

## Composição Corporal e Exigências Líquidas de Proteína e Energia para Ganho de Peso de Bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore

Marcelo de Andrade Ferreira<sup>2</sup>, Sebastião de Campos Valadares Filho<sup>3</sup>, José Fernando Coelho da Silva<sup>3</sup>, Mário Fonseca Paulino<sup>3</sup>, Rilene Ferreira Diniz Valadares<sup>4</sup>, Paulo Roberto Cecon<sup>5</sup>, Elaine Barboza Muniz<sup>6</sup>

**RESUMO** - Avaliaram-se os efeitos de cinco níveis de concentrado nas rações sobre a composição corporal e as exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso. Vinte e nove bovinos, não-castrados, F<sub>1</sub> Simental x Nelore com, em média, 17 meses de idade e 354 kg PV inicial, foram usados. Cinco animais foram abatidos ao início do experimento, como referência, para estimar o peso de corpo vazio (PCV) inicial e as concentrações iniciais de gordura, proteína e energia. Os animais restantes foram distribuídos nos tratamentos, de forma inteiramente casualizada, de acordo com o nível de concentrado nas rações: 25; 37,5; 50; 62,5; e 75%. Os animais foram alimentados à vontade até atingirem o peso de abate preestabelecido de 500 kg. Equações de regressão foram ajustadas, para cada nível de concentrado e em conjunto, do logaritmo das quantidades de gordura, proteína ou energia, em relação ao logaritmo do PCV. Derivando-se as referidas equações de regressão, obteve-se a composição do ganho de PCV. A quantidade de gordura e o conteúdo de energia no peso ganho aumentaram, à medida que se elevou o PV do animal. O conteúdo corporal de proteína elevou-se com o aumento do PV, mas a concentração em g/kg de PCV diminuiu. As exigências líquidas de energia para um animal de 400 kg PCV para 1 kg PCV foram, em média, 3,96 Mcal/dia. As exigências de energia líquida para ganho em peso aumentaram e as de proteína reduziram, com o aumento do peso corporal.

Palavras-chave: bovinos mestiços, exigências nutricionais, ração concentrada

## Body Composition and Liquid Requirements of Protein and Energy for Weight Gain of F<sub>1</sub> Simental x Nelore Bulls

**ABSTRACT** - The effects of five dietary concentrate levels on the body composition and on the net requirements of protein and energy for weight gain were evaluated. Twenty nine F<sub>1</sub> Simental Nelore bulls, averaging 17 months of age and initial 354 kg LW, were used. Five animals were slaughtered at the beginning of the experiment, as a reference, to estimate the initial empty body weight (EBW) and the initial concentrations of fat, protein and energy. The remaining animals were allotted to a completely randomized design, according to the dietary concentrate level: 25, 37.5, 50, 62.5 and 75%. Animals were full fed until a pre-established slaughter weight of 500 kg. The logarithm of amount of fat, protein or energy were regressed on the logarithm of the EBW, for each concentrate levels and for all levels of concentrate. By deriving those regression equations, the composition of the EBW gain was obtained. The amount of fat and the energy content in the weight gain increased as the animal LW increased. The body content of protein increased with the LW increasing, but the concentration in g/kg of EBW decreased. The net energy requirements for an animal with 400 kg EBW to gain 1 kg EBW were in an average 3.96 Mcal/day. The net energy requirements for weight gain increased whereas those of protein reduced with the increase of the body weight.

Key Words: crossbred bovines, nutritional requirements, concentrate diet

### Introdução

Os principais componentes químicos do corpo de um bovino são água, gordura, proteína e minerais. A maturidade do animal é refletida por aumento na proporção de gordura, acompanhada por decréscimos na proporção de água e proteína do corpo. Os animais mais jovens são mais ricos em água e mais pobres em gordura, sendo que as concentrações de proteína, cinzas e água decrescem com a idade e com a engorda

(BERG e BUTTERFIELD, 1976). Segundo Grant e Helferich, em 1991, citados por PAULINO (1996), isso se deve à desaceleração do crescimento muscular, que pode ser constatada pelo menor ganho em proteína por kg de ganho de peso corporal vazio (PCV), à medida que se eleva o peso do animal, concomitantemente ao maior desenvolvimento do tecido adiposo.

A gordura foi o componente mais variável entre animais de mesmo PCV, aumentando de 10 a 60 g/kg, no feto, para 120-350 g/kg de PCV, em animais de

<sup>1</sup> Parte da Tese apresentada pelo primeiro autor à UFV para obtenção do título "Doctor Scientiae".

<sup>2</sup> Professor da UFRPE.

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Zootecnia da UFV.

<sup>4</sup> Professor do Departamento de Medicina Veterinária da UFV.

<sup>5</sup> Professor do Departamento de Informática da UFV.

<sup>6</sup> Bolsista de Aperfeiçoamento.

550 kg de PCV. O conteúdo de água decresceu regularmente de 900 g/kg de PCV, no feto, para 400-600 g/kg de PCV, em animais adultos, estando essa mudança intimamente relacionada com o conteúdo de gordura. A concentração de proteína no corpo aumentou de 10-180 g/kg de PCV, no feto, até 200 g/kg de PCV em animais de 100 kg de PCV, e decresceu até valores de 140-190g/kg de PCV, em animais mais velhos (ROBELIN e GEAY, 1983).

