



Composição corporal e exigências de energia de manutenção em bovinos Nelore, puros mestiços, em confinamento¹

José Antônio de Freitas², Augusto César de Queiroz³, Alecsandro Regal Dutra⁴, Ricardo Augusto Mendonça Vieira⁵, Rogério de Paula Lana³, Fernando de Paula Leonel⁶, Douglas Sampaio Henrique⁶, Adhemar Ventura de Lima⁷, Júlio César de Souza²

¹ Parte da tese de Doutorado em Zootecnia apresentada à Universidade Federal de Viçosa pelo primeiro autor. Apoio: CAPES

² Universidade Federal do Paraná - Palotina - PR.

³ Universidade Federal de Viçosa - Viçosa - MG.

⁴ Universidade Estadual de Goiás - Goiânia - GO.

⁵ Universidade Estadual Norte Fluminense - Campos dos Goytacazes - RJ.

⁶ Doutorando em Zootecnia - Universidade Federal de Viçosa.

⁷ Zootecnista.

RESUMO - Objetivou-se estimar a composição corporal de gordura e proteína e as exigências de energia de manutenção em bovinos Nelore puros e mestiços. Foram utilizados 72 bovinos machos (18 Nelore, 18 F1 Nelore x Angus, 18 F1 Nelore x Pardo-Suíço e 18 F1 Nelore x Simental) não-castrados, com 10 a 11 meses de idade e peso médio inicial de 286, 309, 333 e 310 kg, respectivamente. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro grupos genéticos, submetidos a quatro níveis de concentrado na ração (30, 40, 60 e 70%). No início do experimento, três animais de cada grupo genético foram alocados no grupo de alimentação restrita e três foram abatidos no grupo de abate inicial. As exigências líquidas de energia para manutenção (ELm) foram obtidas pela regressão da produção de calor (kcal/kg^{0,75}/dia) em função do consumo de energia metabolizável (CEM - Mcal/kg^{0,75}/dia), extrapolando-se para o nível zero de ingestão de EM. Não houve diferenças nas exigências de energia líquida de manutenção (ELm) entre os grupos genéticos. Verificou-se elevação de 260,2; 92,6 e 67,8% nos conteúdos corporais de gordura e proteína e na concentração de gordura (g/kg de peso corporal vazio - PCV), com elevação de 250 para 550 kg no peso vivo, ao passo que a concentração de proteína corporal reduziu em 10,9%. O teste de identidade de modelos não-lineares indicou não haver diferenças entre os grupos genéticos para a composição corporal de gordura, proteína e energia e nas ELm. Desse modo, o valor da ELm foi estimado em 79 kcal/kg^{0,75}/dia.

Palavras-chave: engorda, gado de corte, metabolismo basal, produção de calor

Body composition and net energy requirements for maintenance of feedlot purebred and crossbred Nelore young bulls

ABSTRACT - The objectives of this trial were to estimate the body composition of fat and protein and the net energy requirements for maintenance of purebred and crossbred Nelore. Seventy-two young bulls averaging 10 to 11 months of age from four genetic groups were used: 18 Nelore, 18 F1 Nelore x Angus, 18 F1 Nelore x Brown Swiss and 18 F1 Nelore x Simental with initial average weights of 286, 309, 333 and 310 kg, respectively. A completely randomized design was adopted and bulls from the four genetic groups were fed diets containing: 30, 40, 60 and 70% of concentrate. Three animals from each genetic group were feed restricted while other three bulls were slaughtered at the beginning of the trial and used as reference. The net energy requirements of maintenance were obtained by regressing heat production (kcal/kg^{0.75}/day) on metabolizable energy intake (Mcal/kg^{0.75}/day) extrapolating to zero level of metabolizable energy intake. There was no difference in net energy requirements for maintenance among genetic groups. Body contents of fat, protein and fat concentration (g/kg EBW) increased, respectively, 260.2, 92.6 and 67.8% when body weight increased from 250 to 550 kg whereas body protein concentration reduced 10.9%. The identity test of the non-linear model indicated no significant differences among genetic groups for body composition of fat, protein and energy as well as for net energy requirements for maintenance. The estimated net energy requirement for maintenance was 79.45 kcal/kg^{0.75}/day in this study.

Key Words: body composition, cattle, crossbred, maintenance requirements, Nelore

Introdução

O corpo animal é composto basicamente por água, proteína, gordura e minerais. As proporções destes compo-

nentes variam de acordo com fatores como raça do animal, velocidade de crescimento, condição sexual, plano nutricional, utilização ou não de hormônios anabolizantes, entre outros (NRC, 1996). Embora o conteúdo corporal total

de proteína e gordura no corpo vazio se eleva com o aumento do peso do animal, o teor de proteína reduz, enquanto os teores de gordura e energia tendem a aumentar com a elevação do peso do animal (Lana et al., 1992; Pires et al., 1993; Boin, 1995; Freitas et al., 2000; Backes et al., 2002).

