

Exigências Nutricionais de Zebuínos. Energia¹

Pedro Veiga Rodrigues Paulino², Marcos Antônio Lana Costa³, Sebastião de Campos Valadares Filho⁴, Mário Fonseca Paulino⁴, Rilene Ferreira Diniz Valadares⁵, Karla Alves Magalhães², Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes², Marlos Oliveira Porto⁶, Kamila Andreatta⁷

RESUMO - Com o objetivo de determinar as exigências de energia e as eficiências de utilização da energia metabolizável para ganho de peso e manutenção de zebuínos, foi desenvolvido um experimento envolvendo 19 novilhos anelados, com peso vivo médio inicial de 270 kg. Quatro animais foram abatidos ao início do experimento, para servirem de referência para estudos posteriores, três foram alimentados ao nível de manutenção e os 12 restantes foram alocados em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos: 5, 35 e 65% de concentrado na base da matéria seca total. O volumoso foi constituído de pré-secado de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*) e de capim-tifton 85 (*Cynodon sp.*). As dietas foram isonitrogenadas e os animais foram alimentados *ad libitum*. A exigência líquida de energia para manutenção (ELM) foi estimada como o anti-log do intercepto da equação obtida pela regressão linear entre o logaritmo da produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável (CEM), bem como pelo coeficiente “a” da equação de regressão exponencial entre a PC e o CEM dos animais do tratamento com 35% de concentrado e os do grupo manutenção. As quantidades de energia e gordura no ganho elevaram-se com o aumento do peso vivo (PV) dos animais. O teste de identidade dos modelos de regressão demonstrou não haver diferenças entre os tratamentos. O requisito energético diário para manutenção foi de 68,60 kcal/PV^{0,75}. A k_m estimada foi de 0,66 e as k_g calculadas foram de 0,26; 0,41 e 0,46, respectivamente, para concentrações de EM de 2,31; 2,47 e 2,62 Mcal/kg de MS, correspondentes aos teores de 5, 35 e 65% de concentrado na dieta. Os requisitos diários de EM e NDT para manutenção de um animal de 400 kg de PV foram de 9,30 Mcal e 2,57 kg, respectivamente.

Palavras-chave: eficiência de utilização, energia digestível, energia líquida, energia metabolizável, exigências de bovinos, zebuínos

Nutritional Requirements of Zebu Cattle. Energy

ABSTRACT - A trial involving nineteen zebu steers with initial live weight of 270 kg were conducted with the objective of determining their energy requirements and the efficiency of utilization of the metabolizable energy for gain (k_g) and maintenance (k_m). Four steers were slaughtered at the beginning of the trial, performing the reference group, three were fed at maintenance level and the remaining were uniformly allotted to a complete randomized design, in three treatments, with different levels of concentrate in the diets (5, 35 and 65%, in the total dry matter basis). Haylage of *Brachiaria brizantha* and *Cynodon sp* was used as roughage. The diets were isonitrogenous and the animals were fed *ad libitum*. The net energy requirement for maintenance (NEM) was estimated as the antilog of the intercept of the equation obtained by the linear regression between the logarithm of heat production (HP) and the metabolizable energy intake (MEI). It was also determined as the “a” coefficient of the exponential equation obtained between HP and MEI of the animals from the treatment with 35% of concentrate plus the animals from the maintenance group. The amount of energy and fat in the gain increased as the body weight of the animals increased. The identity test of models showed no differences among the treatments. The daily energy requirement for maintenance was 68.60 kcal/LW^{0.75}. The estimated value for k_m was 0.66 and the calculated k_g were 0.26, 0.41 and 0.46, respectively, for contents of metabolizable energy of 2.31, 2.47 and 2.62 Mcal/kg DM, corresponding to the levels of 5, 35 and 65% concentrate in the diet. The daily requirements of metabolizable energy (ME) and total digestible nutrients (TDN) for maintenance of a steer with 400 kg of live weight were, respectively, 9,30 kcal and 2.57 kg.

Key Words: bovine requirements, digestible energy, metabolizable energy, net energy, utilization efficiency, zebu cattle

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada a UFV

² Estudantes de Doutorado DZO/UFV, Viçosa, MG (pveiga@vicosa.ufv.br; kmagalhães@vicosa.ufv.br; ehbk@yaho.com.br).

³ Zootecnista, M.Sc. REHAGRO (marcos@rehagro.com.br).

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

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

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

⁷ Graduanda em Zootecnia - UFV. Bolsista de Iniciação Científica (kamilandreatta@yaho.com.br).

Introdução

A eficiência produtiva e econômica dos sistemas de produção de gado de corte no Brasil é altamente dependente de medidas racionais de manejo alimentar dos animais. Por ser o componente de maior custo no processo de produção de carne, a alimentação requer atenção especial. O conhecimento da composição bromatológica dos alimentos disponíveis no Brasil e das exigências nutricionais de nossos animais, é condição essencial para a melhoria no desempenho produtivo de nosso rebanho. Apesar da sua importância na nutrição de bovinos de corte, o Brasil ainda não possui normas nacionais de exigências nutricionais, o que já foi estabelecido há vários anos em países mais economicamente desenvolvidos (Silva et al., 2002c).

Lofgreen e Garret introduziram, em 1963, o sistema de energia líquida para crescimento e engorda de gado de corte, em que essas exigências são separadas em exigências de energia para manutenção e ganho de peso e a soma dessas representa, então, as exigências líquidas totais de energia dos animais (Lofgreen & Garret, 1968).

