos no corpo dos animais de cada grupamento racial foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, gordura, energia, Ca, P, Mg, Na e K, em função do logaritmo do peso de corpo vazio (PCVZ). As exigências líquidas de proteína, energia, Ca, P, Mg, Na e K foram obtidas a partir de equação $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, sendo "a" e "b" o intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de gordura, proteína, energia, Ca, P, Mg, Na ou K. A energia líquida para manutenção (ELm) foi obtida pelos valores médios, de todos os trabalhos, para os diferentes grupos raciais. As eficiências de utilização da energia metabolizável (EUEM) para manutenção (k_m) e ganho de peso (k_p) foram estimadas a partir da relação entre os teores de energia líquida, para manutenção ou ganho, respectivamente, em função da EM da dieta. Para a análise de todos os dados agrupados, entre animais zebuínos e F1 (E x Z) e entre animais mestiços leiteiros e Holandeses, aplicou-se o teste de identidade de modelos. A relação ganho de PCVZ/ganho de peso vivo em jejum (GPVJ) dos animais zebuínos, F1, mestiços leiteiros e Holandeses foi 0,96; 1,00; 0,94 e 0,86, respectivamente. As equações obtidas para estimativa da proteína retida (PR), em função do GPVJ e da energia retida (ER) foram: $PR = -17,6968 + 192,31 \text{ GPVJ} - 3,8441 \text{ ER}$, para animais zebuínos e $PR = 31,4045 + 107,039 \text{ GPVJ} + 5,632 \text{ ER}$, para F1. As energias líquidas para ganho (ELg) podem ser obtidas pelas equações $ELg = 0,0435 \times \text{PCVZ}^{0,75} \times \text{GDPCVZ}^{0,8241}$, para animais zebuínos e $ELg = 0,0377 \times \text{PCVZ}^{0,75} \times \text{GDPCVZ}^{1,0991}$, para animais F1. A média dos valores de ELm para zebuínos, F1, mestiços leiteiros e Holandeses foram 71,30; 70,77; 79,65 e 88,97 kcal/PCVZ^{0,75}, respectivamente. As EUEM para manutenção (k_m) e ganho (k_p) variaram de 0,65 a 0,63 e de 0,25 a 0,37, respectivamente, para dietas com concentração de EM variando de 2,2 a 2,7 Mcal/kg de matéria seca. A exigência de P foi superior e as de Na e K, inferiores às recomendações do NRC (1996). As exigências de Ca e Mg foram semelhantes às do NRC (1996).

Palavras-chave: eficiência de utilização de energia, F1, Holandês, mestiço, novilhos inteiros, requerimento, zebu

Net and Dietary Energy, Protein and Macrominerals Requirements of Beef Cattle in Brazil

ABSTRACT - Partial or total data, from several works, on nutritional requirements of bovine, were utilized. In all the experiments, the comparative slaughter technique was used, with the slaughter of a representative sample of the experimental animals at the beginning of the feeding period and the determination of the empty body composition. The fat, protein, energy, Ca, P, Mg, Na and K contents retained in the animal body of each breed group were estimated by regression equations of the logarithm of protein, fat, energy, Ca, P, Mg, Na and K contents in the body, in function of the logarithm of empty body weight (EBW). The net protein, energy, Ca, P, Mg, Na and K requirements were determined by 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 fat, protein, energy, Ca, P, Mg, Na or K contents in the body. The net energy requirement for maintenance (NEm) was estimated as the mean value for the different breed groups from all the works. The metabolizable energy efficiencies of utilization (MEEU) for maintenance (k_m) and for weight gain (k_p) were calculated from the relation among the net energy concentration, for maintenance or gain, respectively, in function of the ME of the diet. To analyse all the grouped data, the data from zebu and F1 (E x Z) animals, and the data from dairy crossbred and Holstein animals, the identity of models test was applied. The zebu, F1, dairy crossbred and Holstein animals EBW gain/BW gain relation were 0.96, 1.00, 0.94 and 0.86, respectively. The equations to estimate the retained protein (RP), in function of BW gain (BWG) and retained energy (RE), were: $RP = -17.6968 + 192.31 \text{ BWG} - 3.8441 \text{ RE}$, for zebu and $RP = 31.4045 + 107.039 \text{ BWG} + 5.632 \text{ RE}$, for F1 animals. The net energy requirement for gain (NEg) can be obtained by the equations $NEg = 0.0435 \times \text{EBW}^{0.75} \times \text{EBWG}^{0.8241}$, for zebu animals, and $NEg = 0.0377 \times \text{EBW}^{0.75} \times \text{EBWG}^{1.0991}$, for F1 animals. The NEm mean values for zebu, F1, dairy crossbred and Holstein were 71.30; 70.77; 79.65 and 88.97, respectively. The MEEU for maintenance (k_m) and for gain (k_p) ranged from 0.65 to 0.63 and from 0.25 to 0.37, respectively, for diets with ME concentration varying from 2.2 to 2.7 Mcal/kg of dry matter. The P requirement was superior and Na and K were inferior than the NRC (1996) recommendations. The Ca and Mg requirements were similar to that of NRC (1996).

Key Words: bull, crossbred, efficiency of energy utilization, F1, Holstein, requirement, zebu

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

Introdução

Os componentes químicos (água, proteína, gordura e minerais) do corpo variam, durante o crescimento. Fatores como idade, peso, espécie, raça, classe sexual e nível de ingestão de energia influenciam estas variações e conduzem a diferenças nos requisitos nutricionais dos animais (Garret, 1980). A avaliação desta composição corporal é necessária para determinação dos requerimentos nutricionais dos animais.

À medida que a maturidade avança, ocorre aumento na proporção de gordura e concomitante decréscimo nas concentrações de água, proteína e minerais no corpo animal (AFRC, 1993). As diferenças nas exigências de energia e proteína para ganho de peso devem-se às diferenças na composição do ganho, já que os requisitos líquidos de energia para crescimento consistem na quantidade de energia depositada nos tecidos, que é função das proporções de gordura e proteína no ganho do corpo vazio, e as exigências líquidas de proteína são função do conteúdo de matéria seca livre de gordura do peso ganho (NRC, 1996).

As principais diferenças em relação ao sexo dos animais são observadas quanto ao tecido adiposo. Considerando-se animais pertencentes à mesma raça e com peso de corpo vazio (PCVZ) similar, fêmeas possuem maior quantidade corporal de gordura que machos castrados, e estes, mais que os inteiros (Lana, 1991). Este comportamento se reflete nas concentrações de energia corporal e nas respectivas exigências energéticas para ganho.

Garrett (1980) descreve uma equação para estimar a exigência líquida para ganho (ELg), em função do peso de corpo vazio (PCVZ) e do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ): $ELg = 0,0635 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,097}$. Para estimar a energia líquida para manutenção (ELm) o NRC (1996) adota o valor de 77 kcal/PCVZ^{0,75}, obtido por Lofgreen & Garrett (1968). No Brasil, os dados sempre foram gerados em separado e poucos são os trabalhos que tentaram agrupá-los para dar maior consistência aos resultados. Fontes (1995) e Boin (1995), analisando dados de vários experimentos, observaram aumento da ELg com o aumento do peso vivo (PV) dos animais para determinada taxa de ganho, mas não foi descrita nenhuma equação que pudesse estimar esta exigência em função do peso e da taxa de ganho do animal. Boin (1995), analisando três experimentos em que se

utilizaram animais Nelore inteiros, obteve valores de ELm variando de 69,8 a 78 kcal/PCVZ^{0,75}. Dos trabalhos individuais realizados na Universidade Federal de Viçosa, os valores de ELm, para animais zebuínos inteiros, variaram de 47 kcal/PCVZ^{0,75} (Salvador, 1980) a 82,79 kcal/PCVZ^{0,75} (Véras, 2000).