Preston & Willis (1974) avaliaram o efeito do nível de alimentação sobre a composição corporal dos animais e relataram que rações mais energéticas resultaram em carcaças com maior teor de gordura. Resultados semelhantes foram observados por Jones et al. (1985), que, trabalhando com rações contendo diferentes proporções volumoso:concentrado, observaram diferenças na composição corporal de novilhos, de modo que animais submetidos a dietas mais energéticas apresentaram maiores teores de gordura na carcaça.

Paulino et al. (1999), em pesquisa conduzida com bovinos Zebu, machos não-castrados de quatro grupos genéticos com 300 a 500 kg, verificaram redução nos teores de proteína corporal e elevação nos de gordura e energia corporal com o aumento do peso corporal vazio (PCV). Os autores constataram decréscimo de 9,3% no teor de proteína (183 para 165 g de proteína/kg PCV) e elevação de 110% no teor de gordura (114 para 240 g/kg PCV).

Segundo Ferrell & Jenkins (1998), novilhos da raça Angus submetidos à alimentação restrita apresentaram menores teores de gordura na carcaça (22%) que aqueles sob alimentação *ad libitum* (30,7%). Esses autores verificaram que, para os mesmos níveis de ingestão alimentar, os teores de proteína na carcaça reduziram de 13,6 para 13%.

O grupo genético apresenta, de acordo com Garrett (1980), maior influência sobre a composição corporal (considerando mesmo peso vivo ou de carcaça) que o nível nutricional. Robelin & Geay (1984) registraram efeito do grupo genético na composição corporal de bovinos Angus, os quais apresentaram teor de gordura corporal 89% superior ao dos animais Limousin. Em animais das raças Limousin, Charolesa, Holandesa, Shorthorn, Hereford e Angus aos 400 kg, os respectivos teores de gordura corporal foram de 102, 108, 135, 190, 190 e 193 g/kg de PCV.

As exigências de energia para manutenção podem ser definidas como a quantidade de energia necessária para a manutenção da massa corporal estável. Estudos pioneiros na área de bioenergética foram realizados por Brody (1945), que desenvolveu pesquisas com diferentes espécies (envolvendo desde camundongos até elefantes) e estimou a taxa metabólica basal em 70,5 kcal/kg^{0,73}. Posteriormente, Lofgreen & Garrett (1968), utilizando 208 novilhos e novilhas com 230 a 300 kg PV alimentados com rações com nível de volumoso de 2 a 100%, estimaram as exigências líquidas de manutenção em 77 kcal/kg kg^{0,75}, valor adotado pelo NRC

(1996). O AFRC (1993), no entanto, utilizando o método calorimétrico, estabelece em 83,5 kcal/kg kg^{0,75}/dia as exigências de energia de manutenção. Para bovinos do tipo leiteiro em crescimento, o NRC (2001) estima as exigências líquidas de energia de manutenção em 86 kcal/kg^{0,75}/dia.

Em bovinos em crescimento, as exigências de energia de manutenção podem corresponder a mais de 40% das exigências totais de energia metabolizável (NRC, 1996). Segundo Thompson et al. (1983), as exigências de energia de manutenção envolvem gastos com a manutenção da homeotermia, da pressão sanguínea, do tônus muscular, da atividade cardíaca, da transmissão de impulsos nervosos, do transporte de íons através da membrana, da ingestão de alimentos, da locomoção etc. Outros fatores podem influenciar as exigências líquidas de energia de manutenção, entre eles raça, idade do animal, condição sexual, nível de produção e plano nutricional (Koong et al., 1985; NRC, 1996).

O NRC (1996) cita que diferenças nas exigências de energia de manutenção (ELM) podem variar até 40%, dependendo da raça bovina considerada, de modo que taurinos apresentam ELM 10% superior à dos zebrinos. Relata ainda diferenças entre machos não-castrados e castrados, de modo que animais não-castrados apresentam exigência de manutenção 15% superior à dos castrados.

Objetivou-se com este trabalho estimar a composição corporal de proteína, gordura e energia e as ELM de bovinos Nelore e cruzados mantidos em confinamento.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Instituto Melon de Estudos e Pesquisas, localizado na Fazenda Barreiro, em Silvânia, Goiás, e as análises, no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

O município de Silvânia localiza-se no planalto central goiano e possui clima mesotérmico e úmido, segundo classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 22°C, com variação média de 5°C, e a precipitação pluviométrica anual (1.450 mm) caracteriza-se por uma distribuição periódica, com duas estações bem definidas, com maior concentração das chuvas no período de novembro a março.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 4, com quatro níveis de concentrado e quatro grupos genéticos. Utilizaram-se 72 bovinos machos inteiros, com idade inicial de 10 a 11 meses, pertencentes a quatro grupos genéticos: 18 Nelore, 18 F1 Nelore x Angus, 18 F1 Nelore x Pardo-Suíço e 18 F1 Nelore x Simental, com peso médio inicial de 286, 309, 333 e 310 kg,

respectivamente. Foram utilizadas quatro proporções volumoso:concentrado (30:70; 40:60; 60:40 e 70:30) e três animais de cada grupo genético por tratamento, perfazendo um total de 12 animais. Os animais foram mantidos em baias individuais de 16 m² (8 m² de área concretada e 8 m² de piso batido), parcialmente cobertas, providas de comedouro individual concretado (0,8 m de largura, 0,6 m de parede externa e 0,5 m de parede interna) e de um bebedouro concretado (1,0 x 1,0 m) para cada duas baias.