Evidentemente, a composição do corpo vazio é determinante das exigências nutricionais, sendo que as diferenças observadas na composição do ganho de peso de corpo vazio explicam, por exemplo, a maior exigência de energia para ganho de animais precoces em relação a animais tardios e de fêmeas e machos castrados em relação aos machos inteiros (NRC, 1996).

Como os zebuínos apresentam depósito de gordura periférica mais pronunciado, em detrimento ao depósito de gordura interna (Peron et al., 1993) e menor tamanho de órgãos internos (Jorge et al., 1999) em relação aos taurinos, suas exigências de energia para manutenção são inferiores. O NRC (1996) estabelece, a partir dos resultados obtidos por Lofgreen & Garret (1968), as exigências de energia líquida de manutenção para novilhas e machos castrados de 77 kcal por unidade de tamanho metabólico ($PV^{0,75}$), e são referentes à produção de calor em jejum. Para animais zebuínos, de acordo com o referido conselho, a recomendação é de um desconto de 10%, ou seja, 69 kcal/ $PV^{0,75}$ /dia, sugerido a partir de estudos conduzidos na Austrália e no Brasil (Lanna & Tedeschi, 1998). O ARC (1980), baseado em estudos calorimétricos, estimou os requerimentos diários de ELM em 0,53 MJ/ $PV^{0,75}$ para machos castrados, sendo também adotado pelo AFRC (1993). O sistema Cornell (CNCPS) preconiza, para animais zebuínos, exigências líquidas de manutenção 11% inferiores às

exigências de taurinos (Fox et al., 1992). O único sistema que recomenda um desconto maior da energia de manutenção para zebuínos, em relação às exigências de manutenção de taurinos é o australiano CSIRO (1990), que estabelece desconto de 20%.

As exigências líquidas de energia para ganho de peso ou crescimento (ELg) são estimadas pela quantidade de energia depositada como matéria orgânica não gordurosa (proteína, praticamente), além da depositada como gordura (NRC, 1996).

O conhecimento da eficiência de uso da energia para os diferentes processos produtivos é um precedente indispensável para determinar as exigências dietéticas de energia, já que esta é obtida a partir da relação entre as exigências líquidas de energia e a eficiência de sua utilização. De posse desse conhecimento, pode-se transformar as exigências líquidas de energia em exigências de energia metabolizável e até mesmo em exigências de nutrientes digestíveis totais (NDT), o que tem maior valor prático, uma vez que a maioria das tabelas brasileiras de composição química de alimentos fornece o valor energético dos alimentos em termos de NDT.

A estimativa da eficiência de uso da energia metabolizável, tanto para manutenção (k_m) quanto para ganho (k_g) tem sido obtida a partir de equações não lineares entre a ELM ou a ELg, respectivamente, e a energia metabolizável da dieta (EM) (Garret, 1980 a,b). A k_g também tem sido estimada como sendo o coeficiente da regressão linear simples entre a energia retida (ER) e o consumo de energia metabolizável (CEM), ambos expressos em função do peso metabólico, segundo o NRC (1996) e Ferrel & Jenkins (1998 a,b).

Objetivou-se com o presente trabalho determinar as exigências líquidas de energia, as eficiências de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e, conseqüentemente, determinar as exigências de NDT para bovinos zebuínos castrados.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG. Foram utilizados 19 novinhos anelados, castrados, com peso vivo inicial médio de 270 kg e 24 meses de idade. Desses 19 animais, quatro foram abatidos após o período de adaptação de 14 dias, em que todos os animais receberam a mesma dieta, a fim de servirem como referência nos estudos posteriores. Três animais receberam uma ração contendo 65% de

volumoso e 35% de concentrado, na base da MS, de forma limitada a 1,5% do peso vivo, compondo o grupo manutença. Os 12 novilhos restantes foram pesados e distribuídos em três tratamentos, com três níveis de concentrado nas dietas: 5, 35 e 65%, na base da MS total, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. O volumoso utilizado foi constituído de pré-secado de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*), que foi utilizado durante os primeiros 72 dias do experimento. Em razão da impossibilidade de obtenção do mesmo alimento, foi substituído nos 30 dias restantes, pelo pré-secado de capim-tifton 85 (*Cynodon sp.*). As rações foram balanceadas de forma a serem isonitrogenadas. A composição bromatológica média das dietas experimentais encontra-se na Tabela 1.

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma vez ao dia, e ajustados de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Os animais foram pesados ao início do experimento e, posteriormente, a cada 28 dias, sendo as pesagens sempre precedidas de jejum alimentar de 16 horas. O abate foi efetuado de forma escalonada, com os animais do grupo manutença e os dos tratamentos com 5, 35 e 65% de concentrado nas dietas abatidos, respectivamente, após 84, 109, 104 e 102 dias de confinamento.

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

As amostras de sangue foram colhidas imediata-

mente após o abate, acondicionadas em recipiente de vidro e levadas à estufa de ventilação forçada, a 55-60°C, durante 48 a 72 horas, para determinação do teor de matéria seca (MS). A seguir, foram processadas em moinho de bola e acondicionadas em recipientes apropriados, para posteriores análises de nitrogênio total e extrato etéreo, conforme Silva & Queiroz (2002). O teor de proteína bruta foi obtido pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25.

A carcaça de cada animal foi dividida em duas metades, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a -5°C, durante aproximadamente 18 horas. Decorrido esse tempo, a carcaça direita foi retirada da câmara fria e totalmente dissecada, procedendo-se à separação dos componentes músculo, gordura e ossos, que foram, posteriormente, pesados. O tecido muscular e o tecido adiposo foram moídos, ao passo que o tecido ósseo foi serrado. Foi retirada uma amostra representativa de cada componente, para determinação direta dos teores de proteína e gordura da carcaça.