Os conteúdos totais de proteína e gordura aumentaram à medida que o peso vivo se elevou. Por outro lado, em termos de concentração, ou seja, g/kg de PCV, ou Mcal/kg de PCV, com a elevação do peso corporal, ocorreu decréscimo no conteúdo corporal de proteína e aumento na concentração de gordura, com incremento paralelo no conteúdo de energia (PAULINO, 1996; FONTES, 1995; GONÇALVES, 1988).

As mudanças nas proporções dos tecidos e em sua composição química são influenciadas por vários fatores, dentre os quais se destacam o peso, a idade, a raça, o nível de consumo de energia e o sexo (ROBELIN e GEAY, 1983).

As principais diferenças entre sexos envolvem o tecido adiposo. A PCV similar, entre 300 e 500 kg, novilhas apresentaram de 26 a 60% e animais castrados de 10 a 45% mais gordura que animais não-castrados da mesma raça ou cruzamento (BERG et al., 1979; FORREST, 1981; e FORTIN et al., 1980). O nível de consumo de energia pode modificar a partição no uso da energia para síntese de proteína ou lipídeos, ou em termos de tecidos, no desenvolvimento de músculo e tecido adiposo. A extensão em que a composição da carcaça e, ou, o corpo vazio são modificados pelo consumo de energia é, também, influenciada pelo tipo de bovino (tamanho, maturidade, idade e sexo), sendo que mudanças mais pronunciadas na composição têm sido verificadas em bovinos de maturidade precoce, que possuem maior tendência em acumular gordura que em bovinos de maturidade tardia, que apresentam maior tendência a depositar proteína (ROBELIN e GEAY, 1983). Em animais de maturidade tardia, a redução no consumo de energia tem efeito mais depressivo na retenção de proteína que na de gordura (GEAY, 1984).

Novilhos holandeses alimentados com rações contendo maior concentração de energia apresentaram carcaças com maior teor de gordura, quando comparadas às de animais alimentados com rações contendo teores médio e baixo de energia (PRESTON e WILLIS, 1974). Da mesma forma, JONES et al. (1985), trabalhando com dois tipos de dieta (forragem

e concentrado), observaram que os animais que receberam dietas à base de concentrado apresentaram maiores teores de gordura na carcaça, em relação aos que receberam dietas à base de forragem.

As diferenças nas exigências de energia e proteína para ganho são atribuídas às diferenças na composição do ganho de peso (GARRET et al., 1959; GEAY, 1984). À medida que a idade avança, eleva-se a exigência de energia para ganho de peso e diminui a de proteína. Considerando pesos vivos similares, animais precoces apresentam maior exigência de energia e menor de proteína que animais tardios. Quanto ao sexo, fêmeas apresentam maior exigência de energia e menor de proteína que novilhos, e esses em relação aos machos inteiros (LANA et al., 1992). Este fato pode ser explicado pela maior proporção de gordura no ganho de peso em novilhas, em relação aos novilhos, e destes em relação aos machos inteiros.

O NRC (1984) estimou as exigências de energia para ganho com base no peso e ganho de peso diário, ajustando os requerimentos de acordo com condições específicas, como tamanho do animal, sexo e uso de implantes ou hormônios. Os requerimentos de energia líquida são estimados como a quantidade de energia que é depositada como matéria orgânica não-gordurosa, a maior parte proteína somada à armazenada como gordura.

O AFRC (1993) considerou o requerimento de energia metabolizável (EM) para crescimento diário (MJ/dia), como sendo o produto do ganho diário (kg/dia) pelo valor energético de cada kg de ganho (MJ/kg), dividido pela eficiência de uso da EM para ganho.

No CNCPS, os requerimentos de energia para crescimento basearam-se na composição esperada do ganho de acordo com taxa de ganho, uso de implantes anabólicos e estágio de desenvolvimento (FOX e BARRY, 1995).

As exigências de proteína dos ruminantes são atendidas pelos aminoácidos absorvidos no intestino delgado, denominadas exigências de proteína metabolizável. A proteína que chega ao intestino delgado consiste da fração microbiana, fração dietética não-degradada no rúmen e proteína endógena (VALADARES FILHO, 1997).

Atualmente, tanto o NRC (1996) como o AFRC (1993) calculam as exigências protéicas em termos de proteína metabolizável.

As exigências protéicas, para ganho de peso, variam com a raça, o sexo e a taxa de ganho de peso, sendo maiores nos animais inteiros, em relação aos animais castrados e, para mesmo sexo, são maiores

para animais de maturidade tardia, em relação aos de maturidade precoce (GEAY, 1984).

De maneira geral, a maioria dos trabalhos mostraram queda nos requerimentos líquidos de proteína, à medida que o peso corporal se elevou (LANA et al., 1992; PIRES et al., 1993; FONTES, 1995; e PAULINO, 1996).

FONTES (1995), em análise conjunta de vários experimentos, verificou que os animais castrados apresentaram requerimentos líquidos de proteína para ganho inferiores aos não-castrados. FREITAS (1995) observou menores exigências líquidas de proteína para ganho de peso para animais Nelore em relação a mestiços Holandês x Nelore.