Três animais de cada grupo genético foram alocados no grupo manutenção e receberam ração para atender suas exigências de manutenção. Outros três bovinos de cada grupo genético foram abatidos ao início do experimento e serviram de referência no estudo da composição corporal dos animais remanescentes. As rações foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (1996) e sua composição química, bem como dos concentrados e do feno, encontra-se nas Tabelas 1 e 2.

A ração experimental foi distribuída uma vez ao dia, às 8 horas, de modo a permitir sobras de 10 a 20% da quantidade ofertada. Diariamente, foram registradas as quantidades de ração fornecida e das sobras e, semanalmente, foram coletadas amostras individuais da ração e das sobras, que, a cada sete semanas, compuseram uma amostra representativa do período.

Paralelamente a este ensaio, foi realizado outro, no qual foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente e total. As determinações de MS, PB, FDN e EE foram realizadas conforme técnica descrita por Silva & Queiroz (2002). Os carboidratos totais foram obtidos pela equação $CHT (\%MS) = 100 - [PB (\%MS) + EE (\%MS) + MM (\%MS)]$ e os teores de NDT, pela equação $NDT_{\text{aparente}} (\text{g/dia}) = (PB \text{ ração} - PB \text{ fezes}) + (CHT \text{ ração} - CHT \text{ fezes}) + 2,25 (EE \text{ ração} - EE \text{ fezes})$, conforme descrito por Sniffen et al. (1992).

Tabela 1 - Composição química do feno e dos concentrados fornecidos para bovinos Nelore puros e cruzados, na base da matéria seca

Table 1 - Chemical composition of hay and concentrates fed to purebred and crossbred Nelore young bulls, expressed in dry matter basis

Nutriente Nutrient	Feno Hay	Tipo de concentrado Type of concentrate			
		Conc.70	Conc60	Conc40	Conc30
MS (DM)	83,83	89,49	89,37	89,25	89,20
PB (CP)	7,86	29,2	25,0	19,09	17,0
FDN (NDF)	74,66	10,51	10,87	11,24	11,35
CHT (TC)	88,50	71,68	73,92	76,18	76,34
NDT (TDN)	52,90	76,90	78,17	79,39	79,65
EE (EE)	0,68	3,00	3,17	3,34	3,38
CZ (Ash)	6,34	10,44	9,65	8,96	8,72

Tabela 2 - Composição química das rações, com base na MS, conforme as diferentes relações volumoso:concentrado

Table 2 - Chemical composition of diets varying on forage to concentrate ratio, expressed in DM basis

Nutriente Nutrient	Relação volumoso:concentrado Forage:concentrate ratio			
	70:30	60:40	40:60	30:70
MS (DM)	91,43	91,11	90,45	90,12
PB (CP)	14,3	14,7	14,6	14,3
FDN (NDF)	51,83	46,08	34,56	28,82
CHT (TC)	83,35	82,59	81,07	79,96
NDT (TDN)	60,1	63,0	68,8	71,6
EE (EE)	1,39	1,69	2,29	2,57
EM (ME)	2,17	2,28	2,49	2,59
CZ (Ash)	7,59	7,68	7,92	8,01

[EM] determinada - expressa em kcal/kg de matéria seca.

Determined [ME]- expressed in kcal/kg of dry matter.

A duração do experimento não foi pré-definida, visto que os animais eram abatidos ao atingirem 100 ou 110% do peso das fêmeas do mesmo grupo genético. Todos os animais, independentemente do grupo genético, foram abatidos após jejum de 14 horas aos 480-510 kg de PV. A diferença no peso de abate dos animais foi atribuída à variação do peso dentro dos lotes de animais abatidos. De cada animal abatido, foram pesadas e coletadas amostras representativas dos órgãos, das vísceras e da carcaça. As amostras de carne (120 g), gordura (200 g), vísceras (200 g) e couro (100 g), depois de moídas, foram armazenadas em vidros com capacidade de 250 mL e mantidas em estufa a 105°C durante 48 a 72 horas, para determinação da matéria seca gordurosa (MSG). Em seguida, foram submetidas a um processo de extração de gordura com éter de petróleo, conforme descrito por Kock & Preston (1979), obtendo-se a matéria seca pré-desengordurada (MSPD), que, posteriormente, foi processada em moinho de bola, para determinação dos teores de NDT, EE e CIN. As amostras de sangue (400 g) foram coletadas imediatamente após o abate, acondicionadas em pirex, encaminhadas à estufa de ventilação forçada (55°C), durante 48 horas, para determinação dos teores de matéria pré-seca, sendo, posteriormente, processadas em moinho de bola. As determinações de NDT foram feitas em aparelho semimicro kjedahl e as de EE, em aparelho soxhlet, conforme descrito por Silva & Queiroz (2002).

