

P. J.

Composição Corporal e Exigências Líquidas de Energia e Proteína de Bezerros Alimentados com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Volumoso

Gherman Garcia Leal de Araújo², José Fernando Coelho da Silva³, Sebastião de Campos Valadares Filho³, Oriel Fajardo de Campos⁴, Paulo Roberto Cecon, Ricardo Dias Signoretti⁵, Sílvia Helena Nogueira Turco⁶

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos dos cinco níveis de volumoso sobre a composição corporal, as exigências de energia líquida para manutenção e ganho de peso e os requerimentos líquidos de proteína para ganho de peso. Foram usados quarenta e oito bezerros mestiços (Holandês × Zebu), machos, não-castrados, com idade aproximada de 60 dias e peso vivo médio inicial de 60 kg. Oito animais foram abatidos ao início do experimento, para servirem de referência; 32 foram alimentados à vontade com concentrado and feno de capim *coast-cross* (*Cynodon dactylon*) e distribuídos em quatro grupos de oito animais, de acordo com cada sistema de alimentação, tratamentos (T), com os seguintes níveis de volumoso nas dietas na base da matéria seca: T1 = 10, T2 = 25, T3 = 40 e T4 = 55%; e oito animais receberam 90% de volumoso e 10% de concentrado (T5), para atender às exigências ligeiramente acima da manutenção. Quatro animais de cada tratamento foram abatidos quando atingiram 180 ± 10 kg PV (grupo 2); os outros quatro, ao atingirem o peso de 300 ± 10 kgPV (grupo 1); e os do grupo de manutenção, com pesos variados e idade média de abate dos grupos 1 e 2. As exigências de energia líquida para manutenção foram determinadas em função do consumo de energia metabolizável (EM), para o nível zero de ingestão de EM. Equações de regressão do logaritmo dos conteúdos corporais de gordura, energia e proteína foram ajustadas em função do logaritmo do peso do corpo vazio (PCVZ). Valores de exigências de energia líquida para manutenção de 71,76 e 84,65 kcal/kg^{0,75}, respectivamente, foram obtidos para animais com 180 e 300 kg. A quantidade de gordura e o conteúdo de energia no peso ganho aumentaram, à medida que se elevou o peso vivo do animal, para todos os níveis de volumoso. A exigência de energia líquida para manutenção, estimada para os dois grupos em conjunto, foi de 81,3 kcal/kg^{0,75} PCVZ. Os valores obtidos foram, em média, 3,46 Mcal e 196 g de energia líquida e proteína no kg de ganho de PCVZ, para animais de 300 kg de peso vivo.

Palavras-chave: bezerros, composição corporal, exigências, energia, proteína

Body Composition and Liquid Energy and Protein Requirements of Calves Fed Diets with Different Forage Levels

ABSTRACT - The objective of this work was to evaluate the effects of five levels of forages on the body composition, the net energy requirement for maintenance and weight gain and the net protein requirements for weight gain. Forty-eight Holstein × Zebu bull calves, 60 days old with initial average live weight (LW) of 60 kg, were used. Eight animals were slaughtered at the beginning of the feeding trial to serve as reference. Thirty two animals were *ad libitum* fed with concentrate and chopped coast-cross (*Cynodon dactylon*) grass hay and allotted to four groups of eight animals, in accordance to each feeding system, treatments (T), with the following forage levels in the diet on the dry matter basis: T1=10, T2=25, T3=40, T4=55%, on a dry matter (DM) basis. Eight animals were fed diets with 90% of roughage and 10% of concentrate (T5), slightly above maintenance (maintenance group). Four animals from each treatment were slaughtered when target 180 ± 10 kg LW (group 2) and the other four when target 300 ± 10 kg LW (group 1) and the animals in the maintenance group were slaughtered with variable weights and average age of those in the groups 1 and 2. The net energy (NE) requirement for maintenance was estimated as a function of the metabolic energy intake (ME) for the zero level of ME intake. Logarithm regression equations of body contents of fat, energy and protein were fitted in function of the logarithm of empty body weight (EBW). The net energy for maintenance requirement values were 71.76 and 84.65 kcal/w^{0,75}, respectively, for animals with 180 and 300 kg. The fat amount and the content of energy on weight gain increased as the live weight increased, for all the forage levels. The net energy requirement for maintenance estimated for the both set group was 81.3 kcal/kg EBW. The obtained mean values were 3.46 Mcal and 196 g of net energy and protein per kg of EBW for animals with 300 kg of live weight.

Key Words: calves, body composition, requirements, energy, protein

¹Parte da Tese apresentada à UFV para obtenção do título "Doctor Scientiae".

²Pesquisador da EMBRAPA/Semi-Árido, Petrolina, PE.

³Professor da UFV.

⁴Pesquisador da EMBRAPA/Gado de Leite.

⁵Estudante de Doutorado/UFV.

⁶Bolsista de Aperfeiçoamento.