Em relação às exigências líquidas de proteína para ganho, à medida que aumentam o PV e as taxas de ganho de peso do animal, ocorre diminuição das mesmas, fato descrito pelas duas edições do NRC (1984, 1996), em que: proteína retida = ganho de peso vivo em jejum \times (268 - (29,4 \times (ELg/ganho de peso vivo em jejum)). No Brasil, tendência semelhante foi obtida por Fontes (1995) e Boin (1995), entre outros vários trabalhos individuais. Os requisitos líquidos de proteína para manutenção, de acordo com o AFRC (1993), baseiam-se no N endógeno basal (NEB), que inclui perdas urinárias endógenas e parte do chamado nitrogênio metabólico fecal (NMF), mais perdas por descamação de tecidos e pêlos e, admitindo-se eficiência igual a 1, a proteína metabolizável para manutenção é calculada como sendo 2,30 g/kg PV^{0,75}/dia. Já o NRC (1996) recomenda o valor de 3,8 g/kg PV^{0,75}/dia como exigência de proteína metabolizável para manutenção. No Brasil, Ezequiel (1987) obteve exigências de proteína metabolizável para manutenção de 1,72 e 4,28 g/kg PV^{0,75}/dia para novilhos Neloeres e Holandeses, respectivamente, enquanto Valadares (1997), utilizando outra metodologia para estimar tanto as perdas endógenas fecais, por intermédio da regressão entre a ingestão de N digestível (Y) e a ingestão de N (X), quanto as perdas urinárias endógenas, pela regressão entre a excreção de N total urinário (Y) e a ingestão de N (X), obteve exigências de proteína metabolizável para manutenção de 4,13 g/kg PV^{0,75}/dia.

O NRC (1996) estimou 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, K e Na, este Conselho recomendou médias de 0,1, 0,6 e 0,06-0,08% na MS da dieta, respectivamente, como requisitos dietéticos. No Brasil, 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; Paulino et al., 1999; Véras, 2000). Fontes (1995) realizou a análise conjunta de alguns destes trabalhos e observou que as concentra-

ções dos macrominerais (Ca, P, Mg, K 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, K e Na de 12,25; 7,22; 0,37; 1,76; e 0,89 g/dia, respectivamente.

Os requerimentos dietéticos dos nutrientes são obtidos a partir da correção dos requisitos líquidos por um fator de eficiência de utilização, o que pode, talvez, se constituir em uma das maiores dificuldades na determinação da experimentação animal, havendo poucos dados nacionais.

O NRC (1996) apresentou valores de eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso (k_p), de 29 a 47,3%, para rações com diferentes proporções volumoso:concentrado, cujos teores de energia metabolizável (EM) variaram de 2,0 a 3,2 Mcal/kg de matéria seca. A eficiência de utilização da EM para manutenção (k_m) apresentou, segundo o NRC (1996), valores de 58 a 69%, para rações com teores de EM variando de 2,0 a 3,2 Mcal/kg de MS, respectivamente. O AFRC (1993) desenvolveu equações lineares para o cálculo da k_f e da k_m a partir da metabolizabilidade da energia bruta da dieta. No Brasil, Boin (1995), analisando três experimentos com animais Nelore, obteve k_m variando de 61,2 a 69,1% e k_f variando de 32,3 a 45,6%. Vêras (2000), analisando dados de dois experimentos, obteve valores de k_f variando de 37 a 50% para dietas com teores de EM de 2,4 a 2,6 Mcal/kg de MS, respectivamente, e k_m de 56%.

O AFRC (1993) preconizou eficiência de utilização da proteína metabolizável (PM) para ganho de peso como 59%, enquanto o NRC (1996) considera que a eficiência de utilização da PM varia de acordo com o PV.

Com relação aos coeficientes de absorção dos macrominerais, o NRC (1996) recomendou valores médios para o Ca e P de 50 e 68%, respectivamente, e uma faixa de variação de 10 a 37% para o Mg. O AFRC (1991) citou valores médios de absorção do Ca e P de 68 e 58 % e o ARC (1980), de 100, 17 e 91% para o K, Mg e Na, respectivamente. Segundo Silva (1995), as informações sobre os coeficientes de absorção de macrominerais inorgânicos, no Brasil, 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 extre-

mamente alto (52,2%), comparado com o do ARC (1980), de 17%, e, para o Na, foi, em média, baixo (63,2%), em relação aos 91% adotados pelo ARC (1980). Para o K, o valor médio foi 62,7%.

O objetivo deste trabalho foi agrupar os dados sobre exigências líquidas de proteína, energia e macrominerais existentes no Brasil e utilizar as eficiências de utilização destes nutrientes mais coerentes publicadas no Brasil e no exterior para construir as exigências dietéticas.

Material e Métodos

Neste trabalho, foram utilizados parcial ou totalmente dados dos artigos discriminados na Tabela 1, para determinação das exigências. Em todos os experimentos, foi usada a técnica do abate comparativo, abate de uma amostra representativa dos animais experimentais no início do período de alimentação, determinação da composição do corpo vazio, por intermédio da pesagem de todos os seus componentes (órgãos, vísceras, sangue, couro, cabeça, patas, rabo e carcaça). Amostras representativas foram tiradas de cada componente após moagem ou serra-gem e homogeneização. O sangue foi pesado e amostrado após o abate. A determinação dos teores de extrato etéreo, proteína e macrominerais foi realizada segundo métodos tradicionais para os tipos de amostras usadas; maiores detalhes podem ser obtidos nos trabalhos originais.

As exigências foram agrupadas em categorias raciais, como:

1. Zebuínos - Animais das raças Nelore, Tabapuã, Guzerá, Gir e os chamados de "Azebuados";
2. F1 (E x Z) - Animais cruzados filhos de pais de raças européia de corte e matrizes zebuínas;
3. Mestiços leiteiros - Animais 1/2, 3/4 ou 5/8 Holandês-Zebu; e
4. Holandês - Animais com grau de sangue igual ou superior a 7/8 Holandês-Zebu.

A determinação da energia corporal foi obtida a partir dos teores corporais de proteína e gordura e seus respectivos equivalentes calóricos, conforme a equação preconizada pelo ARC (1980):

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

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

Os conteúdos de gordura, proteína, energia, Ca, P, Mg, Na e K retidos no corpo dos animais de cada agrupamento racial foram estimados por meio de equa-

Tabela 1 - Autores, dados experimentais e dados utilizados dos mesmos para análise conjunta
 Table 1 - Authors, experimental data and data used for overall analysis

Autores Authors	Raça Breed	PVI	PA	CS	Nº An	PB	Ener	Exigências líquidas para ganho Net requirements for gain							
								Ca	P	Mg	Na	K	ELm		
Salvador, 1980	Azebuado	350	144 d	I	40										X
	Nelore	213	420	I	10	X	X								X
Teixeira, 1984	Mestiço Leiteiro	213	420	I	30	X	X								X
	Holandês	213	420	I	10	X	X								X
	Nelore	252	450	I	22	X	X			X	X				X
Pires, 1991	F1 Marchig/Nel	330	500	I	22	X	X			X	X				X
	F1 Limousin/Nel	339	500	I	22	X	X			X	X				X
	Nelore	295	450	I	16	X	X			X	X				X
Soares, 1994	F1 Angus/Nel	405	500	I	14	X	X			X	X				X
	Mestiço Leiteiro	358	500	I	16	X	X			X	X				X
Boin, 1995	Nelore	170	440	I						X	X				X
	Nelore	295	450	I	16	X	X								X
Freitas, 1995	F1 Angus/Nel	405	500	I	14	X	X								X
	Mestiço Leiteiro	358	500	I	16	X	X								X
	Nelore	376	450	I	15	X	X			X	X				X
Paulino, 1996	Tabapuã	369	450	I	16	X	X			X	X				X
	Guzerá	362	450	I	16	X	X			X	X				X
	Gir	358	450	I	16	X	X			X	X				X
Araújo, 1997	Mestiço Leiteiro	60	300	I	48										X
Rocha, 1997	Holandês	202	300	I	16										X
Signoretto, 1998	Holandês	78	300	I	52	X	X			X	X				X
Ferreira, 1998	F1 Simental/Nel	354	500	I	29	X	X			X	X				X
Véras, 2000	Nelore	330	450	I	35	X	X			X	X				X
Veloso, 2001	F1 Limousin/Nel	330	500	I	50	X	X			X	X				X
Silva, 2001	Nelore	240	450	I	40	X	X			X	X				X

Abreviaturas: PVI = peso vivo inicial; PA = peso médio de abate; CS = condição sexual (I = inteiro, C = castrado); Nº An = número de animais; PB = proteína bruta; Ener = energia; Ca = cálcio; P = fósforo; Mg = magnésio; Na = sódio; K = potássio; ELm = energia líquida para manutenção.

Abbreviations: ILW = initial/live weight; SW = average slaughter weight; SC = sexual condition (I = entire, C = castrated); Nº An = number of animals; CP = crude protein; Ener = energy; Ca = calcium; P = phosphorus; Mg = magnesium; Na = sodium; K = potassium; ELm = net energy for maintenance.