O balanceamento de rações e suplementos para determinados níveis de desempenho, assim como a estimativa do desempenho a partir de dietas balanceadas, requer o conhecimento das exigências nutricionais para diferentes funções e níveis de desempenho (BOIN, 1995).

Assim, o presente trabalho foi conduzido com a finalidade de se determinarem a composição corporal e as exigências líquidas de energia e proteína para bovinos, não-castrados, F<sub>1</sub> Simental x Nelore, alimentados com rações contendo cinco níveis de concentrado.

### Material e Métodos

O experimento foi realizado nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de fevereiro a outubro de 1996.

As rações utilizadas e a proporção de ingredientes usados foram descritas por FERREIRA et al. (1999a).

Foram utilizados 29 bovinos, não-castrados, F<sub>1</sub> Nelore x Simental, com idade média de 17 meses e peso vivo médio inicial de 354 kg. Após período de adaptação de 45 dias, em que os animais receberam o mesmo tratamento, cinco animais foram abatidos, servindo como referência no estudo da composição corporal inicial dos animais. Os animais restantes (24) foram distribuídos inteiramente ao acaso nos tratamentos, de acordo com o nível de concentrado na ração: 25; 37,5; 50; 62,5; e 75%. No tratamento com 62,5% de concentrado na ração, foram usados quatro animais. Os animais foram alimentados à vontade, sendo a ração distribuída uma vez por dia, pela manhã, ajustando-se sobre diária de aproximadamente 10% do oferecido. Foram feitas anotações diárias da quantidade fornecida e semanais das sobras.

Os animais foram pesados ao início do experimento, e a cada 28 dias, adotando-se pesagens inter-

mediárias, para os que se aproximavam do peso de abate preestabelecido de 500 kg. Antes da pesagem, os animais passavam por jejum prévio de 16 horas. De cada animal abatido, pesaram-se e coletaram-se amostras da cabeça, do couro, dos pés, do rúmen, do retículo, do omaso, do abomaso, do intestino grosso, do intestino delgado, do mesentério, da gordura interna, do coração, dos rins, do fígado, do baço, do pulmão, da língua, do sangue, do esôfago, da traquéia e do aparelho reprodutor. As duas meias carcaças foram pesadas no dia do abate e, posteriormente, levadas à câmara fria a -5°C, durante período de 18 horas. Após esse período, foram retiradas da câmara fria, colhendo-se amostra representativa da meia carcaça esquerda, correspondendo à seção da 9ª a 12ª costela (seção HH), de acordo com Hankins e Howe (1946), citados por FREITAS (1995), para posteriores dissecações, avaliações dos componentes físicos das carcaças e análises laboratoriais.

As amostras semanais dos alimentos e das sobras individuais, correspondentes a cada período de 28 dias, foram agrupadas de forma proporcional, constituindo amostras compostas que foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de 30 mesh e acondicionadas em freezer para posteriores análises químicas.

As amostras de rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, gordura interna e mesentério foram agrupadas de forma proporcional, constituindo-se em amostras de vísceras. Semelhantemente, as amostras de fígado, coração, rins, pulmão, língua, baço, carne industrial, esôfago, traquéia e aparelho reprodutor foram agrupadas proporcionalmente, constituindo-se em amostras compostas de órgãos.

As amostras de sangue (400 g) foram colhidas, imediatamente após o abate, acondicionadas em pirex e levadas à estufa de ventilação forçada, a 55 - 60°C, durante 48 horas, para determinação da matéria seca, sendo, a seguir, moídas em moinho de bola. As amostras de carne (150 g), gordura (200 g), vísceras (200 g) e órgãos (200 g), após moídas, e as de couro, osso e cauda (100 g), após seccionadas, foram colocadas em vidros de 500 ml e levadas à estufa, a 105°C, durante um período de 48 a 72 horas, para determinação da matéria seca gordurosa (MSG). Em seguida, foram submetidas a processo de extração de gordura com éter de petróleo, obtendo-se a matéria seca pré-desengordurada (MSPD). As amostras pré-desengorduradas foram, posteriormente, moídas em moinho de bola, antes de se procederem às análises de laboratório.

As determinações de nitrogênio total, extrato

etéreo, cinzas, minerais e FDN foram feitas segundo SILVA (1990).

Os conteúdos corporais de gordura e proteína foram determinados em função das concentrações percentuais destes nas vísceras, nos órgãos, no couro, no sangue, na cauda, na cabeça, nos pés (gordura e osso) e nos componentes separados - músculos, gordura e osso da seção HH.

O peso de corpo vazio dos animais foi determinado pela soma do peso de carcaça, sangue, cabeça, couro, cauda, pés, vísceras e órgãos. A relação entre o peso de corpo vazio (PCV) e o peso vivo (PV) dos animais-referência foi utilizada para estimar o PCV inicial dos animais que foram abatidos posteriormente.

O conteúdo corporal de energia foi determinado a partir dos conteúdos corporais de proteína e gordura e dos respectivos equivalentes calóricos, conforme a equação abaixo (ARC, 1980):

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

em que

CE = conteúdo de energia;

X = proteína corporal (kg); e

y = gordura corporal (kg).