As amostras de rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, gordura interna, mesentério, fígado, coração, rins, pulmões, língua, baço, carne industrial e aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor) foram agrupadas de forma proporcional e compuseram a amostra composta de órgãos + vísceras.

À exceção das amostras de sangue, as amostras compostas de órgãos + vísceras (200 g), de músculo e de gordura da carcaça (200 g cada amostra), após moídas, e as de couro (100 g), de ossos da carcaça, da cabeça e dos membros (200 g cada), e da cauda (100 g), após seccionadas, foram acondicionadas em vidros com capacidade de 500 mL e levadas à estufa a 105°C, por um período de 48 a 96 horas, dependendo da amostra, para determinação da matéria seca gordurosa (MSG). Posteriormente, foram submetidas a lavagens sucessivas com éter de petróleo, obtendo-se a matéria seca pré-desengordurada (MSPD). Em seguida, as amostras foram processadas em moinho de bola, para posteriores determinações de nitrogênio total e extrato etéreo (EE), conforme Silva & Queiroz (2002). A gordura removida no pré-desengorduramento foi calculada pela diferença entre a MSG e a MSPD, cujo resultado foi adicionado aos obtidos para o extrato etéreo residual na MSPD, para determinação do teor total de gordura.

Os conteúdos observados de proteína e gordura na carcaça foram determinados em função das concentrações percentuais destes nas amostras dos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da

carcaça direita. Já os conteúdos corporais de gordura e proteína foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos e nas vísceras, no couro, no sangue, na cauda, na cabeça, nos pés e nas amostras dos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da carcaça direita.

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):

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

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

Os conteúdos de gordura e energia retidos no corpo dos animais de cada tratamento, e para todos os tratamentos em conjunto, foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína e gordura, respectivamente, 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 gordura (kg) ou energia (Mcal) retido no corpo vazio; a = intercepto; b = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo de gordura ou energia, em função do logaritmo do PCVZ; X = logaritmo do PCVZ; e = erro aleatório.

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

Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de gordura ou energia, em função do logaritmo do PCVZ, obtiveram-se as exigências líquidas de energia, por kg de ganho de PCVZ, e os conteúdos de gordura, por kg de GPCVZ, a partir de equação do tipo:

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

em que: Y' = conteúdo de gordura no ganho, ou exigências de energia; a e b = intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de gordura e das exigências líquidas de energia; X = PCVZ (kg).

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

Foi efetuada uma equação de regressão entre a

energia retida (ER) e o ganho diário de PCVZ (GDPCVZ), para determinado PCVZ, conforme preconizado pelo NRC (1984 e 1996).

A produção de calor em jejum ou as exigências líquidas de energia para manutenção (ELm) foram estimadas como o anti-log do intercepto da equação obtida pela regressão linear entre o logaritmo da produção de calor (PC) e o CEM dos animais do grupo manutenção e daqueles pertencentes ao tratamento com 35% de concentrado na ração, segundo Lofgreen & Garret (1968). Também foram estimadas pelo coeficiente "a" da equação de regressão não-linear entre a PC e o CEM, segundo Ferrel e Jenkins (1998 a,b).

As concentrações de energia líquida das dietas foram calculadas segundo Harris (1970). Os valores de EM da dieta foram calculados considerando-se que 1 kg de NDT é igual a 4,409 Mcal de energia digestível (ED) e 1 Mcal de ED, a 0,82 Mcal de energia metabolizável (EM) (Coelho da Silva & Leão, 1979; NRC, 1996).

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

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

Itens <i>Items</i>	Níveis de concentrado na dieta (%) <i>Concentrate level in the diet (%)</i>		
	5	35	65
MS (%)	32,07	49,94	67,23
DM			
MO ¹	91,00	92,56	93,81
OM			
PB ¹	17,45	16,30	15,50
CP			
EE ¹	1,77	2,22	2,71
CHOT ¹	71,78	74,04	75,60
TCHO			
FDNcp ¹	62,12	46,78	30,87
NDFap			
CNF ¹	11,55	27,28	44,75
NFC			
NDT ² (%)	65,55	69,64	74,33
TDN			

¹% na matéria seca (% in dry matter).

²Costa (2002) – calculado a partir de ensaio de digestibilidade das dietas experimentais (calculated from the digestibility trial of the experimental diets).

O consumo de MS suficiente para manter o equilíbrio de energia foi calculado dividindo-se o consumo de EM suficiente para manutenção, de 112,96 kcal/PCVZ^{0,75}, obtido neste trabalho, pela concentração de EM (kcal/kg de MS) da dieta, em cada tratamento.

A concentração de energia líquida de cada dieta para manutenção (EL_m) foi obtida dividindo-se a produção de calor em jejum (74,51 kcal/kg PCVZ^{0,75}) pelo consumo de MS obtido, para manter o equilíbrio de energia, expresso em g de MS/PCVZ^{0,75}, enquanto o consumo de MS acima das necessidades de manutenção foi obtido subtraindo-se do consumo total de MS (g de MS/PCVZ^{0,75}) o consumo de MS suficiente para o equilíbrio de energia (g de MS/PCVZ^{0,75}), para cada dieta. A concentração de EL_g foi calculada dividindo-se a energia retida por dia, em kcal/PCVZ^{0,75}, pelo consumo de MS acima das necessidades de manutenção, expresso em g MS/PCVZ^{0,75}.

As eficiências de utilização da energia metabolizável (EUEM) para manutenção (k_m) e ganho de peso (k_g) foram estimadas a partir da relação entre os teores de energia líquida, para manutenção ou ganho, respectivamente, em função da EM da dieta, segundo Garret (1980b), sendo que a k_g também foi estimada como o coeficiente de regressão linear entre a ER e o CEM, para os animais de cada tratamento, segundo o NRC (1996) e Ferrel & Jenkins (1998 a, b), juntamente com os dados relativos aos animais designados para manutenção.