As carcaças foram pesadas no dia do abate, realizando-se no mesmo dia a coleta de amostra representativa da meia-carcaça esquerda, correspondente à secção da 9^a à 11^a costela, de acordo com metodologia proposta por Hankins & Howe (1946). A partir das proporções de músculo, tecido adiposo e ossos na seção HH, estimaram-se suas proporções na carcaça, por meio das equações descritas por Hankins & Howe (1946):

Músculo:	$Y = 16,08 + 0,80 X$
Tecido adiposo:	$Y = 3,54 + 0,89 X$
Osso:	$Y = 5,52 + 0,57 X$

em que X é a porcentagem dos componentes na secção HH.

Ao início do experimento, foram abatidos 12 animais-referência (três de cada grupo genético) para estimativa da composição corporal inicial dos animais remanescentes.

O peso de corpo vazio (PCV) dos animais foi determinado pelo somatório dos pesos de carcaça, sangue, cabeça, couro, pés, cauda, vísceras e órgãos. A relação entre o PCV e o peso vivo dos animais-referência (abatidos no início do experimento) de cada grupo genético foi utilizada para estimativa do PCV inicial dos animais remanescentes dos diversos grupos genéticos. Os conteúdos corporais de EE e PB foram determinados considerando-se suas concentrações percentuais nos tecidos, nos órgãos, no couro, no sangue e na amostra representativa da carcaça (secção HH). Foram determinados nos tecidos corporais de cada animal os teores de matéria seca gordurosa (MSG) e água. A MSG foi tratada com éter de petróleo, a fim de se extrair parte da gordura e obter a matéria seca pré-desengordurada (MSPD). Subtraindo-se a MSPD da MSG, obteve-se a gordura extraída no pré-desengorduramento. A partir da MSPD moída, foram realizadas análises de PB, EE e CIN, conforme técnica descrita por Silva & Queiroz (2002), possibilitando determinar a composição da matéria natural. A determinação dos conteúdos corporais de energia foi realizada pelo produto dos conteúdos corporais de proteína e gordura nos órgãos, nas vísceras, no sangue, na carcaça e no couro pelos seus respectivos equivalentes calóricos, conforme a equação proposta pelo ARC (1980):

$$CE (\text{Mcal}) = (5,6405X + 9,3929Y),$$

em que CE = conteúdo de energia, em kg; X = proteína corporal, em kg; Y = gordura corporal, em kg.

Os conteúdos líquidos de energia, gordura e proteína retidos no corpo dos animais foram estimados por meio do ajuste de equações de regressão do conteúdo corporal de energia e proteína, em função do PCV, segundo técnica proposta por Lofgreen & Garrett (1968) conforme a equação:

$$Y_{ijk} = a.X_{ijk}^b + e_{ijk}$$

em que: Y_{ijk} = conteúdo total de energia (Mcal) ou proteína (kg) no corpo vazio do animal j, do grupo genético i, pertencente ao tratamento k; a = constante; b = coeficiente de regressão dos conteúdos de gordura, energia e proteína, em função do PCV; X_{ijk} = peso de corpo vazio, do animal j, do grupo genético i, do tratamento k; e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

As exigências de ELM foram obtidas pela regressão da produção de calor ($\text{kcal/kg}^{0,75}/\text{dia}$) em função do CEM

($\text{Mcal/kg}^{0,75}/\text{dia}$), extrapolando-se para o nível zero de consumo de energia metabolizável (CEM), segundo técnica descrita por Ferrell & Jenkins (1998), utilizando-se a equação abaixo:

$$Y_{ijk} = a.\exp(b.x_{eij}) + e_{ijk}$$

em que Y_{ijk} = produção de calor em jejum ($\text{kcal/kg}^{0,75}/\text{dia}$) do animal j, do grupo genético i, pertencente ao tratamento k; a = intercepto; b = coeficiente de regressão; X = CEM ($\text{kcal/kg}^{0,75}/\text{dia}$); e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Os dados obtidos foram analisados por meio de análises de regressão e variância, pelo programa computacional SAS (Statistical Analyses System, 1995), aplicando-se o teste F a 5% de probabilidade aos coeficientes de regressão.

Na comparação entre grupos genéticos, quanto à composição corporal e às ELM, utilizou-se o teste de identidade de modelos não-lineares, conforme proposto por Regazzi (2003), para se verificar a possibilidade de utilização de um modelo em comum para todos os grupos genéticos ou de um modelo para cada grupo genético. O procedimento estatístico consistiu no teste das seguintes hipóteses: $H_0^{(1)}$: $a_1=a_2=a_3=a_4$ $H_a^{(1)}$: pelo menos um a_i é diferente dos demais; $H_0^{(2)}$: $b_1=b_2=b_3=b_4$, $H_a^{(2)}$: pelo menos um b_i é diferente dos demais; $H_0^{(3)}$: $a_1=a_2=a_3=a_4$ e $b_1=b_2=b_3=b_4$; $H_a^{(3)}$ pelo menos uma igualdade é uma desigualdade.