Introdução

VAN SOEST (1994) relata que o método mais preciso para determinação da composição corporal envolve o abate do animal e a moagem da carcaça para análises laboratoriais, todavia, essa determinação é um procedimento trabalhoso e dispendioso. Para GARRET (1979), a estimativa da composição corporal é necessária para se determinar o conteúdo de energia do corpo vazio de bovinos em crescimento, sendo adotada, por vários pesquisadores, para esses propósitos, a técnica de abate comparativo.

Vários estudos têm sido realizados para determinar até que ponto o crescimento e a composição do corpo podem ser manipulados pela variação da dieta (natureza do alimento, pelo controle dos níveis de alimentação, pela duração do experimento e pelo período de alimentação) e pelo tipo de animal (idade e condição corporal no início do período experimental, raça, sexo, entre outros). A redução no nível de energia consumida, geralmente, conduz acarreta decréscimo na taxa de crescimento, com efeito mais pronunciado na taxa de desenvolvimento dos tecidos gordurosos e da deposição de gordura (ROBELIN e GEAY, 1983).

De acordo com Bergstrom (1978), citados por ROBELIN e GEAY (1983), os níveis de alimentação ou a forma da curva de crescimento não têm efeito sobre a distribuição dos músculos. Entretanto, dietas com altas proporções de volumosos podem ter efeitos indiretos sobre a distribuição muscular, por aumento no conteúdo do intestino, e conseqüente aumento no peso dos músculos da parede abdominal.

Variações na energia consumida parecem ter efeito diferenciado sobre o crescimento de tecidos gordurosos (ou lipídeos) e tecidos magros. Esse efeito, que representa a partição da energia retida como lipídeos e proteínas nos animais com diferentes potenciais de retenção, foi observado por ROBELIN e GEAY (1983), alimentando animais com dois níveis de energia líquida acima da manutenção. O incremento da energia retida como proteína, seguido de aumento no nível de alimentação, foi maior nos animais com alto potencial de retenção de proteína. Por outro lado, o aumento da energia retida como lipídeos foi maior nos animais com menor potencial de crescimento. Logo, as variações na composição do ganho de peso corporal, em função da variação do nível de alimentação, parecem diferir de acordo com o tipo do animal.

Basicamente, a exigência dos animais inclui as necessidades de nutrientes para manutenção e produção

(crescimento, engorda, gestação e lactação). A exigência de manutenção é a necessidade comum para manter os processos fisiológicos normais, como a circulação, respiração, digestão, entre outros (COELHO DA SILVA e LEÃO, 1979).

ENSMINGER et al. (1990) relataram que o requerimento de manutenção pode ser definido como a combinação dos nutrientes necessários ao animal, para seu sustento e funcionamento do corpo, sem ganho ou perda de peso ou alguma atividade produtiva. Apesar desses requerimentos serem relativamente básicos, são essenciais para vida do animal. Segundo esses autores, um animal adulto deve ter: 1) calor para manter a temperatura do corpo; 2) energia suficiente para manter em funcionamento os processos vitais para seu corpo; 3) energia mínima para movimentação; e 4) nutrientes necessários para renovação das células e tecidos. Desse modo, a energia é o nutriente mais importante e necessário para manutenção do animal. Todavia, mesmo que a quantidade dos outros nutrientes seja relativamente pequena para manutenção, estes são necessários para que ocorra balanço essencial de proteínas, minerais e vitaminas.

Segundo GILL e OLDHAN (1993), antes que a energia ingerida possa ser usada para síntese de novos tecidos, a demanda para manter os tecidos existentes deve ser apropriada. Essa teoria conduziu ao desenvolvimento dos sistemas de alimentação em que a demanda de energia para manutenção é calculada separadamente daquela para produção. Esses sistemas têm assumido que os gastos para manutenção são constantes, relativos ao peso do animal; não obstante, essa afirmação tem sido muito questionada. Dessa forma, antes de se despreverem os fatores do ambiente que alteram os requerimentos nutricionais, duas principais correntes sobre o conceito de manutenção têm sido consideradas.

A primeira corrente prediz que a energia basal gasta é influenciada pela taxa de crescimento, isto é, não considera o peso vivo, enquanto a segunda assume que os gastos para manutenção são constantes, relativos ao peso do animal, que validam o requerimento de energia de manutenção separado da taxa de crescimento.

Considerando a primeira corrente sobre o conceito de manutenção, na qual a manutenção é tida como uma função da produção, GILL e OLDHAN (1993), citando Turner e Taylor (1983), argumentaram que a manutenção é unicamente uma função da tendência do estado do animal. Esses autores também relataram que é improvável que a taxa metabólica possa ser

função unicamente do peso vivo (ou peso metabólico) como usado pelo ARC (1980), visto que os animais tenderiam a altos pesos à maturidade e rápidas taxas de crescimento. Desse modo, se o tamanho à maturidade e o metabolismo por kg de peso corporal são determinados geneticamente, a melhor predição de manutenção poderia ser obtida por inclusão das condições relacionadas ao peso à maturidade. Já outros autores têm menores convicções em validar o conceito de valores empíricos para manutenção, visto que os gastos de algumas funções são normalmente computados como manutenção, variando continuamente por baixos e altos estados nutricionais; por essa razão, a determinação de balanço energético zero é praticamente artificial.