As exigências de EM para manutenção e ganho foram obtidas pelas relações entre as exigências líquidas e as respectivas eficiências de utilização, estimadas segundo Garret (1980b). 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 essas exigências por 4,409.

As exigências para ganho de 1 kg de PCVZ foram multiplicadas pelo fator 0,90 para a obtenção das exigências líquidas para ganho de 1 kg de PV, conforme relação obtida entre o ganho de peso de corpo vazio e o ganho de peso vivo dos animais.

As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total, extrato etéreo (EE), cinzas e fibra em detergente neutro (FDN) foram realizadas conforme técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002), sendo que a proteína bruta (PB) foi obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25. O teor de carboidratos totais (CHOT), na base da matéria seca, foi calculado pela fórmula: $CHOT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$,

segundo Sniffen et al. (1992). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados, de acordo com Weiss (1999), como: $CNF (\%) = 100 - (\%FDN_{cp} + \%PB + \%EE + \%cinzas)$. Para o concentrado referente ao tratamento com nível de 5%, devido à presença de uréia em sua constituição, o teor de CNF foi calculado conforme proposto por Hall (2000), sendo $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivado da uréia} + \text{peso } \% \text{ da uréia}) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%cinzas]$.

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

Resultados e Discussão

A relação obtida para a estimativa do PCVZ, a partir do PV dos animais do presente trabalho, foi: $PCVZ = PV \times 0,8956$, valor próximo àquele recomendado pelo NRC (1996) de 0,891. Para conversão das exigências para ganho de PCVZ (GPCVZ) em exigências para ganho de peso vivo (GPV), foi obtida a seguinte relação: $GPCVZ = 0,90 \times GPV$, ou seja, deve-se dividir as exigências fornecidas em função do ganho de peso de corpo vazio por 0,90 para encontrar as exigências em função do ganho de peso vivo.

Os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura (kg) e energia (Mcal) no corpo vazio, em função do logaritmo do PCVZ são apresentados na Tabela 2. O teste de identidade entre os modelos, aplicado às equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de gordura ou energia, em função do logaritmo do PCVZ, para os três níveis de concentrado na dieta, indicou não haver diferença entre os tratamentos. Portanto, pode-se recomendar o uso da equação conjunta, que é comum aos três níveis de inclusão de concentrado nas dietas.

De acordo com as equações relativas aos resultados para os tratamentos em conjunto, observaram-se aumentos nos conteúdos corporais de gordura (de 13,80 para 79,90 kg) e energia (de 410,47 para 1.065,07 Mcal), com o aumento do PV dos animais de 250 para 400 kg. Da mesma forma, as concentrações de gordura (g/kg de PCVZ) e energia (Mcal/kg de PCVZ) elevaram-se com o aumento do PV (Tabela 3).

Lana et al. (1992), trabalhando com bovinos

zebuínos castrados, encontraram resultados semelhantes. Os conteúdos corporais de gordura (g/kg PCVZ) e energia (Mcal/kg PCVZ) aumentaram, respectivamente, de 65,5 para 158,2 e de 1,70 para 2,63, quando o peso vivo dos animais aumentou de 250 para 400 kg. Boin (1995), utilizando animais Nelore castrados, verificou aumento acentuado no conteúdo de energia (Mcal/kg PCVZ) de 4,61 para 5,79, quando o corpo vazio aumentou de 300 para 400kg. Tendências semelhantes foram encontradas por vários autores, mesmo trabalhando com animais inteiros (Ferreira et al., 1999; Vêras et al., 2000; Silva et al., 2002a; Veloso et al., 2002a). Observa-se que, em animais castrados, a magnitude do aumento dos conteúdos corporais de gordura e, conseqüentemente, de energia, é maior, uma vez que animais castrados depositam, com mesmo peso vivo, mais gordura que animais inteiros. A menor deposição de gordura no corpo, seguida por maior concentração protéica do ganho de peso em animais inteiros, é explicada pela síntese e secreção dos hormônios androgênicos, subs-

tâncias esteróides com ação anabólica pronunciada no organismo animal (Guiroy et al., 2002). Como esses hormônios são sintetizados nas gônadas (testículos), animais castrados não apresentam o mesmo ímpeto anabólico dos animais inteiros e, conseqüentemente, sintetizam menos proteína, sendo a energia disponível desviada para a síntese de gordura. Esse comportamento da composição corporal explica os maiores requerimentos de energia de bovinos castrados em relação aos inteiros.

As exigências líquidas de energia e os conteúdos de gordura, por kg de ganho de PCVZ são apresentados na Tabela 4. Para conversão das exigências de ganho de PCVZ em exigências para ganho de peso vivo, deve-se multiplicar as primeiras pelo fator 0,90.

Como esperado, observa-se que as exigências de energia e os conteúdos de gordura no ganho de PCVZ aumentaram com a elevação do PV. Tais resultados corroboram a citação de Berg & Butterfield (1976) de que, à medida que o peso corporal se eleva, a concentração de gordura no corpo aumenta, com concomitante aumento nas exigências energéticas, uma vez que o valor energético do ganho também aumenta, juntamente com o aumento do peso dos animais. Gonçalves et al. (1991) encontraram, para animais Nelore castrados, conteúdos de gordura por kg de GPCZ superiores aos do presente trabalho, variando de 270,19 a 827,53, para novilhos de 200 a 400 kg de PCVZ, respectivamente. Os requisitos líquidos de energia para ganho de PCVZ (em Mcal/kg) obtidos também foram maiores, 8,06 Mcal/dia para um animal de 400 kg, ganhando 1 kg de PCVZ.