Os conteúdos de gordura, proteína ou energia retidos no corpo dos animais de cada tratamento e para todos os dados em conjunto (GERAL) foram estimados por intermédio da equação de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de gordura, proteína ou energia, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (PCV), segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + b_i X_{ij} + e_{ijk}$$

em que

$Y_{ijk}$  = logaritmo total de proteína (kg), gordura (kg) e energia (Mcal) retidos no corpo vazio;

$\mu$  = efeito da média (intercepto);

$b_i$  = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo de gordura, proteína ou energia, em função do logaritmo do PCV;

$X_{ij}$  = PCV em kg; e

$e_{ijk}$  = erro aleatório.

Para cada tratamento, as equações foram feitas usando os animais referência, juntamente com os do respectivo tratamento.

Para a conversão do PV em PCV, dentro do intervalo de pesos, incluídos no trabalho, utilizou-se a equação obtida por regressão do PCV dos 29 animais utilizados no experimento, em função do PV dos mesmos.

Para conversão das exigências para ganho de PCV em exigências para ganho de PV, utilizou-se o fator obtido a partir dos dados experimentais.

Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de gordura, proteína ou energia, em função do logaritmo do PCV, obtiveram-se as equações de predição das exigências líquidas de proteína ou energia, para ganho de 1 kg de PCV. Utilizou-se a equação do tipo:

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

em que

$Y'$  = exigência líquida de proteína ou energia;

a e b = intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de energia ou proteína; e

X = PCV em kg.

## Resultados e Discussão

A equação de predição do peso corporal vazio (PCV), a partir do peso vivo (PV), foi ajustada para todos os dados em conjunto, inclusive de cinco animais que foram utilizados como manutenção. Observou-se efeito linear significativo ( $P < 0,01$ ), cuja equação geral obtida foi:  $PCV = -67,5898 + 1,0146 PV$ ;  $r^2 = 0,98$ .

O PCV de um animal com 450 kg de PV (389,0 kg), estimado pela equação mencionada é, praticamente, igual ao verificado por FREITAS (1995), e 1,72% superior ao encontrado por FONTES (1995), para animais mestiços.

A partir da equação anterior, foi obtida, conforme FONTES (1995), a equação para se estimar PV, a partir do PCV, de modo a possibilitar a conversão de exigências para ganho de PCV em exigências para ganho de PV. A equação encontrada foi:  $PV = 0,99 (PCV + 67,5898)$ . Nas condições do presente trabalho, o ganho de 1 kg de PCV corresponde ao ganho de 0,99 kg de PV. Os requerimentos para ganho de 1 kg de PCV devem ser divididos pelo fator 0,99 para se obterem os requerimentos líquidos para ganho de PV.

A equação que relaciona o ganho de peso vivo (GPV) em função do ganho de peso corporal vazio (GPCV), obtida com os dados do presente trabalho, foi a seguinte:

$$GPV = 0,27 + 0,77PCV \text{ (} r^2 = 0,99 \text{)}$$

O peso de corpo vazio é influenciado por vários fatores, entre eles o nível de concentrado na dieta (ROBELIN e GEAY, 1983). Dessa forma, a partir do peso de abate, do peso de corpo vazio final dos animais e do nível de concentrado nas rações, foi feita uma regressão do peso de corpo vazio em função do peso vivo e do nível de concentrado. A equação obtida foi:

$$PCV = 189,384 + 0,451983PV + 0,556334NC$$

$$(r^2 = 0,98)$$

em que

PCV = peso de corpo vazio final;

PV = peso vivo final ou de abate; e

NC = nível de concentrado nas rações.

Os parâmetros das equações de regressão do logaritmo da quantidade de gordura (kg), no corpo vazio, em função do logaritmo do PCV, obtidos para os diferentes níveis de concentrado nas rações e para todos os níveis (GERAL) são apresentados na Tabela 1. Os valores dos coeficientes de determinação ( $r^2$ ) indicaram bom ajustamento das equações aos dados. Por derivação dessas equações, foram preditos os ganhos de gordura (g) por quilograma de PCV, para animais de 350 a 500 kg e 287,5 a 439,7 kg, respectivamente, PV e PCV (Tabela 2). O conteúdo corporal de gordura e a quantidade de gordura no peso ganho aumentaram à medida que se elevou o peso corporal dos animais. Estes resultados são concordantes com os de FREITAS (1995), FONTES (1995), e PAULINO (1996). O ARC (1980) indicou variações nas quantidades de gordura de 197 para 295 g/kg de PCV, quando o PCV se elevou de 300 para 500 kg. Considerando-se um animal de 400 kg de PCV, os resultados, com base na equação geral, mostraram conteúdos corporais de gordura de 134,16 g/kg de PCV e conteúdo de gordura no ganho de PCV de 325,24 g. Estes valores são, respectivamente, 12,3 e 3,8% inferiores aos obtidos por FONTES (1995), que avaliou os resultados de vários experimentos que utilizaram metodologia semelhante, tendo como referência animais mestiços não-castrados.