ções de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, gordura, energia, Ca, P, Mg, Na ou K, em função do logaritmo do PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$$Y = a + bX + e$$

em que: Y = logaritmo do conteúdo total de proteína (kg), gordura (kg), energia (Mcal), Ca (kg), P (kg), Mg (kg), Na (kg) ou K, (kg) retido no corpo vazio; a = constante; b = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo de proteína, gordura, energia, Ca, P, Mg, Na ou K, em função do logaritmo do PCVZ; X = logaritmo do PCVZ; e = erro aleatório.

Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de gordura, proteína, energia, Ca, P, Mg, Na ou K, em função do logaritmo do PCVZ, foram obtidas as equações de predição dos conteúdos de gordura, proteína, energia, Ca, P, Mg, Na e K por kg de ganho de PCVZ. As exigências líquidas de proteína, energia, Ca, P, Mg, Na e K para ganho de 1 kg de PCVZ corresponderam aos respectivos conteúdos no ganho de corpo vazio e foram obtidas, juntamente com o conteúdo de gordura no ganho de corpo vazio, a partir de equação do tipo:

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

em que: Y' = conteúdo de gordura no ganho, ou exigência líquida de proteína, energia, Ca, P, Mg, Na e K; a e b = intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de gordura, proteína, energia, Ca, P, Mg, Na ou K; e X = PCVZ (kg).

Para conversão do PV em PCVZ, dentro do intervalo de pesos incluídos nos trabalhos, utilizou-se a relação obtida entre o PCVZ de todos os animais analisados, em função dos respectivos PV. Para conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV, utilizou-se o fator obtido a partir dos dados experimentais analisados.

Foi efetuada equação de regressão entre a energia retida (ER) e o ganho diário de PCVZ (GDPCVZ) para dado PCVZ, assim como uma equação de regressão entre a proteína retida (PR), em função do ganho de peso vivo em jejum (GPVJ) e da ER, conforme preconizado pelo NRC (1984, 1996). Para a realização destas duas equações, utilizaram-se os dados de Teixeira (1984), somente para animais Nelore, Ferreira (1998), Vêras (2000), Veloso (2001) e Silva (2001).

A energia líquida para manutenção (ELm) foi obtida por intermédio dos valores médios de todos os trabalhos para os diferentes grupos raciais.

Os requisitos de proteína metabolizável para

manutenção (PMm) e ganho (PMg) e as exigências de proteína bruta foram obtidos segundo o NRC (1996).

As eficiências de utilização da energia metabolizável (EUEM) para manutenção (k_m) e ganho de peso (k_f) foram estimadas a partir da relação entre os teores de energia líquida, para manutenção ou ganho, respectivamente, em função da EM da dieta, segundo Garrett (1980). Os requisitos de EM para manutenção e ganho foram obtidos pelas relações entre as exigências líquidas e as respectivas EUEM. As exigências de NDT foram calculadas dividindo-se as exigências de EM por 0,82, obtendo-se as exigências de energia digestível (ED) e, posteriormente, dividindo-se as exigências de ED por 4,409.

Para estimar as exigências de 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, Mg, Na e K, e a biodisponibilidade destes elementos nos alimentos, segundo o ARC (1980) e o NRC (1996), conforme pode ser visualizado na Tabela 2.

Para a análise dos dados agrupados, entre animais zebuínos e F1 (E x Z) e entre animais mestiços leiteiros e Holandeses, aplicou-se o teste de identidade de modelos, proposto por Regazzi (1996), nas

Tabela 2 - Perdas endógenas totais e biodisponibilidade de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio nos alimentos

Table 2 - Total endogenous losses and bioavailability of calcium, phosphorus, magnesium, sodium and potassium of feeds

Elemento (kg)	Perdas endógenas totais ²	Biodisponibilidade (%)
Element	Total endogenous losses	Bioavailability (%)
Ca	$[-0,74+0,0079PV+0,66CMS^3]$	50 ¹
P	$1,6x[-0,06+0,693CMS]$	68 ¹
Mg	3,0 mg/kg PV/dia	17 ²
Na	6,8 mg/kg PV/dia	91 ²
K		100 ²
Fecal	2,6 g/kg MS consumida	
Urínaria	37,5 mg/kg PV	
Urinary		
Salivar	0,7 g/100 kg PV	
Saliva		
Através da pele	1,1 g/dia	
Through skin		

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, 1996 and AFRC, 1991).

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

equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura, proteína, energia, Ca, P, Mg, Na ou K no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio.

Resultados e Discussão

Na Tabela 3 estão apresentadas as relações entre PCVZ e PV e entre ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) e ganho de peso vivo em jejum (GPVJ). Para o cálculo destas relações foram utilizados os dados dos experimentos que forneceram os dados para os cálculos das exigências. Observa-se que os animais zebuínos e os meio-sangue (F1 E x Z) apresentaram um relação PCVZ/PV de 0,88, próxima ao valor recomendado pelo NRC (1996), 0,891, e superior ao dos animais holandeses e de seus mestiços, que foi 0,83. Os animais leiteiros apresentam maior tamanho do trato gastrintestinal e, conseqüentemente, maior conteúdo de digesta que os animais zebuínos (Gonçalves, 1988), acarretando menor relação PCVZ/PV. A relação GPCVZ/GPVJ dos animais zebuínos foi semelhante ao valor utilizado pelo NRC (1996), de 0,96, e os valores dos animais F1, mestiços leiteiros e Holandeses foram 1,00; 0,94; e 0,86, respectivamente. O NRC (2001), para gado de leite, adota o mesmo valor da relação GPCVZ/GPVJ do NRC (1996), para gado de corte (0,96), para as novilhas leiteiras em crescimento. Os dados dos animais holandeses foram obtidos por intermédio de médias dos experimentos, pois os mesmos não se encontravam disponíveis para a análise em conjunto. A relação PCVZ/PV de cada grupo genético será utilizada para a transformação do PCVZ em PV e as exigências que forem calculadas em função do GPCVZ serão convertidas para ganho de PV pela multiplicação da relação GPCVZ/GPVJ do grupo genético em questão.

Os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura (kg), proteína (kg) e energia (Mcal) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso de corpo vazio (kg) de diferentes grupos genéticos, estão apresentados na Tabela 4. Foi aplicado o teste de identidade de modelos à estas equações de regressão, indicando haver diferença entre os grupos genéticos, tanto em análise geral dos quatro grupos, quanto em análise entre animais zebuínos e F1 (E x Z) e entre mestiços leiteiros e Holandeses. Assim, os resultados de exigências serão expressos separadamente para cada grupo genético.

Na Tabela 5 estão as exigências líquidas de

Tabela 3 - Relação ganho médio diário de peso de corpo vazio (GPCVZ) e ganho de peso vivo em jejum (GPVJ) e relação peso de corpo vazio (PCVZ) e peso vivo (PV)

Table 3 - Average daily empty body weight gain (EBWG) and fast live weight gain (FLWG) relation and empty body weight (EBW) and live weight (LW) relation

Grupo genético <i>Genetic group</i>	GPCVZ/GPVJ <i>EBWG/FLWG</i>	PCVZ/PV <i>EBW/LW</i>
1. Zebu	0,9628	0,8809
2. F1 (E x Z)	1,0065	0,8852
3. Mestiço leiteiro <i>3. Dairy crossbred</i>	0,9424	0,8309
4. Holandês <i>4. Holstein</i>	0,8552 ± 0,0185	0,8327

Tabela 4 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura (kg), proteína (kg) e energia (Mcal) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso de corpo vazio (kg) de diferentes grupos genéticos e os respectivos coeficientes de determinação (r²)

Table 4 - Parameters of logarithm regression equations of fat (kg), protein (kg) and energy (Mcal) contents in empty body, on empty body weight (kg) logarithm of different genetic groups and respective coefficients of determination (r²)

Grupo genético <i>Genetic group</i>	Parâmetro <i>Parameter</i>		
	Intercepto (a) <i>Intercept (a)</i>	Coefficiente (b) <i>Coefficient (b)</i>	r ²
Gordura (kg) <i>Fat (kg)</i>			
1. Zebu	-2,6217	1,7462	0,83
2. F1 (E x Z)	-3,7344	2,1181	0,84
3. Mestiço leiteiro	-0,5516	0,9247	0,75
4. Holandês	-2,4771	1,6848	0,89
Proteína (kg) <i>Protein (kg)</i>			
1. Zebu	-0,3210	0,8350	0,90
2. F1 (E x Z)	-0,3019	0,8471	0,84
3. Mestiço leiteiro	-0,7330	1,0023	0,98
4. Holandês	-0,7758	1,0144	0,99
Energia (Mcal) <i>Energy (kg)</i>			
1. Zebu	-0,5224	1,3827	0,89
2. F1 (E x Z)	-0,9098	1,5072	0,88
3. Mestiço leiteiro	0,5413	0,9626	0,92
4. Holandês	-0,3813	1,3193	0,95