Os valores de exigências líquidas de energia para ganho de 1 kg de PCVZ encontrados no presente

Tabela 2 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura (kg) e energia (Mcal) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (kg) de bovinos anelados, e os respectivos coeficientes de determinação (r^2), para os diferentes níveis de concentrado (NC) na dieta e em conjunto

Table 2 - Parameters of the logarithm regression equations of fat (kg) and energy (Mcal), in empty body, as a function of the empty body weight (kg) of Nelore steers, and their respective coefficients of determination (r^2), for the different concentrate levels (CL) in the diet, and in overall

NC (%) CL (%)	Parâmetros Parameters		
	Intercepto (a) Intercept	Coefficiente (b) Slope	r^2
	Gordura (kg) Fat (kg)		
5	-7,5074	3,6749	0,88
35	-7,7832	3,7978	0,91
65	-7,5005	3,6817	0,90
CONJ.	-7,6412	3,7365	0,90
Overall			
	Energia (Mcal) Energy (Mcal)		
5	-1,8039	1,8778	0,93
35	-2,2147	2,0552	0,95
65	-2,1889	2,0465	0,94
CONJ.	-2,1543	2,0287	0,94
Overall			

Tabela 3 - Estimativa dos conteúdos de gordura (g/kg PCVZ) e de energia (Mcal/kg PCVZ) no peso do corpo vazio de bovinos anelados, em função do peso vivo (PV)

Table 3 - Content estimates of fat (g/kg PCVZ) and energy (Mcal/kg PCVZ) in the empty body weight (g/kg EBW) of Nelore steers, as a function of the live weight (LW)

PV (kg) LW (kg)	Gordura (g/kg PCVZ) Fat (g/kg EBW)	Energia (Mcal/kg PCVZ) Energy (Mcal/kg EBW)
250	61,63	1,83
300	101,49	2,21
350	154,75	2,59
400	223,01	2,97

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

trabalho são pouco superiores àqueles obtidos por Lana et al. (1992), que utilizaram animais Nelore e cruzados Zebu x Europeu, todos castrados, fato explicado pelos menores valores do conteúdo de gordura no ganho, obtidos por aquele autor, quando comparados aos valores aqui encontrados. Fontes (1995), em compilação de alguns trabalhos de exigências nutricionais de animais Nelore, Holandês x Nelore, Chianina x Nelore e Holandês x Gir encontrou, para todos os animais, conteúdos corporais de gordura menores (g/kg de GPVCZ) e, conseqüentemente, valores de exigências líquidas de energia para ganho inferiores aos observados no presente trabalho. Por outro lado, Boin (1995) também agrupando dados de experimentos conduzidos com animais Nelore castrados, encontrou exigências líquidas de energia para ganho de 1 kg de PCVZ um pouco superiores às encontradas neste trabalho.

A relação entre a energia retida (ER) e o ganho diário de peso de corpo vazio (GDPCVZ) para determinado peso de corpo vazio (PCVZ), obtida por Garret (1980), com animais de raças britânicas, e adotada pelo NRC (1996) é a seguinte: $ER = 0,0635 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{1,097}$. Vêras et al. (2000) obtiveram a equação: $ER = 0,044 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{1,1578}$ ($r^2 = 0,82$), para zebuínos e seus mestiços, utilizando dados relativos a 35 animais Nelore e 34 bovinos F1 Simental x Nelore (Ferreira et al., 1999), todos não-castrados. Também trabalhando com novilhos Nelore inteiros, Silva et al. (2002a) obtiveram outra equação de regressão para descrever a relação entre a retenção diária de energia (ER), em Mcal/dia, e o ganho diário de PCVZ (GDPCVZ), em kg/dia, a determinado PCVZ, como

se segue: $ER \text{ (Mcal/dia)} = 0,0413 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{0,978}$ ($r^2 = 0,49$).

Para a condição do presente trabalho, a equação de regressão obtida para descrever a relação entre a energia retida (ER), em Mcal/dia, e o ganho diário de PCVZ (GDPCVZ), em kg/dia, a determinado PCVZ, foi:

$$ER = 0,0718 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{0,9658} \quad (r^2 = 0,82)$$

Tomando-se por base um bovino castrado de 400 kg de PV e com ganho diário de peso vivo em jejum (GDPVJ) de 1 kg (ou seja, ganho diário de 0,90 kg de peso de corpo vazio), pode-se calcular, a partir desta equação, que sua energia retida é de 5,34 Mcal/dia. Se esse mesmo cálculo for efetuado a partir da equação adotada pelo NRC (1996), observar-se-á um valor de energia retida de 5,68 Mcal/dia, portanto 6% maior. Adotando-se a equação obtida por Vêras et al. (2000) ou por Silva et al. (2002a), encontra-se um valor de ER, respectivamente, de 3,94 ou 3,69 Mcal/dia. Como esses autores obtiveram tais equações a partir de animais inteiros que, segundo o NRC (1996), apresentam exigências de energia 18% inferiores às exigências de um animal castrado, para um bovino castrado, a ER seria de 4,64 Mcal/dia ($3,94 \times 1,18$) ou 4,35 Mcal/dia ($3,69 \times 1,18$), valores 13 e 18% inferiores à ER obtida no presente estudo.