Resultados e Discussão

A partir da regressão do peso corporal vazio (PCV) em função do peso vivo de 72 animais, com os pesos de 243 a 560 kg, obteve-se a equação para predição de PCV. Não foram verificadas diferenças significativas entre os grupos genéticos e, portanto, foi adotada uma única equação para todos os grupos genéticos. A representação gráfica da equação obtida e o coeficiente de determinação são apresentados na Figura 1.

Os resultados encontrados por meio de equação para a obtenção do PCV a partir do PV (Figura 1) foram próximos aos descritos por Freitas (2000), Estrada et al. (1997) e Paulino et al. (1999). Entretanto, esses resultados são mais próximos dos descritos pelo NRC (1996), que utiliza o fator de 0,891 para conversão de PV para PCV. Assim, um bovino com 400 kg de PV apresenta PCV de 356,4 kg, muito próximo ao observado neste trabalho (360,8 kg de PCV).

Segundo Van Soest (1994), a discrepância entre o PCV e o PV está relacionada à capacidade do trato gastrointestinal dos animais e pode variar conforme o grupo genético, a composição da ração e o período de jejum ao qual os animais foram submetidos.

Aplicando-se o teste de identidade dos modelos não-lineares, proposto por Regazzi (2003), não foram detectados

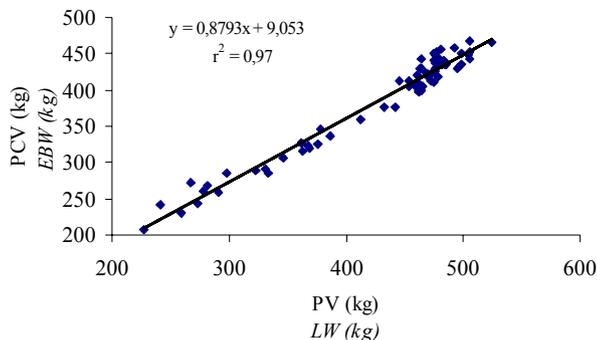


Figura 1 - Estimativa do peso de corpo vazio (PCV), de acordo com o peso vivo (PV), de animais Nelore puros e mestiços em confinamento.

Figure 1 - Estimate of empty body weight (EBW) according to live weight (LW) of feedlot purebred and crossbred Nelore young bulls.

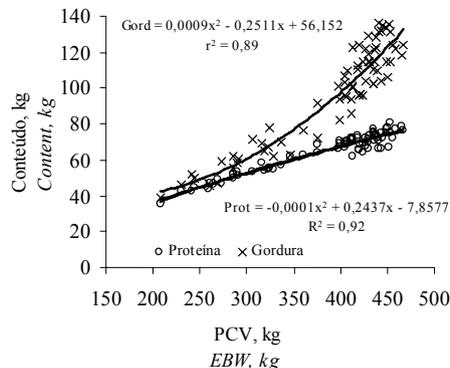


Figura 2 - Estimativa dos conteúdos corporais de gordura e proteína (kg), de acordo com o PCV, de bovinos Nelore não-castrados puros e mestiços.

Figure 2 - Estimate of body contents of fat and protein (kg) according to the EBW (kg) of purebred and crossbred Nelore young bulls.

Tabela 3 - Parâmetros das equações de regressão dos conteúdos de gordura (kg), proteína (kg) e energia (Mcal), de acordo com o PCV de bovinos Nelore puros e mestiços

Table 3 - Parameters of the regression equations for content of fat (kg), protein (kg) and energy (Mcal) according to the empty body weight of purebred and crossbred Nelore young bulls

Grupo genético Genetic group	Parâmetro Parameter		Intervalo de confiança Confidence interval			
	a	b	a		b	
Gordura (Fat)	0,00447	1,6711	-0,00052	0,00945	1,4860	1,8562
Proteína (Protein)	0,4032	0,8542	0,2397	0,5668	0,7866	0,9218
Energia (Energy)	0,2825	1,4100	0,0905	0,4746	1,2970	1,5229

efeitos do grupo genético sobre a composição corporal de proteína, gordura e energia, nem sobre as exigências de ELM.

Os parâmetros (a e b) das equações de regressão utilizadas para estimar o conteúdo corporal de proteína, gordura e energia, bem como seus coeficientes de determinação, encontram-se na Tabela 3.

Dentro da faixa de peso entre 250 e 550 kg, verificaram-se variações no conteúdo corporal de proteína (92,6%), gordura (260,2%) e energia (182%). Comportamento semelhante foi verificado por Lana et al. (1992), Fontes (1995), NRC (1996) e Freitas et al. (2000). Entretanto, houve redução de 10,9% no teor de proteína corporal com a elevação do peso do animal (Tabela 4). Maior elevação no conteúdo corporal de gordura em detrimento à proteína pode ser atribuída à deposição acelerada de gordura em comparação à proteína, conforme demonstrado na Figura 2. Desta forma, pode-se verificar que a intensidade de deposição de gordura é muito superior à de proteína à medida que ocorre aumento do peso corporal.