1. Zebu (*Zebu*).
2. F1 (E x Z).
3. Mestiço leiteiro (*Dairy crossbred*).
4. Holandês (*Holstein*).

proteína (g) e energia (Mcal), por kg de GPCVZ, e o conteúdo de gordura no ganho de peso do corpo vazio (g/kg GPCVZ), em função do peso vivo (PV) ou do PCVZ de cada grupo genético. Os animais zebuínos

Tabela 5 - Exigências líquidas de proteína (g) e energia (Mcal), por kg de GPCVZ, e conteúdo de gordura no ganho de peso do corpo vazio (g/kg GPCVZ), em função do peso vivo (PV)

Table 5 - Protein (g) and energy (Mcal) net requirements, by kg EBWG, and fat content in empty body weight gain (g/kg EBWG), in function of live weight (LW)

PV (kg) LW (kg)	Exigência Requirement		Conteúdo de gordura (g/kg GPCVZ) Fat content (g/kg EBWG)
	Proteína (g/kg GPCVZ) Protein (g/kg EBWG)	Energia (Mcal/kg GPCVZ) Energy (g/kg EBWG)	
Zebu			
250	163,72	3,27	233,69
300	158,87	3,51	267,75
350	154,88	3,72	300,39
400	151,51	3,92	331,86
450	148,59	4,10	362,35
500	146,03	4,27	391,99
F1 (E x Z)			
250	185,13	2,87	163,48
300	180,04	3,15	200,45
350	175,85	3,40	238,15
400	172,30	3,64	276,50
450	169,22	3,87	315,42
500	166,52	4,08	354,86
Mestiço leiteiro Dairy crossbred			
250	187,64	2,74	173,74
300	187,72	2,72	171,37
350	187,79	2,71	169,39
400	187,84	2,69	167,70
450	187,89	2,68	166,22
500	187,94	2,67	164,90
Holandês Holstein			
250	183,57	3,02	217,32
300	184,05	3,20	246,22
350	184,46	3,36	273,64
400	184,81	3,50	299,84
450	185,13	3,64	325,03
500	185,41	3,76	349,34

apresentaram menor exigência líquida de proteína para ganho e maior conteúdo de gordura e, conseqüentemente, maior exigência líquida de energia para ganho que os outros grupos genéticos. Para os animais zebuínos e os F1, a exigência líquida de proteína diminuiu e o conteúdo de gordura no ganho e a exigência líquida de energia elevaram-se com o aumento do PCVZ. Para os animais mestiços leiteiros, de forma não esperada, a exigência líquida de proteína praticamente não se alterou com o aumento do PCVZ e o conteúdo de gordura no ganho e a exigência líquida de energia diminuíram com o aumento do

PCVZ. Em relação aos animais Holandeses, a exigência líquida de proteína elevou-se com o aumento do PCVZ, mas o conteúdo de gordura no ganho e a exigência líquida de energia, também, aumentaram com o aumento do PCVZ. Fontes (1995), analisando conjuntamente vários experimentos, encontrou exigências líquidas de proteína para ganho de 1 kg de PCVZ de 171 e 150 g para animais da raça Nelore com peso vivo de 200 e 400 kg de PV, respectivamente, e de 188 e 167 g para animais F1 (E x Z) com peso vivo de 200 e 450 kg de PV, respectivamente. Para a energia, as exigências líquidas foram de 3,21 a

4,75 Mcal, para animais da raça Nelore com peso vivo de 200 e 400 kg de PV, respectivamente, e de 2,77 e 4,30 Mcal para animais F1 (E x Z) com peso vivo de 200 e 450 kg de PV, respectivamente. Todos estes resultados referem-se a machos não-castrados.

Na literatura consultada, foi observado apenas um trabalho determinando exigências líquidas em fêmeas (Borges, 2000). Na Tabela 6, são apresentados os valores deste experimento para as exigências líquidas de proteína e energia de novilhas Guzerá. Observa-se a mesma tendência dos machos de diminuição das exigências líquidas de proteína e aumento das de energia com o aumento do PV dos animais. As novilhas Guzerá apresentaram menores exigências líquidas de proteína e maiores exigências líquidas de energia que os machos com o mesmo PV. A explicação deste fato consiste na maior precocidade das fêmeas em acumular maiores porcentagens de gordura com menor PV do que os machos (NRC, 1996).

As exigências dietéticas de proteína metabolizável para manutenção (PMm) e ganho (PMg) e de proteína bruta (PB) estão apresentadas na Tabela 7. As exigências dietéticas totais serão sempre corrigidas para ganho de PV utilizando o fator obtido dos animais utilizados da análise em conjunto para cada grupo genético, conforme apresentado na Tabela 3. A exigência de PMm foi calculada segundo a recomendação do NRC (1996), de 3,8 g de PMm/ kg de PV^{0,75}. Utilizou-se uma eficiência de utilização da PM para ganho de 49,2% para animais com PCVZ acima de 300 kg e, para animais com menos de 300 kg de PCVZ, a seguinte equação: Eficiência = (83,4 - (0,114 x PCVZ)), segundo Ainslie et al. (1993). A exigência de PB foi obtida dividindo a exigência total de PM por 0,67, segundo o NRC

Tabela 6 - Exigências líquidas de proteína e energia por kg de ganho de PV de animais da raça Guzerá, em função do peso vivo (PV) ou do peso de corpo vazio (PCVZ)

Table 6 - Protein and energy net requirements, by kg LWG of Guzera animals, in function of live weight (LW) or empty body weight gain (EBWG)

PV, kg LW, kg	PCVZ, kg EBWG, kg	Proteína, g/kg PV Protein, g/kg LW	Energia, Mcal/kg PV Energy, Mcal/kg LW
200	179,89	133,37	3,29
250	223,32	129,30	3,79
300	266,75	126,04	4,27

"Fonte: Borges (2000)."

(1996), considerada para uma dieta que supre 80% da PM pela proteína microbiana e 20% por proteína não-degradada no rúmen (PNDR). Observa-se que, para um consumo de MS fixo para todas as fases em 2,4% do PV, as exigências de PB diminuíram com o aumento do PV, fato esperado devido ao aumento do

Tabela 7 - Exigências de proteína metabolizável para manutenção (PMm) e ganho (PMg) de 1 kg de PV (g/kg GPV) e de proteína bruta para manutenção+ganho de 1 kg de PV (g/kg GPV), em função do peso vivo (PV), para um consumo de MS de 2,4% do PV

Table 7 - Requirements of metabolizable protein for maintenance (MPm) and for gain (MPg) of 1 kg LW (g/kg LW) and of crude protein for maintenance+gain of 1 kg LW (g/kg LWG), in function of live weight (LW), for DM intake of 2.4% LW

PV (kg) LW (kg)	PMm ¹ MPm	PMg ² MPg	Exigência Requirement	
			PB CP	
			g/dia g/day	% na MS % DM
Zebu				
250	238,91	270,41	760,18	12,67
300	273,92	287,13	837,39	11,63
350	307,49	303,09	911,32	10,85
400	339,88	296,49	949,80	9,89
450	371,27	290,78	988,14	9,15
500	401,80	285,77	1026,22	8,55
F1 (E x Z)				
250	238,91	318,25	831,59	13,86
300	273,92	338,90	914,66	12,70
350	307,49	357,42	992,41	11,81
400	339,88	350,20	1029,97	10,73
450	371,27	343,95	1067,49	9,88
500	401,80	338,45	1104,85	9,21
Mestiço leiteiro Dairy crossbred				
250	238,91	296,11	798,54	13,31
300	273,92	321,75	889,06	12,35
350	307,49	359,69	995,80	11,85
400	339,88	359,81	1044,31	10,88
450	371,27	359,90	1091,31	10,10
500	401,80	359,99	1137,00	9,48
Holandês Holstein				
250	238,91	263,10	749,27	12,49
300	273,92	286,59	836,58	11,62
350	307,49	320,63	937,49	11,16
400	339,88	321,25	986,76	10,28
450	371,27	321,79	1034,42	9,58
500	401,80	322,28	1080,72	9,01

¹ 3,8 g/kg^{0,75} (3,8 g/kg^{0,75}).