Lana et al. (1992) encontraram para o mesmo tipo de animal, ou seja, 400 kg de PV com ganho de 1 kg de PV/dia, exigência de energia líquida ou energia retida de 6,15 Mcal/dia, para animais Nelore castrados, enquanto Boin (1995) verificou exigências líquidas de energia para ganho de 6,26 Mcal/dia. Fontes (1995), compilando dados da literatura nacional encontrou valor próximo ao obtido neste experimento, (5,55 Mcal/dia), considerando todos os grupamentos

Tabela 4 - Exigências líquidas de energia (Mcal), por kg de GPV e de GPCVZ, e conteúdo de gordura no ganho de peso do corpo vazio (g/kg GPCVZ) de bovinos anelados, em função do peso vivo (PV)
Table 4 - Net requirements of energy (Mcal), in g/kg of live weight gain (g/kg LWG) and g/kg of empty body weight gain (g/kg EBWG) and fat content in the empty body weight gain (g/kg EBWG), of Nelore steers, as a function of live weight (LW)

PV (kg) LW (kg)	Exigências Requirements		Conteúdo de gordura (g/kg GPCVZ) Fat content (g/kg EBWG)
	Energia (Mcal/kg GPV) Energy (Mcal/kg LWG)	Energia (Mcal/kg GPCVZ) Energy (Mcal/kg EBWG)	
	250	4,13	
300	4,98	4,48	379,23
350	5,84	5,26	578,23
400	6,70	6,03	833,29

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

genéticos avaliados de forma geral. Para animais Nelore, castrados, com 400 kg de PV, ganhando 1 kg de PCVZ, Fontes (1995) cita o valor de 9,02 Mcal/dia como exigência líquida de energia para ganho. Zervoudakis et al. (2002), utilizando novilhos mestiços Holandês x Zebu, castrados, determinaram requerimentos líquidos de energia, para animais com 400 kg e ganhando 1 kg PV/dia, de 6,78 Mcal/dia. Verifica-se, portanto, que os resultados observados em experimentos conduzidos no Brasil envolvendo animais com algum grau de sangue zebuino, castrados, apontam para requerimentos de energia para ganho superiores àqueles recomendados pelo NRC (1996). Entre as pesquisas desenvolvidas no Brasil, observa-se que o presente trabalho foi o que encontrou valores mais baixos, em termos de requisitos líquidos de energia para ganho, o que pode ser explicado pela metodologia utilizada para se obter a composição corporal dos animais. O conteúdo de gordura corporal obtido foi determinado pela análise direta de todos os constituintes do corpo vazio, inclusive da carcaça, que foi totalmente dissecada e seus componentes analisados quimicamente. Dessa maneira, a composição corporal não foi predita utilizando-se a seção HH, como ocorre na maioria dos trabalhos nacionais recentes que envolveram a determinação das exigências nutricionais de bovinos de corte. Conforme observado por Paulino et al. (2003), a adoção da seção HH ocasiona superestimativa do teor de gordura da carcaça na ordem de 7,84%, o que gera certo erro na determinação da composição corporal de gordura como um todo. Como a gordura é o componente do corpo que apresenta o maior valor energético, o conteúdo de energia também pode ter sido superestimado. Dessa forma, se a composição corporal tivesse sido obtida a partir da seção HH, a exigência líquida de energia teria valor superior àquele realmente encontrado.

Pela regressão do logaritmo da produção de calor (PC), em função do consumo de energia metabolizável (CEM) dos animais do grupo manutenção mais os animais do tratamento com 35% de concentrado (kcal/PCVZ^{0,75}) foi obtida a equação: $\text{Log PC} = 1,8722 + 0,0016 \text{ CEM}$, $r^2 = 0,98$, cujo anti-log do intercepto indicou o valor de 74,51 kcal/PCVZ^{0,75}/dia como exigência de energia líquida de manutenção (ELm) dos animais. A partir desta equação, obteve-se o consumo de EM no equilíbrio, ou seja, no ponto em que a PC foi igual ao CEM, de 112,96 kcal/kg^{0,75}/dia. A ELm também foi obtida como sendo o coeficiente “a” da equação de regressão exponencial entre a PC

e o CEM, segundo Ferrel & Jenkins (1998 a,b): $\text{PC} = 74,513e^{0,0037\text{CEM}}$, $r^2 = 0,98$. Calculando-se a ELm em função do PV, para os dados deste experimento, obteve-se o valor de 68,60 kcal/PV^{0,75}/dia, bastante próximo daquele valor de 69,3 kcal/PV^{0,75}/dia recomendado pelo NRC (1996). Gonçalves et al. (1991) obtiveram exigência de manutenção para machos Nelore castrados de 59,77 kcal/PV^{0,75}, valor 13% inferior ao verificado neste experimento. Boin (1995), revisando dois experimentos sobre exigências nutricionais de bovinos Nelore castrados, citou valores de exigência líquida de energia para manutenção de 78 e 79,8 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, próximos ao obtido neste trabalho.

Na Tabela 5, são apresentados os teores de NDT, as concentrações de energia metabolizável (EM) das dietas e os valores calculados de ELm e ELg, além das k_m e k_g calculadas e a estimativa da k_g obtida segundo o NRC (1996).