Tabela 1 - Parâmetro da regressão do logaritmo da quantidade de gordura (kg) no corpo vazio, em relação ao logaritmo do PCV (kg) de bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore

Table 1 - Parameter of the regression of logarithm of amount of fat (kg) in the empty body, on EBW logarithm of F<sub>1</sub> Simental x Nelore bulls

NC(%) LC	Parâmetro		$r^2$
	Parameter		
	Intercepto (a)	Coefficiente (b)	
	Intercept	Coefficient	
25	-4,3107	2,3026	0,97
37,5	-4,7207	2,4690	0,98
50	-5,2774	2,6943	0,96
62,5	-5,2878	2,6984	0,97
75	-5,1747	2,6521	0,96
Geral	-4,5785	2,4243	0,96
Overall			

Observou-se também que o conteúdo de gordura no PCV, bem como no ganho de PCV, elevou-se até o nível de 50% de concentrado na ração, a partir do qual os valores se tornaram relativamente constantes até 75%. De acordo com OWENS et al. (1995), em novilhos e animais inteiros, com ganho de PCV maior que 1,3 kg/dia, a taxa de ganho de gordura alcança um patamar, e a partir daí torna-se constante. Os ganhos de PCV observados para os níveis 50; 62,5; e 75% foram de 1,12; 1,48; e 1,79 kg/dia, respectivamente.

São apresentados na Tabela 3 os parâmetros das equações do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, em função do logaritmo do PCV, obtidos para os diferentes níveis de concentrado nas rações e todos os níveis (GERAL). Os coeficientes de determinação das equações de regressão ( $r^2$ ) foram semelhantes aos verificados por LANA et al. (1992) e PIRES et al. (1993). Os conteúdos corporais de proteína (g/kg de PCV), para as diferentes faixas de peso e diferentes níveis de concentrado, bem como para todos os níveis (GERAL), são apresentados na Tabela 4.

Por meio dos parâmetros das equações da Tabela 3, observou-se que o conteúdo corporal de proteína aumentou com a elevação do PCV. Pela equação geral, o conteúdo de proteína elevou-se de 54,84 para 75,87 kg, quando o PV se elevou de 350 para 500 kg. Por outro lado, a concentração de proteína em g/kg de PCV reduziu-se com a elevação do peso corporal, o que está de acordo com os resultados obtidos por CALLOW (1961), TEIXEIRA (1984), GONÇALVES (1988), FREITAS (1995), PIRES et al. (1993) e FONTES (1995).

Derivando-se as equações da Tabela 3, obtiveram-se as exigências líquidas de proteína por kg de ganho de PCV (Tabela 5). Observou-se decréscimo nas exigências líquidas de proteína com a elevação do peso corporal, para todos os níveis de concentrado estudados, o que está de acordo com GEAY (1984).

As necessidades líquidas de proteína para ganho de 1 quilograma de PCV, obtidas pela equação geral, foram inferiores às observadas por PIRES et al. (1993) e FREITAS (1995), que utilizaram bovinos mestiços inteiros, e superiores aos resultados de LANA et al. (1992). Esta superioridade pode, em parte, ser explicada pela condição sexual dos animais, uma vez que esses autores utilizaram animais mestiços castrados. Por outro lado, foram semelhantes às verificadas por ESTRADA et al. (1997), que trabalharam com animais mestiços não-castrados.

Usando o valor 2,30g/kg<sup>0,75</sup> como exigência de proteína metabolizável para manutenção e o fator 0,50

Tabela 2 - Conteúdo de gordura no ganho de peso corporal vazio de bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore, obtidos para os diferentes níveis de concentrado (NC %)Table 2 - Fat content in the empty body weight gain of F<sub>1</sub> Simental x Nelore bulls, obtained for the different concentrate levels

PV(kg) LW	PCV(kg) EBW	Nível de concentrado na ração Level of concentrate in the diet				Geral Overall	
		25	37,5	50	62,5		75
Conteúdo de gordura (g/kg GPCV) Fat content (g/kg EBW)							
350	287,5	179,55	192,13	208,34	208,50	204,58	203,22
400	338,3	221,87	243,93	274,37	274,47	265,57	256,14
450	389,0	266,17	259,52	347,66	348,37	337,06	312,55
500	439,7	312,25	358,62	427,92	429,00	412,73	372,18

Tabela 3 - Parâmetro da regressão do logaritmo da quantidade de proteína (kg) no corpo vazio, em relação ao logaritmo do PCV (kg) de bovinos F<sub>1</sub> Simental x NeloreTable 3 - Parameter of regression of the logarithm of the amount of protein, in the empty body, on EBW logarithm of F<sub>1</sub> Simental x Nelore bulls

NC(%) LC	Parâmetro Parameter		r <sup>2</sup>
	Intercepto (a) Intercept	Coefficiente (b) Coefficient	
25	-0,0008335	0,71088	0,87
37,5	-0,0579	0,7340	0,89
50	-0,0378	0,6953	0,90
62,5	-0,01590	0,7041	0,89
75	-0,1859	0,7861	0,92
Geral Overall	-0,2075	0,7898	0,90

de eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho, propostos pelo AFRC (1993), as estimativas de exigência de proteína metabolizável para atender os requerimentos de animais com 400 kg de PV e ganhando 1 quilograma por dia foram de 452,5 g/dia. Este valor está próximo ao recomendado pelo referido Conselho para animais inteiros, de maturidade tardia, que é de 486,0 g.