² Exigências líquidas/0,492 para PCVZ > 300 kg; Exigências líquidas/ (83,4 - (0,114 x PCVZ)) p/ PCVZ ≤ 300 kg (Net requirements/.492 for EBW > 300 kg; Net requirements / (83.4 - (.114 x EBW)) p/ EBW ≤ 300 kg).

conteúdo de gordura e à diminuição do conteúdo de proteína no ganho, com o aumento do PV do animal.

Segundo o NRC (1996), para um animal de 250 e um de 450 kg de PV, consumindo 2,4% do seu PV em MS, o teor de PB da dieta deveria ser 13,4 e 8,53% na MS, respectivamente, para suprir manutenção e ganho de 1 kg de PV. Com as devidas variações entre os grupos genéticos, as exigências de PB preconizadas pelo NRC (1996) apresentam-se com valores um pouco superior aos obtidos para animais zebuínos e Holandeses com PV inferior a 300 kg, mas apresentam

valores inferiores aos obtidos para todos os grupos genéticos com PV superior a 300 kg. Possivelmente, o NRC (1996) subestima as exigências de PB, para animais com PV acima de 300 kg, nas condições brasileiras.

Constam na Tabela 8 os requisitos de proteína degradável no rúmen (PDR) e de PNDR, em função do PV ou do PCVZ. Para a estimativa das exigências de PDR; utilizou-se o protocolo do NRC (1996), com a PDR (g), sendo = 1,11 x proteína microbiana (g); e a proteína microbiana (g), sendo = 130 x consumo

Tabela 8 - Exigências de proteína degradável no rúmen (PDR) e de proteína não-degradável no rúmen (PNDR), em g/dia e % da PB, para manutenção+ganho de 1 kg de PV (g/kg GPV), em função do peso vivo (PV), para uma dieta com 66 ou 72% de NDT e consumo de MS de 2,4% do PV

Table 8 - Requirements of ruminal degradable protein (RDP) and undegradable protein (RNDP), in g/day and % CP, for maintenance+gain of 1 kg LW (g/kg LWG), in function of live weight (LW), for a diet with 66 or 72% TDN and DM intake of 2.4% LW

Dieta <i>Diet</i>	66% de NDT <i>66% TDN</i>				72% de NDT <i>72% TDN</i>			
	PDR ¹ <i>RDP</i>		PNDR <i>RNDP</i>		PDR ¹ <i>RDP</i>		PNDR <i>RNDP</i>	
Exigência <i>Requirement</i>	g/dia <i>g/day</i>	% da PB <i>% CP</i>	g/dia <i>g/day</i>	% da PB <i>% CP</i>	g/dia <i>g/day</i>	% da PB <i>% CP</i>	g/dia <i>g/day</i>	% da PB <i>% CP</i>
Zebu								
250	571,43	75,17	188,75	24,83	623,38	82,00	136,81	18,00
300	685,71	81,89	151,67	18,11	748,05	89,33	89,33	10,67
350	800,00	87,78	111,32	12,22	872,73	95,77	38,59	4,23
400	914,28	96,26	35,52	3,74	949,80	100,00	0,00	0,00
450	988,14	100,00	0,00	0,00	988,14	100,00	0,00	0,00
500	1026,22	100,00	0,00	0,00	1026,22	100,00	0,00	0,00
F1 (E x Z)								
250	571,43	68,71	227,11	31,29	623,38	74,96	208,22	25,04
300	685,71	74,97	203,34	25,03	748,05	81,78	166,61	18,22
350	800,00	80,61	195,80	19,39	872,73	87,94	119,68	12,06
400	914,28	88,77	130,03	11,23	997,40	96,84	32,57	3,16
450	1028,57	96,35	62,74	3,65	1067,49	100,00	0,00	0,00
500	1104,85	100,00	0,00	0,00	1104,85	100,00	0,00	0,00
Mestiço leiteiro <i>Dairy crossbred</i>								
250	571,43	71,56	227,11	28,44	623,38	78,06	175,16	21,94
300	685,71	77,13	203,34	22,87	748,05	84,14	141,01	15,86
350	800,00	80,34	195,80	19,66	872,73	87,64	123,08	12,36
400	914,28	87,55	130,03	12,45	997,40	95,51	46,91	4,49
450	1028,57	94,25	62,74	5,75	1091,31	100,00	0,00	0,00
500	1137,00	100,00	0,00	0,00	1137,00	100,00	0,00	0,00
Holandês <i>Holstein</i>								
250	588,74	76,26	160,53	23,74	623,38	83,20	125,90	16,80
300	706,49	81,97	130,09	18,03	748,05	89,42	88,53	10,58
350	824,24	85,33	113,25	14,67	872,73	93,09	64,77	6,91
400	941,99	92,66	44,77	7,34	986,76	100,00	0,00	0,00
450	1034,42	100,00	0,00	0,00	1034,42	100,00	0,00	0,00
500	1080,72	100,00	0,00	0,00	1080,72	100,00	0,00	0,00

¹ PDR (g) = 1,11 x Proteína microbiana (g); Proteína microbiana (g) = 130 x consumo NDT (kg).

RDP(g) = 1.11 x Microbial protein (g); Microbial protein (g) = 130 x TDN intake (kg).

NDT (kg). À medida que aumenta o PV do animal, a porcentagem da exigência da PB suprida pela PDR eleva-se. Para animais zebuínos e Holandeses com PV acima de 450 kg, a quantidade de PDR fornecida por uma dieta com 66% de NDT e assumindo um consumo de MS de 2,4% do PV, foi suficiente para suprir a exigência total de PB. Com o aumento do teor de energia da dieta (72% de NDT), para estes mesmos grupos genéticos, um animal com 400 kg de PV já não necessita de PNDR para suprir as exigências totais de PB. Para animais F1 e mestiços leiteiros a proteína microbiana é capaz de suprir as exigências totais de PB para animais com PV acima de 500 e 450 kg para dietas com 66 e 72% de NDT, respectivamente.

Foram obtidas as seguintes equações para estimativa da proteína retida (PR), em função do GPVJ e da energia retida (ER): $PR = -17,6968 + 192,31 \times GPVJ - 3,8441 \times ER$ ($r^2=0,44$), para animais zebuínos e $PR = 31,4045 + 107,039 \times GPVJ + 5,632 \times ER$ ($r^2=0,50$), para animais mestiços.

As equações de regressão obtidas para descrever a relação entre a retenção diária de energia (ER), em Mcal/dia, e o ganho diário de PCVZ (GDPCVZ), a determinado PCVZ, foram: $ER = 0,0435 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{0,8241}$ ($r^2 = 0,37$), para animais zebuínos e $ER = 0,0377 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{1,0991}$ ($r^2 = 0,84$), para animais F1.

Constam na Tabela 9 os valores individuais da ELM calculados segundo os autores, e a partir destes dados foi calculada a média dos valores de ELM, com os respectivos desvio-padrão para os vários grupos genéticos. Não foi possível trabalhar com os dados em conjunto, por falta de padronização e informações nos trabalhos consultados. Está apresentado na Tabela 9, também, o único dado de ELM de fêmea zebu. Segundo o NRC (1996), animais não-castrados têm requisitos de ELM 15% maiores que machos castrados e novilhas (77 kcal/kg^{0,75}/dia) e, de acordo com Lofgreen & Garrett (1968), zebuínos são 10% menos exigentes que taurinos. Assim, a exigência de ELM de animais zebuínos não-castrados, segundo proposição do NRC (1996), seria de 79,70 kcal/kg^{0,75}/dia. A média do valor de ELM de animais zebuínos (71,3 kcal/PCVZ^{0,75}) obtida foi 11,8% inferior ao recomendado pelo NRC (1996). A ELM dos animais F1 foi bem próxima à dos animais zebuínos. A média da ELM dos mestiços leiteiros (79,65 kcal/PCVZ^{0,75}) apresentou valor bem próximo ao recomendado pelo NRC (1996) e a dos animais Holande-

Tabela 9 - Valores individuais e médios das exigências líquidas para manutenção (kcal/PCVZ^{0,75} ou kcal/PV^{0,75}) para os diferentes grupos genéticos
Table 9 - Individual and average values of net requirements for maintenance (kcal/EBW^{0,75} or kcal/LW^{0,75}) for the different genetic groups