As curvas de deposição de proteína e gordura foram bem próximas até o PCV de 300 kg (Figura 2). O distanciamento entre curvas está relacionado ao final da

fase de puberdade e início da maturidade do animal, quando ocorre a desaceleração do crescimento muscular, seguido de intensa deposição de tecido adiposo, o qual, segundo Owens et al. (1993), apresenta crescimento mais tardio que o do tecido muscular, de modo que o peso corporal à maturidade, segundo os autores, depende da raça do animal. A maior intensidade de crescimento muscular antes da maturidade depende da ação dos hormônios do crescimento, juntamente com o hormônio testosterona (Phillips, 2001).

Os resultados deste estudo, referentes aos conteúdos de proteína, gordura e energia (Figuras 2 e 3), são semelhantes ao descrito por McDonald et al. (1995) e NRC (1996).

Os conteúdos corporais de proteína, gordura e energia para a faixa 250 e 550 kg de PV foram estimados em 41,79 e 80,45 kg; 39,22 e 141,22 kg; 599,87 e 1549,82 Mcal, respectivamente.

As concentrações corporais de proteína, gordura (kg/kg PCV) e energia (Mcal/kg PCV) no corpo, no entanto, foram de 0,18 e 0,16; 0,17 e 0,29; 2,7 e 3,54, respectivamente, para a faixa de peso de 250 a 550 kg. Analisando os resultados de outros trabalhos (Lana et al., 1992; Fontes, 1995; Estrada et al., 1997; Ferreira et al., 1999; Paulino et al., 1999;

Freitas et al., 2000; Vêras et al., 2000; Rocha & Fontes, 1999; Vêras et al., 2001; Backes et al., 2002; Silva et al., 2002; Veloso et al., 2002), verificou-se que os respectivos valores médios e desvios-padrão para conteúdo de proteína (kg), gordura (kg) e energia (Mcal) de um bovino de 400 kg foram de 64,7 ± 5,3; 57,4 ± 6 e 899 ± 54,5, respectivamente. O NRC (1996) preconiza para a mesma faixa de peso os valores de 64,8; 83,9 kg e 1.135,8 Mcal, para conteúdos de proteína, gordura e energia, respectivamente. Portanto, os valores obtidos neste estudo para a composição corporal de proteína, gordura e energia foram mais próximos aos estabelecidos pelo NRC (1996) que os encontrados no Brasil, embora o conteúdo de proteína (61,65 kg) encontre-se na faixa estabelecida pelo NRC (1996) e pelos autores supracitados.

Constam na Tabela 4 os coeficientes (a e b) da equação de regressão da produção de calor (equação 6), em função do CEM, bem como seus respectivos intervalos de confiança, a 0,95 de probabilidade.

As ELM, obtidas pela regressão da produção de calor (kcal/kg^{0,75}/dia), em função do CEM (kcal/kg^{0,75}/dia), para a faixa de 243 a 560 kg de PV são representadas na Figura 4.

PC = 79,45e^{0,00328.CEM}, em que: PC = produção de calor, em kcal/kg^{0,75}/dia);

CEM = consumo de energia metabolizável, em kcal/kg^{0,75}/dia.

Para o nível zero de ingestão de EM, obtido por extrapolação, obteve-se o valor de 79 kcal/kg^{0,75}/dia para a produção de calor em jejum.

O NRC (1996) preconiza maiores ELM para bovinos *Bos taurus* (10%) e mestiços *Bos taurus* x *Bos indicus* (5%) em relação aos zebrúinos (*Bos indicus*). Entretanto, nesta pesquisa, esse comportamento não foi confirmado. As exigências líquidas de energia para bovinos Nelore, puros e mestiços, na faixa de peso estudada, são apresentadas na Tabela 5.

Tedeschi et al. (2002), em estudo com bovinos Nelore, estimaram em 77 kcal/kg^{0,75}/dia ELM. Neste trabalho, não foram obtidas diferenças entre grupos genéticos para as exigências energéticas de manutenção, como verificado por Ferrell & Jenkins (1998), que estimaram as exigências ELM em 77,2 kcal/kg^{0,75} e não detectaram diferenças entre *Bos taurus* e *Bos indicus*.

Henrique (2002), compilando dados referentes a oito pesquisas da literatura nacional, não constatou diferenças entre grupos genéticos para as ELM, encontrando a estimativa pontual de 71 kcal/kg^{0,75}/dia e intervalo de confiança de 68 a 74. O valor das exigências neste estudo foi de aproxima-

Tabela 4 - Parâmetros e intervalo de confiança obtido com o modelo que descreve a produção de calor (kcal/kg^{0,75}/dia), de acordo com o CEM (kcal/kg^{0,75}/dia), em bovinos machos Nelore, puros e mestiços, não-castrados

Table 4 - Parameters and confidence interval obtained using the model that describes the fasting heat production (kcal/kg^{0,75}/day) according to the metabolizable energy intake (kcal/kg^{0,75}/day) of purebred and crossbred Nelore young bulls