Utilizando a eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho de peso, adotada pelo NRC (1996), de 0,492, e o fator 0,99 para efetuar a conversão de exigências para ganho de PCV em exigências para ganho de PV, foram calculadas as exigências de proteína metabolizável para ganho de 1 kg de peso vivo de animais com peso vivo variando de 350 a 500 kg (Tabela 6).

O NRC (1996) apresenta valores de exigência de proteína metabolizável para ganho de 1 kg de peso vivo de 298, 272, 246 e 222g/dia, para animais com 350, 400, 450 e 500 kg de peso vivo, respectivamente.

Os parâmetros das equações de regressão do logaritmo da quantidade de energia (Mcal) no corpo

vazio, em função do logaritmo do PCV, obtidos para os diferentes níveis de concentrado nas rações e para todos os níveis (GERAL), são apresentados na Tabela 7. Os coeficientes de determinação das equações de regressão ( $r^2$ ), para todos os níveis de concentrado e para a equação geral, variaram de 0,98 a 0,99, indicando bom ajustamento das equações aos dados experimentais.

Os conteúdos de energia (Mcal/kg de PCV), para as diferentes faixas de peso e níveis de concentrado, bem como para todos os níveis (GERAL), são apresentados na Tabela 8. O conteúdo corporal de energia aumentou, à medida que se elevou o PCV. Pelas discussões anteriores, observou-se que os conteúdos totais de proteína e gordura aumentaram, à medida que se elevou o peso corporal. Por outro lado, em termos de concentração, ou seja, em g/kg de PCV, houve decréscimo no conteúdo corporal de proteína e aumento no de gordura, com incremento paralelo no conteúdo de energia. Resultados semelhantes foram obtidos por REID e ROBB (1971), FREITAS (1995), PAULINO (1996) e ROCHA et al. (1997).

Ao se derivarem as equações de regressão do logaritmo do conteúdo de energia, em função do logaritmo do PCV, obtiveram-se as exigências líquidas (Mcal) para ganho de 1 kg de PCV (Tabela 9).

Observou-se que as exigências de energia líquida foram maiores, à medida que se elevou o peso corporal, o que pode ser explicado pelo aumento da concentração de gordura e pela redução no teor de proteína.

Os valores para exigência de energia obtidos neste trabalho foram superiores aos verificados por FREITAS (1995) e inferiores aos de ESTRADA et al. (1997), que trabalharam com animais mestiços Nelore x Europeu.

Considerando os valores estimados pela equação geral, a exigência de energia líquida para ganho de 1 kg de PCV, para um animal de 400 kg de PCV, é de 3,73 Mcal/kg GPCV. Este valor foi 10% inferior ao apresen-

Tabela 4 - Conteúdo corporal de proteína para bovinos mestiços F<sub>1</sub> Simental x NeloreTable 4 - Body content of protein for crossbred F<sub>1</sub> Simental x Nelore bulls

PV (kg) <i>LW</i>	PCV (kg) <i>EBW</i>	Nível de concentrado na ração <i>Level concentrate in the diet</i>					Geral <i>Overall</i>
		25	37,5	50	62,5	75	
Conteúdo de proteína (g/kg de PCV) <i>Protein content (g/kg EBW)</i>							
350	287,5	194,20	194,25	163,32	180,54	194,17	188,65
400	338,3	185,30	185,90	155,43	172,07	187,54	182,32
450	389,0	177,90	179,14	148,95	165,10	182,02	177,03
500	439,7	171,80	173,39	143,45	159,22	177,31	172,55

Tabela 5 - Exigência líquida de proteína para ganho de peso corporal vazio, de bovinos mestiços F<sub>1</sub> Simental x NeloreTable 5 - Net requirement of protein for empty body weight gain for crossbred F<sub>1</sub> Simental x Nelore bulls

PV (kg) <i>LW</i>	PCV (kg) <i>EBW</i>	Nível de concentrado na ração <i>Level of concentrate in the diet</i>					Geral <i>Overall</i>
		25	37,5	50	62,5	75	
Exigência de proteína (g/kg de GPCV) <i>Protein requirement (g/kg EBW)</i>							
350	287,5	138,07	142,49	113,56	127,12	152,64	149,01
400	338,3	131,74	136,46	108,07	121,15	147,43	144,00
450	389,0	126,52	131,49	103,57	116,25	143,08	139,84
500	439,7	122,12	127,27	99,77	112,10	139,38	136,28

Tabela 6 - Exigência de proteína metabolizável para ganho de 1 kg PV de bovinos mestiços F<sub>1</sub> Simental x NeloreTable 6 - Requirement of metabolizable protein for 1 kg LW gain for crossbred F<sub>1</sub> Simental x Nelore bulls

PV (kg) <i>LW</i>	Nível de concentrado na ração <i>Level of concentrate in the diet</i>					Geral <i>Overall</i>
	25	37,5	50	62,5	75	
Exigência de proteína metabolizável (g/kg GDPV) <i>Metabolizable protein requirement (g/kg LWG)</i>						
350	283,46	292,54	233,14	260,98	313,38	305,93
400	270,47	280,16	221,87	248,73	302,68	295,64
450	259,75	269,96	212,63	238,67	293,75	287,10
500	250,72	261,29	203,25	230,15	286,15	279,79