Autor <i>Author</i>	Número de animais <i>Number of animals</i>	ELM	
		kcal/PCVZ ^{0,75} <i>kcal/EBW^{0,75}</i>	kcal/PV ^{0,75} <i>kcal/LW^{0,75}</i>
Zebuínos <i>Zebu</i>			
Salvador, 1980	40	56,00	-
Boin, 1995	-	73,62	-
Paulino, 1996	63	60,38	-
Véras, 2000	35	82,79	-
Silva, 2001	40	83,70	-
F1 (E x Z)			
Pires, 1991	22	67,92	-
Pires, 1991	22	68,03	-
Veloso, 2001	50	76,36	-
Mestiço leiteiro <i>Dairy crossbred</i>			
Teixeira, 1984	30	78,00	-
Araújo, 1997	16	81,30	-
Holandeses <i>Holstein</i>			
Teixeira, 1984	10	88,00	-
Rocha, 1997	16	68,44	-
Signoretti, 1998	52	110,46	-
Fêmea zebu <i>Zebu female</i>			
Borges, 2000	16	61,02	55,87
Valores médios <i>Average values</i>			
<i>Genetic group</i>			
1. Zebu	> 178	71,30 ± 12,69	64,83
2. F1 (E x Z)	94	70,77 ± 4,84	64,58
3. Mestiço leiteiro <i>3. Dairy crossbred</i>	46	79,65 ± 2,33	69,32
4. Holandês <i>4. Holstein</i>	78	88,97 ± 21,03	77,56

ses, um valor 11,6% superior ao referido conselho. Em raças com aptidão leiteira, os maiores depósitos de gordura encontram-se nos componentes “não-carcaça”, diferentemente das tradicionais raças de corte, em que os depósitos periféricos são mais pronunciados, ocasionando menor exigência para manutenção destes últimos (Owens et al., 1995). Deve-se acrescentar a isto o maior tamanho do trato gastrointestinal e do fígado, principalmente, dos animais com potencial para elevada produção de leite (Fox et al., 1992). Catton & Dhuyvetter (1997) relataram que os tecidos viscerais, embora em menor

proporção no corpo dos animais, são de considerável importância para os requisitos energéticos de manutenção, pois consomem cerca de 50% do total desta energia.

Na Tabela 10, são apresentados os teores de NDT, as concentrações de EM das dietas e os valores calculados de ELM e ELG, além das k_m e k_f calculadas, para os dados dos experimentos de Ferreira (1998) e Veloso (2001), que trabalharam com animais F1, e de Vêras (2000) e Silva (2001), que trabalharam com animais Nelore. Os dados dos dois grupos genéticos foram agrupados para dar maior consistência aos resultados. O ajuste de uma equação relacionando a ELM, em função das concentrações de EM das dietas, apresentou-se na forma linear, sendo $ELM = 0,1145 + 0,5950 \times EM$, $r^2 = 0,73$. O ajuste da equação relacionando a ELG, em função das concentrações de EM das dietas, apresentou-se também na forma linear, sendo $ELG = -1,364 + 0,8733 \times EM$, $r^2 = 0,72$. A partir destas relações, foram estimadas as eficiências de utilização da EM para manutenção (k_m) e ganho (k_f), que variaram de 0,65 a 0,63 e de 0,25 a 0,37, respectivamente, para dietas com concentração de EM variando de 2,2 a 2,7 Mcal/kg MS. Considerando uma dieta com teor de EM de 2,5 Mcal/kg MS, o NRC (1996) estima o k_m e o k_f em 0,64 e 0,40, respectivamente.

Tabela 10 - Concentrações de nutrientes digestíveis totais (NDT), energia metabolizável (EM), energia líquida para manutenção (ELM), energia líquida para ganho (ELG) e eficiências de utilização da energia metabolizável (EUEM) calculadas para manutenção (k_m) e EUEM calculadas para ganho de peso (k_f)

Table 10 - Concentrations of total digestible nutrients (TDN), metabolizable energy (ME), net energy for maintenance (NEM), net energy for gain (NEG) and efficiencies of utilization of metabolizable energy (EUME) calculated for maintenance (Km) and EUME calculated for weight gain (Kf)

NDT (%)	62,49	66,56	69,91	75,55
TDN (%)				
EM (Mcal/kg MS)	2,26	2,41	2,53	2,73
ME (Mcal/kg DM)				
ELM (Mcal/kg MS)	1,45	1,54	1,62	1,76
NEM (Mcal/kg DM)				
ELG (Mcal/kg MS)	0,85	0,95	1,16	1,32
NEG (Mcal/kg DM)				
		EUEM (%)		
k_m	0,65	0,64	0,64	0,63
k_f	0,27	0,31	0,33	0,37

As exigências líquidas e totais para diferentes pesos vivos e taxas de ganho de peso vivo estão apresentadas na Tabela 11, para animais zebuínos, e na Tabela 12, para animais F1. A exigência dietética de NDT e PB de um animal zebuínuo com 400 kg de PV e ganhando 1 kg de PV é de 5,40 kg e 921 g, respectivamente. A exigência dietética de NDT, deste mesmo animal, segundo o NRC (1996), é 13,7% superior ao encontrado neste trabalho, e a de PB é bem próxima (913 g). Os animais de origem européia apresentaram maior exigência de manutenção, possivelmente, em função de maior tamanho de órgãos internos, e apresentaram, também, maior exigência para ganho, devido ao maior conteúdo de gordura no ganho, em relação aos animais zebuínos.

Na Tabela 13, são apresentados os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (PCVZ), obtidos para cada grupo genético. 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 grupos genéticos, indicou haver diferença entre os grupos, foram utilizadas as equações relativas aos dados em separado.

Os resultados demonstraram diminuição nas concentrações dos macrominerais estudados, principalmente Ca, P e Na, com o aumento do peso vivo (PV), o que era esperado, pois vários autores já observaram tal tendência (Fontes, 1995; Silva, 1995).

Na Tabela 14 estão as exigências líquidas de macrominerais para ganho. Os animais zebuínos apresentaram as menores exigências líquidas de P, Mg e Na, porém as maiores de K. Os animais F1 apresentaram as maiores exigências líquidas de Na e Ca, este último sendo elevado também para os animais Holandeses. As maiores exigências líquidas de Mg foram obtidas pelos mestiços leiteiros.

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, Na e K, 17, 91 e 100%, respectivamente, e das estimativas das exigências líquidas para ganho, foram estimados os requisitos dietéticos de Ca, P, Mg, Na e K, por kg de ganho de PV, após a conversão da exigência líquida para GPCVZ em exigência para GPV.

Para estimar as exigências de manutenção e, posteriormente, somar às exigências para ganho, para

Tabela 11 - Exigências nutricionais de energia e proteína para animais zebuínos não-castrados
 Table 11 - Nutritional requirements of energy and protein for zebu bulls

Peso vivo, kg		250	300	350	400	450	500
<i>Live weight</i>							
		Exigência de manutenção					
		<i>Maintenance energy</i>					
ELm ¹	Mcal/dia	4,08	4,67	5,25	5,80	6,33	6,86
PMm ²	g/dia	239	274	307	340	371	402
		ELg requerida para ganho, Mcal/dia ³					
		<i>NEg required for gain, Mcal/day</i>					
GMD	0,70 kg/dia	1,80	2,06	2,31	2,55	2,79	3,02
	1,00 kg/dia	2,41	2,76	3,10	3,43	3,74	4,05
	1,30 kg/dia	2,99	3,43	3,85	4,25	4,65	5,03
		PM requerida para ganho, g/dia ^{4,5}					
		<i>MP required for gain, g/day</i>					
GMD	0,70 kg/dia	190	189	187	185	184	182
	1,00 kg/dia	286	284	281	279	277	275
	1,30 kg/dia	382	379	376	373	371	368
Exigências totais		EM, Mcal/dia ⁶					
<i>Total requirements</i>		<i>ME, Mcal/day</i>					
GMD	0,70 kg/dia	11,85	13,58	15,25	16,86	18,41	19,93
	1,00 kg/dia	13,72	15,73	17,66	19,52	21,32	23,07
	1,30 kg/dia	15,49	17,77	19,94	22,04	24,08	26,06
		NDT, kg/dia ⁷					
		<i>TDN, kg/day</i>					
GMD	0,70 kg/dia	3,28	3,76	4,22	4,66	5,09	5,51
	1,00 kg/dia	3,79	4,35	4,88	5,40	5,90	6,38
	1,30 kg/dia	4,29	4,91	5,52	6,10	6,66	7,21
		PB, g/dia ⁸					
		<i>CP, g/day</i>					
GMD	0,70 kg/dia	639	688	736	781	826	869
	1,00 kg/dia	781	830	876	921	965	1007
	1,30 kg/dia	924	972	1017	1062	1104	1146

Considerando:

¹ ELm = 71,30 kcal/PCVZ^{0,75} (Nem = 71.30 kcal/EBW^{0,75}).