Grupo genético Genetic group	Parâmetro Parameter		Intervalo de confiança Confidence interval			
	a	b	a		b	
Geral Overall	79,45	0,00328	74,89	86,5	0,00255	0,00401

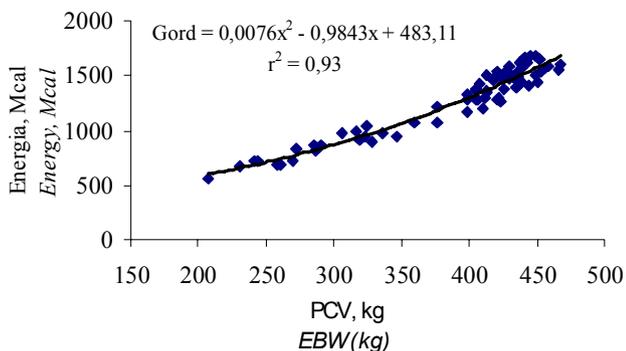


Figura 3 - Conteúdo corporal de energia (Mcal), de acordo com o PCV (em kg), de bovinos da raça Nelore puros e mestiços.

Figure 3 - Estimate of body contents of energy (Mcal) according to the EBW (kg) of purebred and crossbred Nelore young bulls.

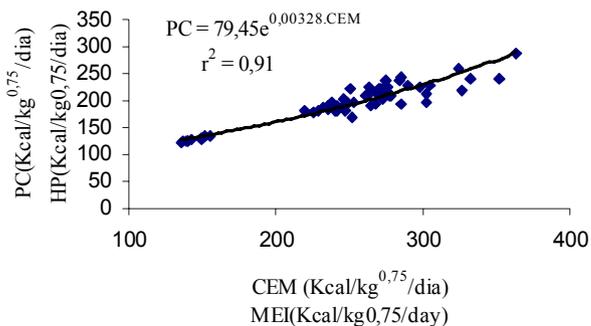


Figura 4 - Produção de calor (kcal/kg^{0,75}/dia), de acordo com o CEM (kcal/kg^{0,75}/dia), em novilhos Nelore puros e mestiços.

Figure 4 - Estimate of fasting heat production (kcal/kg^{0,75}/day) according to the metabolizable energy intake (kcal/kg^{0,75}/day) of purebred and crossbred Nelore young bulls.

Tabela 5 - Exigências líquidas de energia de manutenção (EL_m) por kg de PCV para bovinos Nelore puros e mestiços, não-castrados, em confinamento

Table 5 - Requirements of net energy for maintenance (NE_m) per kg of EBW of feedlot purebred and crossbred Nelore young bulls

PV (BW)(kg)	PCV (EBW) (kg)	EL _m (NE _m) (Mcal)
250	228,9	4,68
300	272,8	5,33
350	316,8	5,97
400	360,8	6,58
450	404,7	7,17
500	448,7	7,75
550	492,7	8,31

damente 11 e 7% superior ao valor pontual e ao limite superior máximo do intervalo de confiança obtido por Henrique (2002).

A compilação de resultados de 11 trabalhos realizados no Brasil, envolvendo a estimativa das ELM (Gonçalves, 1988; Pires et al., 1993; Rocha & Fontes, 1999; Araújo et al., 1998; Almeida et al., 2001; Silva et al., 2001; Veloso et al., 2002; Boin, 1995, entre outros), juntamente com os dados obtidos por Henrique (2002), resultou no valor de 73 ± 8 kcal/kg^{0,75} para as exigências de energia de manutenção. Desse modo, a estimativa média obtida neste estudo encontra-se no intervalo verificado para exigências energéticas de bovinos, em condições brasileiras.

Quando se calcula a média de alguns trabalhos da literatura internacional (AFRC, 1993; NRC, 1996; Ferrel & Jenkins, 1998; NRC, 2001), obtém-se valor de 80 ± 6 kcal/kg^{0,75} de exigências energéticas de manutenção, que inclui o valor médio de 79 kcal/kg^{0,75} e o intervalo de confiança obtido neste estudo.

Conclusões

A composição corporal de proteína e energia elevou-se com o aumento do peso vivo dos animais, sem distinção significativa entre grupos genéticos. Entretanto, o aumento no conteúdo corporal de gordura foi bem mais pronunciado que o de proteína, principalmente a partir do PCV de 300 kg.

Não foi comprovada a hipótese de que bovinos de raças zebuínas (*Bos indicus*) apresentam menores exigências de energia de manutenção que os taurinos (*Bos taurus*) ou mestiços *Bos indicus* x *Bos taurus*. Desse modo, as exigências energéticas para os quatro grupos genéticos Nelore, F1 Nelore x Aberdeen Angus, F1 Nelore x Pardo Suíço e F1 Nelore x Simental foram estimadas em 79 kcal/kg^{0,75}/dia.