Os valores de ELm e ELg encontrados para dietas com concentrações de EM de 2,3 e 2,6 Mcal/kg de MS, a partir das equações de Garret (1980a) e recomendadas pelo NRC (1996), quais sejam:

$$\begin{aligned} \text{ELm} &= 1,37 \times \text{EM} - 0,138 \times \text{EM}^2 + 0,0105 \times \text{EM}^3 - 1,12 \\ \text{ELg} &= 1,42 \times \text{EM} - 0,174 \times \text{EM}^2 + 0,0122 \times \text{EM}^3 - 1,65 \end{aligned}$$

foram de, respectivamente, 1,43 e 1,69 Mcal/kg de MS para ELm e de 0,84 e 1,08 Mcal/kg de MS para ELg. Ao comparar tais valores com as ELm e ELg encontradas neste experimento para dietas com concentrações de EM próximas a 2,3 e 2,6, respectivamente de 1,52 e 1,63 Mcal/kg de MS para ELm e 0,59 e 1,02 Mcal/kg de MS para ELg, nota-se que os valores são próximos, sendo a diferença mais acentuada verificada na ELg da dieta com 2,3 Mcal de EM/kg de MS. A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção (k_m) estimada para uma dieta com 2,6 Mcal de EM/kg de MS, segundo Garret (1980a), seria de 65%, valor muito próximo ao obtido no presente trabalho (66%). Conforme pode ser observado na Tabela 5, maior concentração de EM na dieta implica em maior eficiência de uso da energia metabolizável para ganho, como já apontado pelo NRC (1984). A maioria dos trabalhos nacionais sobre determinação das eficiências de uso da energia metabolizável (EUEM) foi realizada com animais inteiros (Ferreira et al., 1999; Vêras et al., 2001; Silva et al., 2002b; Veloso et al., 2002b), sendo verificado pequeno número de experimentos envolvendo animais castrados (Boin, 1995).

Tabela 5 - Consumo de matéria seca (CMS), concentrações energéticas e eficiências de utilização da energia metabolizável para manutenção (k_m) e ganho de peso (k_g)

Table 5 - Dry matter intake (DMI), energy concentration and efficiency of metabolizable energy utilization calculated for maintenance (k_m) and for weight gain (k_g)

Itens	Níveis de concentrado na dieta (%)		
	Concentrate levels in the diet (%)		
	5	35	65
CMS manutenção (g/PCVZ ^{0,75})	48,95	45,67	43,15
DMI for maintenance (g/EBW ^{0,75})			
CMS ganho de peso (g/PCVZ ^{0,75})	50,65	71,54	68,76
DMI for weight gain (g/EBW ^{0,75})			
NDT (%)	63,83	68,41	72,41
TDN (%)			
EM (Mcal/kg MS)	2,31	2,47	2,62
ME (Mcal/ kg DM)			
ELm (Mcal/kg MS)	1,52	1,63	1,73
NE _m (Mcal/ kg DM)			
ELg (Mcal/kg MS)	0,59	1,02	1,20
NE _g (Mcal/ kg DM)			
K_m^1	0,66	0,66	0,66
K_m^2	0,26	0,41	0,46
K_g^2	0,23	0,35	0,44

¹ Calculada a partir dos dados do presente trabalho (calculated from data obtained in this study).

² Estimada segundo a equação do NRC (1996), utilizando-se dados do presente trabalho (estimated according to NRC (1996), using data obtained in this study).

As exigências de EM, ED e NDT para manutenção, para diferentes pesos vivos são apresentadas na Tabela 6, onde nota-se que houve aumentos nestas exigências, à medida que o peso corporal aumentou, seguindo tendência semelhante observada para as exigências líquidas de energia para manutenção.

Considerando-se a k_m obtida de 0,66 e o valor de 68,60 kcal/PV^{0,75} como requisito líquido de energia para manutenção, a exigência de EM para manutenção seria de 103,94 kcal/PV^{0,75}, a de ED de 126,76 kcal/PV^{0,75} e a de NDT de 28,75 g/PV^{0,75}.

Na Tabela 7, são apresentadas as estimativas dos requisitos de ELg (Mcal/kg de GPV), de EM para ganho de peso (Mcal/kg de PV) e de NDT (kg/kg de GPV), utilizando-se a relação entre os requisitos líquidos estimados para os dados em conjunto e as k_g para as concentrações de EM de 2,30 e 2,60 Mcal/kg de MS, obtidas no presente trabalho mediante a relação entre a ELg e as concentrações de EM das dietas. Foram utilizados apenas os valores relativos às exigências líquidas de energia dos dados em conjunto, uma vez que o teste de identidade de modelos, efetuado de acordo com Regazzi (1996), indicou não haver diferença entre os tratamentos.

Observa-se que as exigências de energia metabolizável ou de nutrientes digestíveis totais, para

as duas dietas, aumentaram à medida que o peso corporal se elevou, concordando com resultados obtidos por Silva et al. (2002b) e Veloso et al. (2002b), apesar destes autores terem trabalhado com animais inteiros. Em virtude de o presente trabalho ter sido desenvolvido com animais castrados, as exigências energéticas mostraram-se superiores às obtidas por aqueles autores. A partir dos dados apresentados na Tabela 7 pode-se inferir que, quanto maior a EUEM para ganho de peso, menores são os requisitos de EM e de NDT. Realmente, para dieta com concentração de

Tabela 6 - Exigências diárias de energia metabolizável (EM) e energia digestível (ED), expressos em Mcal/dia, e requisitos de NDT (kg/dia), para manutenção de bovinos anelhorados, em função do peso vivo (PV)

Table 6 - Daily metabolizable energy (ME) and digestible energy (DE) requirements, in Mcal/d, and TDN requirements (kg/d), for Nelore steers, as a function of the live weight (LW)

PV (kg)	EM (Mcal/dia)	ED (Mcal/dia)	NDT (kg/dia)
LW (kg)	ME (Mcal/d)	DE (Mcal/d)	TDN (kg/d)
250	6,53	7,97	1,81
300	7,49	9,14	2,07
350	8,41	10,26	2,33
400	9,30	11,34	2,57