² PMm = 3,8 g/kg^{0,75} (NRC, 1996) (MPm = 3.8 g/kg^{0,75}).

³ ELg = 0,0435 x PCVZ^{0,75} x GDPVZ^{0,8241} (Neg = .0435 x EBW^{0,75} x EBWG^{0,8241}).

⁴ PR = - 17,6968 + 192,31x GPVJ - 3,8441 x ER (RP = - 17.6968 + 192.31x LWG - 3.8441 x RE).

⁵ PM = exigências líquidas/0,492 para PCVZ > 300 kg ou exigências líquidas/(83,4 - (0,114 x PCVZ)) para PCVZ ≤ 300 kg (NRC, 1996) (MP = net requirement/.492 for EBW > 300 kg or net requirement/(83.4 - (0.114 x EBW)) for EBW ≤ 300 kg).

⁶ k_m = 0,64 e k_r = 0,33 dieta com 2,5 Mcal/kg MS (diet with 2.5 Mcal/kg DM).

⁷ NDT = EM/0,82/4,409 (NRC, 1996) (TDN = ME/.82/4.409).

⁸ PB = PM total/0,67 (NRC, 1996) (CP = total MP/.67).

Tabela 12 - Exigências nutricionais de energia e proteína para animais F1 (E x Z) não-castrados
 Table 12 - Nutritional requirements of energy and protein for F1 (E x B) bulls

Peso vivo, kg		250	300	350	400	450	500
<i>Live weight</i>							
		Exigência de manutenção					
		<i>Maintenance energy</i>					
ELm ¹	Mcal/dia	4,06	4,66	5,23	5,78	6,31	6,83
PMm ²	g/dia	239	274	307	340	371	402
		ELg requerida para ganho, Mcal/dia ³					
		<i>NEg required for gain, Mcal/day</i>					
GMD	0,70 kg/dia	1,46	1,68	1,88	2,08	2,27	2,46
	1,00 kg/dia	2,16	2,48	2,79	3,08	3,36	3,64
	1,30 kg/dia	2,89	3,31	3,72	4,11	4,49	4,86
		PM requerida para ganho, g/dia ^{4,5}					
		<i>MP required for gain, g/day</i>					
GMD	0,70 kg/dia	198	220	238	240	242	244
	1,00 kg/dia	261	289	313	317	320	323
	1,30 kg/dia	323	359	389	394	398	402
Exigências totais		EM, Mcal/dia ⁶					
<i>Total requirements</i>		<i>ME, Mcal/day</i>					
GMD	0,70 kg/dia	10,81	12,39	13,91	15,38	16,80	18,18
	1,00 kg/dia	12,95	14,85	16,67	18,42	20,12	21,78
	1,30 kg/dia	15,16	17,38	19,51	21,56	23,56	25,49
		NDT, kg/dia ⁷					
		<i>TDN, kg/day</i>					
GMD	0,70 kg/dia	2,99	3,43	3,85	4,25	4,65	5,03
	1,00 kg/dia	3,58	4,11	4,61	5,10	5,57	6,02
	1,30 kg/dia	4,19	4,81	5,40	5,96	6,52	7,05
		PB, g/dia ⁸					
		<i>CP, g/day</i>					
GMD	0,70 kg/dia	650	734	811	863	913	961
	1,00 kg/dia	743	838	924	977	1029	1079
	1,30 kg/dia	836	942	1037	1092	1145	1197

Considerando:

¹ ELm = 70,77 kcal/PCVZ^{0,75} (Nem = 70,77 kcal/EBW^{0,75}).

² PMm = 3,8 g/kg^{0,75} (NRC, 1996) (MPm = 3,8 g/kg^{0,75}).

³ ELg = 0,0377 x PCVZ^{0,75} x GDPCVZ^{1,0991} (Neg = .0377 x EBW^{0,75} x EBWG^{1,0991}).

⁴ PR = 31,4045 + 107,039 GPVJ + 5,632 ER (RP = - 31,4045 + 107,039 x LWG + 5,632 x RE).

⁵ PM = exigências líquidas/0,492 para PCVZ > 300 kg ou exigências líquidas/(83,4 - (0,114 x PCVZ)) para PCVZ ≤ 300 kg (NRC, 1996) (MP = net requirement/.492 for EBW > 300 kg or net requirement/(83.4 - (.114 x EBW)) for EBW ≤ 300 kg).

⁶ k_m = 0,64 e k_r = 0,33 dieta com 2,5 Mcal/kg MS (diet with 2.5 Mcal/kg DM).

⁷ NDT = EM/0,82/4,409 (NRC, 1996) (TDN = ME/.82/4.409).

⁸ PB = PM total/0,67 (NRC, 1996) (CP = total MP/.67).

Tabela 13 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo do conteúdo de cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (kg) e os respectivos coeficientes de determinação (r^2)

Table 13 - Parameters of logarithm regression equations of calcium, phosphorus, magnesium, potassium and sodium (kg) contents in the empty body, in function of empty body weight logarithm (kg), and the respective coefficients of determination (r^2)

Grupo genético <i>Genetic group</i>	Parâmetro <i>Parameter</i>		
	Intercepto (a) <i>Intercept (a)</i>	Coefficiente (b) <i>Coefficient (b)</i>	r^2
		Cálcio (kg) <i>Calcium (kg)</i>	
1. Zebu	-1,1048	0,7312	0,51
2. F1 (E x Z)	-0,8829	0,6803	0,31
3. Mestiço leiteiro	-0,4403	0,5073	0,65
4. Holandês	-1,5785	0,9028	0,90
		Fósforo (kg) <i>Phosphorus (kg)</i>	
1. Zebu	-1,1910	0,6654	0,49
2. F1 (E x Z)	-1,2504	0,7112	0,40
3. Mestiço leiteiro	-1,5396	0,8219	0,71
4. Holandês	-1,7515	0,8944	0,93
		Magnésio (kg) <i>Magnesium (kg)</i>	
1. Zebu	-2,8039	0,7578	0,36
2. F1 (E x Z)	-2,9215	0,8327	0,93
3. Mestiço leiteiro	-3,1646	0,9360	0,97
4. Holandês	-3,3613	0,9579	0,93
		Potássio (kg) <i>Potassium (kg)</i>	
1. Zebu	-3,5378	1,3127	0,46
2. F1 (E x Z)	-2,3003	0,8551	0,73
3. Mestiço leiteiro	-1,6386	0,6119	0,59
4. Holandês	-2,7454	1,0173	0,99
		Sódio (kg) <i>Sodium (kg)</i>	
1. Zebu	-1,6629	0,5362	0,35
2. F1 (E x Z)	-1,5090	0,5246	0,15
3. Mestiço leiteiro	-1,8469	0,6167	0,64
4. Holandês	-2,4795	0,8165	0,96

1. Zebu (*Zebu*).
2. F1 (E x Z).
3. Mestiço leiteiro (*Dairy crossbred*).
4. Holandês (*Holstein*).

obter as exigências dietéticas totais, foram adotadas as recomendações do ARC (1980) e do AFRC (1991), para as perdas endógenas totais de Ca, P, Mg, Na e K, e a biodisponibilidade destes elementos nos alimentos, segundo o ARC (1980) e o NRC (1996).