O valor estimado neste estudo para exigências de energia de manutenção se ajusta bem aos dados das literaturas nacional e internacional.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of farm livestock**. England: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 350p.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**, Wallingford: Commonwealth Agricultural Beureaux International, 1993. 159p.
- ALMEIDA, M.I.V.; FONTES, C.A.A.; ALMEIDA, F.Q. et al. Conteúdo corporal e exigências líquidas de energia e proteína de novilhos mestiços holandês-gir em ganho compensatório. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.205-214, 2001.
- ARAÚJO, G.G.L.; COELHO DA SILVA, J.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína de bezerros alimentados com diferentes níveis de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.1013-1022, 1998.
- BACKES, A.A.; SANCHEZ, L.M.B.; GONÇALVES, M.B.F. et al. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína para ganho de novilhos Santa Gertrudis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2307-2313, 2002.
- BOIN, C. Alguns dados sobre exigências de energia e proteína de zebuínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.457-465.
- BRODY, S. **Bioenergetics and growth with special reference to the efficiency complex in domestic animals**. New York: Reinhold Publishing Corporation, 1945. 1023p.
- ESTRADA, L.H.C.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Exigências nutricionais de bovinos não castrados em confinamento. I. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.3, p.575-584, 1997.
- FERRELL, 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, n.2, p.647-657, 1998.
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Composição corporal e exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.352-361, 1999.
- FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p.419-455, 1995.
- FREITAS, J.A.; FONTES, C.A.A.; SOARES, J.E. et al. Composição corporal e exigências de energia para manutenção de bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos não castrados, em confinamento. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zootecnia**, v.3, n.1, p.19-29, 2000.
- GONÇALVES, L.C. **Digestibilidade composição corporal e exigências de energia e proteína de bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos não castrados em confinamento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1988. 238p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- GARRETT, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.1434-1440, 1980.
- HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington: USDA, 1946 (Technical bulletin, 926).

- HENRIQUE, D.S. **Desenvolvimento de modelos matemáticos para predição da eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso em bovinos**. Seropédica: Universidade Rural do Estado do Rio de Janeiro. 2002. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Rural do Estado do Rio de Janeiro. 2002, 20p.
- JONES, S.D.M.; ROMPALA, R.E.; JEREMIAH, L.E. Growth and composition of the empty body in steers of different maturity types fed concentrate or forage diets. **Journal of Animal Science**, v.60, n.2, p.427-433, 1985.
- KOCK, S.W.; PRESTON, R.L. Estimation of bovine carcass composition by the urea dilution technique. **Journal of Animal Science**, v.48, n.2, p.319-327, 1979.
- KOONG, L.J.; FERRELL, C.L.; NIENABER, J.A. Assessment of interrelationships among levels of intake and production, organ size and fasting heat production in growing animals. **Journal of Nutrition**, v.15, n.10, p.1383-1390, 1985.
- LANA, R.P.; FONTES, C.A.A.; PERON, A.J. et al. Composição corporal e do ganho de peso exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de cinco grupos raciais. I Conteúdo corporal e do ganho de peso em gordura, proteína e energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.3, p.518-527, 1992.
- 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.
- MCDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D. et al. **Animal nutrition**. 5.ed. Singapore: Longman, 1995. 607p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH CONCIL - NRC. **Nutrient requirement of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 363p.
- OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, n.6, p.3138-3150, 1993.
- PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Exigências de energia para manutenção de bovinos zebuínos não castrados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.621-627, 1999.
- PIRES, C.C.; FONTES, C.A.A.; GALVÃO, J.G. et al. Exigências nutricionais de bovinos em acabamento. I. Composição corporal e exigências de proteína e energia para ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.1, p.110-120, 1993.
- PHILLIPS, C.J.C. **Principles of cattle nutrition**. Cambridge: Cab International, 2001. 269p.
- PRESTON, T.R.; WILLIS, M.B. **Intensive beef production**. 2.ed. Oxford: Pergamon Press, 1974. 546p.
- REGAZZI, J.A. Teste para verificar a identidade de modelos de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não linear. **Revista Ceres**, v.50, n.287, p.9-26, 2003.
- ROBELIN, J.; GEAY, Y. Body composition of cattle as affected by physiological status, breed, sex and diet. In: ROBELIN, J.; GEAY, Y. (Eds.) **Herbage nutrition in the subtropical and tropics**. Johannesburg: Science Press, 1984. p.525-547.
- ROCHA, E.O.; FONTES, C.A.A. Composição corporal, ganho de peso e exigências nutricionais de novilhos de origem leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.159-168, 1999.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS/STAT. User's guide**. 11.ed. Cary: 1995.
- 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 Nelore, não castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.503-513. Sup.1, 2002.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets.: II Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; FOX, D.G. et al. Energy requirement for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal Science**, v.80, n.6, p.1671-1682, 2002.
- THOMPSON, W.R.; MEISKE, J.C.; GOODRICH, R.D. et al. Influence of body composition on energy requirements of beef cattle cows during winter. **Journal of Animal Science**, v.56, n.5, p.1241-1252, 1983.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- 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, 2002.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. 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.6, p.2379-2390, 2000 (supl. 2).
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Predição da composição corporal e dos requisitos de energia e proteína para ganho de peso de bovinos, não castrados alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, supl.1, p.1127-1134, 2001.

Recebido: 19/07/04
Aprovado: 10/10/05