Tabela 7 - Estimativa das exigências de energia líquida para ganho de peso (ELg), em Mcal/kg de ganho de peso vivo (GPV), de energia metabolizável (EM), em Mcal/kg GPV, e de nutrientes digestíveis totais (NDT), em kg/kg GPV, em função das concentrações de EM da dieta (Mcal/kg de MS) e das respectivas eficiências de utilização da energia metabolizável para ganho de peso (k_g), em %, de bovinos anelados, para diferentes peso vivo (PV)

Table 7 - Estimates of the net energy requirements for weight gain (NEg), metabolizable energy requirements (ME), in Mcal/kg of live weight gain (LWG), and total digestible nutrients (TDN) requirements, in kg/kg LWG, as a function of the dietary ME concentrations (Mcal/kg DM) and the respective efficiency of metabolizable energy utilization for weight gain (k_g), in %, of Nelore steers, for different live weights (LW)

PV (kg) LW (kg)	EM da dieta Dietary ME		Exigência Requirement					
	2,30 ($k_f=0,26$)	2,60 ($k_f=0,46$)	ELg NEg	EM ME	NDT TDN	ELg Neg	EM ME	NDT TDN
250			3,74	14,12	3,91	3,74	8,12	2,24
300			4,29	16,19	4,48	4,29	9,30	2,57
350			4,81	18,17	5,03	4,81	10,44	2,89
400			5,32	20,09	5,56	5,32	11,54	3,19

EM de 2,30 Mcal/kg de MS e k_g de 0,26, as exigências de EM e de NDT para um animal de 400 kg são superiores às obtidas para dieta com concentração de EM de 2,6 Mcal/kg de MS e k_g de 0,46.

Conclusões

As exigências de energia líquida para ganho de peso de animais anelados castrados, em Mcal/kg, podem ser obtidas pela equação: $ER = 0,0718 PCVZ^{0,75} * GDPCZ^{0,9658}$.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção de animais zebuínos é próxima de 65%.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso varia em função da concentração de energia metabolizável da dieta, apresentando valores entre 26 e 46%.

Literatura Citada

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: 1993. 159p.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: 1980. 351p.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. New York: Sydney University, 1976. 240p.

BOIN, C. Alguns dados sobre exigências de energia e de proteína de zebuínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1.,

1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.457-466.

COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. 1.ed. Piracicaba: Livrocere, 1979. 380p.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION - CSIRO. **Feeding standards for Australian livestock - ruminants**. Victoria: 1990. 266p.

COSTA, M.A.L. **Desempenho de novilhos zebuínos e validação das equações do NRC (2001) para prever o valor energético dos alimentos nas condições brasileiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 81p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.

FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.352-360, 1999a.

FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso e exigências de energia metabolizável e nutrientes digestíveis totais de bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.368-373, 1999b.

FERREL, C.L.; JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: I. Angus, Belgian Blue, Hereford, and Piedmontese Sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.637-646, 1998a.

FERREL, C.L.; JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli Sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.647-657, 1998b.

FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE

- EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa, 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.
- GARRET, W.N. Energy utilization by growing cattle as determined in 72 comparative slaughter experiments. In: SYMPOSIUM OF ENERGY METABOLISM, 8., 1980, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge: Butterworths, 1980a. p.3-7.
- GARRET, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.1434-1440, 1980b.
- GONÇALVES, L.C.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências de energia para cinco grupos genéticos de novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.5, p.421-429, 1991.
- GUIROY, P.J.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G. et al. The effects of implant strategy on finished body weight of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1791-1800, 2002.
- HALL, M.B. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. **University of Florida**, 2000. p.A-25 (Bulletin 339, April - 2000).
- HARRIS, L.F. **Nutrition research technique for domestic and wild animal**. 1.ed. Logan: Utah, 1970. paginação descontínua.
- JORGE, A.M.; FONTES, C.A.; PAULINO, M.F. et al. Tamanho relativo dos órgãos internos de zebuínos sob alimentação restrita e *ad libitum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1174-1182, 1999.
- LANA, R.P.; FONTES, C.A.A.; PERON, A.J. et al. Composição corporal e do ganho de peso e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K), de novilhos de cinco grupos raciais. 2. Exigências de energia e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.3, p.528-537, 1992.
- LANNA, D.P.D.; FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O. Exigências nutricionais de gado de corte: o sistema NRC. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE. 1., 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p.138-167.
- LOFGREEN, G.P.; GARRET, 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 requirements of beef cattle**. 6.ed. Washington, D.C.: 1984. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 1996. 242p.
- PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Validação da seção HH para predição da composição química da carcaça de zebuínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Infovia, 2003. CD-ROM. Nutrição de Ruminantes.
- PERON, A.J.; FONTES, C.A.A.; GALVÃO, J.G. et al. Tamanho de órgãos internos e distribuição da gordura corporal, em novilhos de cinco grupos genéticos, submetidos a alimentação restrita e *ad libitum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.2, p.813-819, 1993.
- REGAZZI, A.J. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.1, p.1-17, 1996.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1S, p.503-513, 2002a.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos Nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1S, p.514-521, 2002b.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Exigências líquidas e dietéticas de energia, proteína e macroelementos minerais de bovinos de corte no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.776-792, 2002c.
- SNIFFEN, C.I.; O'CONNOR, I.D.; Van SOEST, P.I. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3652-3577, 1992.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG: 1998. 50p. (Manual do usuário).
- 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, 2002a.
- VELOSO, C.M.; VALADARES FILHO, S.C.; GESUALDI JR., A. et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos F1 Limousin x Nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1286-1293, 2002b.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.8, p.2379-2389, 2000.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos Nelore, não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.904-910, 2001.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES, 61., 1999, **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.
- ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia de novilhos suplementados no período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1S, p.530-537, 2002.

Recebido em: 29/11/02

Aceito em: 21/08/03