Estão na Tabela 15 as exigências totais (manutenção + ganho de 1 kg PV) dos macroelementos minerais estudados. Diferentemente da exigência para ganho,

Tabela 14 - Exigências líquidas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na), em g por kg de ganho de peso do corpo vazio, de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV)

Table 14 - Net requirements of calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (mg), potassium (K) and sodium (Na), in g per empty body weight gain, of Nelore bulls, in function of live weight (LW)

PV (kg) <i>LW (kg)</i>	Exigência líquida <i>Net requirement</i>				
	Ca	P	Mg	K	Na
	Zebu				
250	13,47	7,05	0,32	2,06	0,95
300	12,83	6,63	0,31	2,18	0,88
350	12,31	6,30	0,30	2,28	0,82
400	11,87	6,02	0,29	2,38	0,77
450	11,50	5,79	0,28	2,47	0,73
500	11,18	5,59	0,27	2,55	0,69
	F1 (E x Z)				
250	15,85	8,40	0,40	1,96	1,25
300	14,96	7,97	0,39	1,91	1,14
350	14,24	7,62	0,38	1,87	1,06
400	13,64	7,34	0,37	1,83	1,00
450	13,14	7,09	0,37	1,80	0,94
500	12,70	6,88	0,36	1,77	0,90
	Mestiço leiteiro <i>Dairy crossbred</i>				
250	13,28	9,17	0,46	1,77	1,13
300	12,14	8,88	0,45	1,65	1,06
350	11,25	8,64	0,45	1,56	1,00
400	10,53	8,44	0,44	1,48	0,95
450	9,94	8,26	0,44	1,41	0,91
500	9,44	8,11	0,44	1,35	0,87
	Holandês <i>Holstein</i>				
250	14,18	9,02	0,33	2,01	1,02
300	13,93	8,85	0,33	2,01	0,98
350	13,73	8,71	0,33	2,02	0,96
400	13,55	8,58	0,33	2,02	0,93
450	13,39	8,48	0,32	2,03	0,91
500	13,26	8,38	0,32	2,03	0,89

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 apresentaram valores sempre superiores aos do referido Conselho. Especificamente para Mg e K, as exigências líquidas para ganho representam pequena

Tabela 15 - Exigências dietéticas totais (manutenção + ganho de 1 kg PV) de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na), em g/dia e em % da MS para um consumo de 2,4% do PV, em função do grupo genético e do peso vivo (PV)

Table 15 - Total dietary requirements (maintenance + gain of 1 kg LW) of calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), potassium (K) and sodium (Na), in g/day and %DM for a intake of 2.4% LW, in function of genetic group and live weight (LW)

		Exigência dietética total Total dietary requirement									
		Ca		P		Mg		K		Na	
PV (kg)	LW (kg)	g/dia	% MS	g/dia	% MS	g/dia	% MS	g/dia	% MS	g/dia	% MS
		g/day	% DM	g/day	% DM	g/day	% DM	g/day	% DM	g/day	% DM
Zebu											
250		36,33	0,61	19,62	0,33	6,24	0,10	29,80	0,50	2,88	0,05
300		37,47	0,52	20,99	0,29	7,04	0,10	35,27	0,49	3,17	0,04
350		38,84	0,46	22,47	0,27	7,86	0,09	40,71	0,48	3,48	0,04
400		40,38	0,42	24,04	0,25	8,69	0,09	46,15	0,48	3,80	0,04
450		42,04	0,39	25,67	0,24	9,52	0,09	51,58	0,48	4,13	0,04
500		43,79	0,36	27,34	0,23	10,37	0,09	57,01	0,48	4,47	0,04
F1 (E x Z)											
250		42,10	0,70	22,00	0,37	6,79	0,11	29,78	0,50	3,24	0,05
300		42,67	0,59	23,32	0,32	7,60	0,11	35,08	0,49	3,50	0,05
350		43,61	0,52	24,77	0,29	8,42	0,10	40,38	0,48	3,78	0,05
400		44,79	0,47	26,30	0,27	9,26	0,10	45,69	0,48	4,09	0,04
450		46,16	0,43	27,90	0,26	10,10	0,09	51,00	0,47	4,40	0,04
500		47,66	0,40	29,54	0,25	10,94	0,09	56,32	0,47	4,72	0,04
Mestiço leiteiro Dairy crossbred											
250		35,42	0,59	22,35	0,37	6,94	0,12	29,50	0,49	3,04	0,05
300		35,64	0,50	23,90	0,33	7,79	0,11	34,73	0,48	3,34	0,05
350		36,34	0,43	25,53	0,30	8,65	0,10	39,98	0,48	3,65	0,04
400		37,37	0,39	27,20	0,28	9,51	0,10	45,25	0,47	3,97	0,04
450		38,62	0,36	28,92	0,27	10,37	0,10	50,53	0,47	4,30	0,04
500		40,05	0,33	30,66	0,26	11,24	0,09	55,83	0,47	4,64	0,04
Holandês Holstein											
250		34,65	0,58	20,99	0,35	6,09	0,10	29,54	0,49	2,82	0,05
300		36,59	0,51	22,73	0,32	6,96	0,10	34,89	0,48	3,17	0,04
350		38,61	0,46	24,50	0,29	7,83	0,09	40,24	0,48	3,51	0,04
400		40,69	0,42	26,31	0,27	8,70	0,09	45,59	0,47	3,87	0,04
450		42,80	0,40	28,13	0,26	9,58	0,09	50,94	0,47	4,22	0,04
500		44,94	0,37	29,97	0,25	10,45	0,09	56,29	0,47	4,58	0,04

parcela das exigências dietéticas, haja vista a baixa disponibilidade do Mg alimentar e as elevadas exigências de manutenção de K, 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 e apresentaram-se praticamente constantes para o K. As exigências recomendadas pelo NRC (1996) para Ca, P, Mg, K e Na são de 0,68; 0,33; 0,10; 0,07; e 0,60 % da MS e 0,32; 0,19; 0,10; 0,07; e 0,60% 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

Embora apresentem diferenças nos modelos de exigências líquidas para os diferentes grupos genéticos, do ponto de vista prático, podem-se agrupar as exigências dietéticas dos animais zebuínos com os F1 e os mestiços leiteiros com os Holandeses.

Aparentemente, o NRC (1996) subestima as exigências dietéticas de PB para animais com mais de 300 kg de PV.

Os animais zebuínos apresentam exigência líquida de manutenção 11,8% inferior à recomendação do NRC (1996), os mestiços leiteiros, valor semelhante, e os da raça Holandesa, 11,6% superior.

A exigência de fósforo é superior e a de Na e K, inferior às recomendações do 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 Abstract Review**, v.61, n.9, p.576-612, 1991.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- AINSLIE, S.J.; FOX, D.G.; PERRY, T.C. et al. Predicting amino acid adequacy of diets fed to Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1312-1319, 1993.
- ARAÚJO, G.G.L. **Consumo, digestibilidade, desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 104p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- BOIN, C. Alguns dados sobre exigências de energia e de proteína de zebuínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.457-466.
- BORGES, A.L.C.C. **Exigências nutricionais de proteína e energia de novilhas das raças Guzerá e Holandesa**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2000. 90p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2000.
- CATTON, J.S.; DHUYVETTER, D.V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: Requirements and responses. **Journal of Animal Science**, v.75, p.533-542, 1997.
- 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. **Desempenho, exigências nutricionais e eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 97p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- FONTES, C.A.A. **Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu**. Resultados experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.419-455.
- FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3578-3596, 1992.
- FREITAS, J.A. **Composição corporal e exigência de energia e proteína de bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos não castrados, em confinamento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- GARRETT, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.1434-1440, 1980.
- GONÇALVES, L.C. **Digestibilidade, composição corporal, exigências nutricionais e características das carcaças de zebuínos, taurinos e bubalinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1988. 238p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- LANA, R.P. **Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhas de 5 grupos raciais, em confinamento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- LOFGREEN, G.P.; GARRETT, W.N.A. System for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.793-806, 1968.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 6.ed. Washington, D.C.: 1984. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 2001. 381p.
- OWENS, F.N.; GILL, D.R.; SECRIST, D.S. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3152-3172, 1995.
- 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: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 80p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- 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.
- ROCHA, E.O. **Estudo de desaleitamento precoce, exigências nutricionais e características produtivas de bovinos de origem leiteira, para corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 152p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- SALVADOR, M. **Exigências de energia e proteína para engorda de novilhas azebuadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1980. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- SIGNORETTI, R.D. **Consumo, digestibilidade, composição corporal, exigências nutricionais e eficiência de utiliza-**

- ção da energia metabolizável para ganho de peso de bezerras Holandeses.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 156p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- 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 terminação, 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: **Anais...** Viçosa, MG: 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: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- TEIXEIRA, J.C. **Exigências de energia e proteína, composição e área corporal e principais cortes da carcaça em seis grupos genéticos de bovídeos.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1984. 94p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- VALADARES, R.F.D. **Níveis de proteína em dietas de bovinos: consumo, digestibilidade, eficiência microbiana, amônia ruminal, uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. 103p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.
- VELOSO, C.M. **Composição corporal e exigências nutricionais de bovinos FI Limousin x Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- 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: 28/11/01