Tabela 7 - Parâmetro da regressão do logaritmo da quantidade de energia (Mcal) no corpo vazio, em relação ao logaritmo do PCV (kg) de bovinos F<sub>1</sub> Nelore x SimentalTable 7 - Parameter of regression of the logarithm of the amount of energy, in the empty body, on EBW (kg) logarithm of F<sub>1</sub> Simental x Nelore bulls

NC (%) <i>LC</i>	Parâmetro <i>Parameter</i>		r <sup>2</sup>
	Intercepto (a) <i>Intercept</i>	Coefficiente (b) <i>Coefficient</i>	
25	-0,9338	1,4863	0,98
37,5	-1,1972	1,5932	0,99
50	-1,5245	1,7257	0,99
62,5	-1,5631	1,7413	0,99
75	-1,5587	1,7393	0,99
Geral <i>Overall</i>	-1,2940	1,6350	0,99

tado por FONTES (1995), para animais mestiços Nelore x Limousine e Nelore x Marchigiana, não-castrados.

O NRC (1996) apresenta valores de energia líquida para ganho de 1 kg/dia de 4,56 e 5,39 Mcal/dia, respectivamente, para animais de 400 e 500 kg de peso vivo.

Observou-se que as exigências de energia líquida para ganho aumentaram de forma pronunciada até o nível de 50% de concentrado, para mesmo PCV, permanecendo constante até o nível de 75%. Este fato pode ser explicado pela deposição constante de gordura, a partir do nível de 50% de concentrado, como foi discutido anteriormente.

A partir dos dados de energia retida, ganho diário de peso corporal vazio e do peso de corpo vazio, foi

Tabela 8 - Conteúdo corporal de energia para bovinos mestiços F<sub>1</sub> Simental x NeloreTable 8 - Body content of energy for crossbred F<sub>1</sub> Simental x Nelore bulls

PV(kg) LW	PCV(kg) EBW	Nível de concentrado na ração Level of concentrate in the diet					Geral Overall
		25	37,5	50	62,5	75	
Conteúdo de energia (Mcal/kg de PCV) Energy content (Mcal/kg EBW)							
350	287,5	1,83	1,83	1,82	1,82	1,82	1,85
400	338,3	1,98	2,01	2,05	2,05	2,05	2,05
450	389,0	2,12	2,18	2,26	2,27	2,27	2,24
500	439,7	2,25	2,35	2,48	2,49	2,48	2,42

Tabela 9 - Exigência de energia líquida para ganho de peso corporal vazio de bovinos mestiços F<sub>1</sub> Simental x NeloreTable 9 - Requirement of net energy for empty body weight gain for crossbred F<sub>1</sub> Simental x Nelore bulls

PV(kg) LW	PCV(kg) EBW	Nível de concentrado na ração Level of concentrate in the diet					Geral Overall
		25	37,5	50	62,5	75	
Exigência de energia (Mcal/kg de GPCV) Energy requirement (Mcal/kg EBWG)							
350	287,5	2,72	2,91	3,14	3,17	3,16	3,03
400	338,3	2,94	3,21	3,53	3,57	3,56	3,35
450	389,0	3,15	3,48	3,91	3,96	3,95	3,67
500	439,7	3,34	3,74	4,27	4,34	4,32	3,96

feita análise da regressão da retenção da energia, em função do peso de corpo vazio e do ganho diário de peso de corpo vazio. A equação obtida foi a seguinte:

$$ER = 0,042 \times PCV^{0,75} \times GPCV^{1,2257}$$

$$(R^2 = 0,94),$$

em que

ER é a retenção diária de energia por unidade de tamanho metabólico;

PCV é o peso de corpo vazio em kg; e

GDPCV é o ganho diário de peso de corpo vazio.

A forma logarítmica da equação acima é a seguinte:

$$\log ER = 1,2257 \log GPCV - 1,3765.$$

### Conclusões

As quantidades de gordura e energia no peso ganho aumentaram, enquanto a de proteína diminuiu com a elevação do peso corporal.

Ocorreu deposição relativamente constante de gordura, a partir do nível 50% de concentrado na ração, para mesmo PCV.

As exigências de energia líquida para ganho de 1 kg de peso corporal vazio, para animais F<sub>1</sub> Simental x Nelore de 350, 400, 450 e 500 kg de peso vivo, foram, em média, respectivamente, de 3,02; 3,36; 3,69; e 4,00 Mcal/dia.

As exigências líquidas de proteína para ganho de 1 kg de peso corporal vazio, para animais F<sub>1</sub> Simental x Nelore de 350, 400, 450 e 500 kg de peso vivo, foram, em média, respectivamente, de 134,78; 128,97; 124,18; e 120,13 g.

### Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1993. *Energy and protein requirements of ruminants*. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1980. *The nutrient requirements of ruminant livestock*. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 351p.
- BERG, R.T., JONES, S.D.M., PRICE, M.A et al. 1979. Patterns of carcass fat deposition in Heifers steers and bulls. *Can. J. Anim. Sci.*, 59(2):359-366.
- BERG, R.T., BUTTERFIELD, R.M. 1976. *New concepts of cattle growth*. New York: Sydney University, 240p.
- BOIN, C. Alguns dados sobre exigências de energia e de proteína de zebrinos. In: PEREIRA, J.C. (Ed). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, VIÇOSA, MG. *Anais...* Viçosa, MG: JARD, p. 457-465, 1995.
- CALLOW, E.H. 1961. Comparative studies of meat. VII. a comparison between hereford, dairy shorthorn and friesian steers on four level of nutrition. *J. Agric. Sci.*, 56(2):265-282.
- ESTRADA, L.H.C., FONTES, C.A.A., FREITAS, J.A. et al. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso em bovinos não-castrados em

- confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. *Anais...*Juiz de Fora: SBZ, p.9-11, 1997.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. et al. 1999a. Consumo, conversão, ganho de peso e características da carcaça de bovinos F<sub>1</sub> nelore-simental, alimentados com diferentes níveis de concentrado nas rações. *Rev. bras. zootec.*, 28(2):343-351.
- FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu - zebu. Resultados experimentais. In: PEREIRA, J.C. (Ed). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, VIÇOSA, MG. *Anais...* Viçosa, MG: JARD, p.419-455, 1995.
- FORREST, R.J. 1981. A comparison of the growth, feed efficiency and carcass characteristics between purebred holstein x friesland steers and limousin x holstein (F1) steers and heifers. *Can. J. Anim. Sci.*, 61(2):515-521.
- FORTIN, A., SIMPFENDORFER, S., REID, J.T. et al. 1980. Effect of level of energy intake and breed and sex on the chemical composition of cattle. *J. Anim. Sci.*, 51(3):604-614.
- FOX, D.G., BARRY, M.C. 1995. Predicting nutrient requirements and supply for cattle with cornell net carbohydrate and protein system. In: PEREIRA, J.C. (Ed). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, VIÇOSA, MG. *Anais...* Viçosa, MG: JARD, p. 457-465.
- FREITAS, J.A. 1995. *Composição corporal e exigências de energia e proteína de bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos não-castrados, em confinamento*. Viçosa, MG: UFV, 1995. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa.
- GARRET, W.N, MEYER, J.H., LOFGREEN, J.P. 1959. The comparative energy requirements of sheep and cattle for maintenance and gain. *J. Anim. Sci.*, 18(2):528-547.
- GEAY, Y. 1984. Energy and protein utilization in growing cattle. *J. Anim. Sci.*, 58(3):766-778.
- GONÇALVES, L.C. *Digestibilidade, composição corporal, exigências nutricionais e características da carcaça de zebuínos, taurinos e bubalinos*. Viçosa, MG: UFV, 1988. 238p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- JONES, S.D.M., ROMPALA, R.E., JEREMIAH, L.E. 1985. Growth and composition of the empty body in steers of different maturity types fed concentrate or forage diets. *J. Anim. Sci.*, 60(2):427-433.
- LANA, R.P., FONTES, C.A A, PERON, A J. et al. 1992. Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de cinco grupos raciais em confinamento. 2. Exigências de energia e proteína. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 21(3):528-537.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1984. *Nutrients requirements of beef cattle*. 6.ed. Washington, D.C., 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. *Nutrients requirements of beef cattle*. 7.ed. Washington, D.C., 242p.
- OWENS, F. N., GILL, D.R., SECRIST, D.S. et al. 1995. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, 73:12.
- PAULINO, M.F. *Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos de quatro raças zebuínas em confinamento*. Viçosa, MG: UFV, 1996. 80p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- PIRES, C.C., FONTES, C.A.A., GALVÃO, J.G. et al. 1993. Exigências nutricionais de bovinos de corte em acabamento. I. Composição corporal e exigências de proteínas para ganho de peso. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 22(1):110-120.
- PRESTON, T.R., WILLIS, M.B. 1974. *Intensive beef production*. 2. ed. Oxford, Pergamon Press, 546p.
- REID, J.T., ROBB, J. 1971. Relationship of body composition to energy intake and energetic efficiency. *J. Dairy Sci.*, 54(4):553-564.
- ROBELIN, J., GEAY, Y. 1983. Body composition of cattle as affected by physiological status, breed, sex and diet. In: GILCHRIST, F.M.C., MACKIE, R.I. (Ed). *Herbage nutrition in the subtropics and tropics*. The Science Press, Pretoria - South Africa, p.525-548.
- ROCHA, E.O., FONTES, C.A.A., CASTRO, A.C.G. et al. Exigências nutricionais e características produtivas de novilhos de origem leiteira. 2. Exigências de energia e proteína para manutenção e ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. *Anais...*Juiz de Fora: SBZ, p. 6-8, 1997.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa, MG: UFV, 165p.
- 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: UFV, 1984. 94p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- VALADARES FILHO, S.C. Digestão pós-ruminal de proteínas e exigências de aminoácidos para ruminantes. In: TEIXEIRA, J.C. (Ed.) SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras, MG. *Anais...* Lavras, MG: FAEPE, p. 87-113, 1997.

Recebido em: 26/06/98

Aceito em: 09/09/98