Mesmo considerando que o requerimento de manutenção pode ser uma condição em que o animal não se encontre em estado de produção, existem vários fatores que influem na quantidade de nutrientes necessários para suas funções vitais, a saber: a) exercício; b) ambiente; c) estresse, temperamento e saúde; d) tamanho do corpo; e) alimentação; f) variação individual; e g) nível de produção e lactação. O conhecimento de que os diferentes tipos de alimentos promovem diferentes níveis de crescimento foi a base inicial dos primeiros sistemas de alimentação. No entanto, o conhecimento da habilidade desses alimentos não se restringe apenas na capacidade de os mesmos promoverem a absorção dos nutrientes (processo de digestão), mas também na eficiência com que estes nutrientes são absorvidos e convertidos a produtos proveitosos (GILL e OLDHAN, 1993).

A eficiência com a qual a energia ingerida é utilizada para manutenção tende a ser baixa com volumosos, quando comparada com dietas à base de concentrados (ARC, 1980), o que resulta em altos requerimentos de energia líquida para manutenção nestes moldes.

A exigência energética de manutenção é o metabolismo de jejum, corrigido por um fator de eficiência de utilização de energia alimentar para manutenção, acrescido de quantidade adicional de energia para o trabalho muscular. O metabolismo de jejum é expresso em calorias por unidade de peso metabólico kcal/kg^{0,75} (COELHO DA SILVA e LEÃO, 1979).

Segundo ARMSTRONG e BLAXTER (1983), o requerimento de energia para manutenção é definido como o nível de energia a ser suprido diariamente, por intermédio dos alimentos, sem alteração da condição corporal, em relação ao do peso corporal. Desse modo, em termos de energia metabolizável (EM), esta é a quantidade de EM, por dia, necessária e exatamente igual à produção de calor diária do animal.

No sistema de energia proposto por LOFGREEN e GARRET (1968), o requerimento animal expresso como energia líquida (EL) é independente da dieta, isto é, não tem que ser ajustado para diferentes níveis de volumoso, sendo os requerimentos de alimento para manutenção estimados separadamente da necessidade de alimentos para funções produtivas.

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

Segundo o AFRC (1993), o requerimento de energia metabolizável (EM) para crescimento diário (MJ/dia) é igual ao produto do ganho diário (kg/dia) pelo valor energético de cada kg ganho (MJ/kg), dividido pela eficiência de uso de EM para ganho (kf). O valor energético do ganho é função do peso do animal e de seu ganho de peso, com correções para precocidade de raças e sexo.

FOX e BARRY (1995), entretanto, consideram os requerimentos de energia para crescimento como a composição do tecido do corpo vazio ganho, em função do peso esperado, uma composição final particular, considerando-se porte, efeito de ingredientes dietéticos e implantes metabólicos.

As proteínas constituem mais da metade do peso seco de muitos organismos, podendo assumir diversas funções no corpo do animal: hormonal, enzimática, de transferência de informações genéticas, de transporte de substâncias no sangue e na contração muscular, estrutural, de defesa, entre outros (LENHINGER, 1986). Aparentemente, não é possível o armazenamento da proteína, em excesso na dieta, para satisfazer futuras exigências. Ao serem atendidas as necessidades de proteína para manutenção e crescimento, o excesso da mesma é utilizado como fonte de energia (Neumann, 1977, citado por FREITAS, 1995).

A maioria dos sistemas atuais baseiam-se em conceitos similares para o requerimento de proteína; todavia, os nomes e símbolos usados diferem.

O sistema Britânico, avaliando proteína degradada no rúmen (PDR) e proteína não-degradada no rúmen (PNDR) (Roy et al., 1977), subseqüentemente publicado como Agricultural Research Council - ARC (1980), revisado em 1984 e ultimamente publicado como Agricultural and Food Research Council - AFRC (1993), calcula as exigências protéicas em termos de

proteína metabolizável (PM), ou seja, os aminoácidos absorvidos no intestino delgado provenientes da proteína microbiana e da proteína dietética não-degradada no rúmen.

O sistema Americano, National Research Council (NRC, 1985), baseia-se na absorção verdadeira de proteína no intestino delgado. O sistema, multicompartimental e dinâmico, reconhece a importância do abastecimento adequado de compostos nitrogenados (N) para maximização do crescimento bacteriano, a qualidade da proteína requerida na dieta, e quanto essa deve ser degradada, além da importância da interação entre energia e proteína.

Segundo ALDERMAN (1995), o sistema Francês, Instituto Nacional para Investigação Agronômica (INRA), avaliando proteína digestível no intestino (PDI) (Verité et al., 1978), revisado em 1988, determina o valor de nitrogênio nos alimentos e o requerimento animal em termos da quantidade real de aminoácidos absorvidos no intestino delgado.

O sistema de Cornell (SNIFFEN et al., 1992) é, sem dúvida, o mais detalhista dos sistemas para prever os requerimentos de nutrientes. O NET CARBOHYDRATE AND PROTEIN SYSTEM (CNCPS) usa equações (modelos matemáticos) para prever os requerimentos nutricionais, consumo e utilização dos alimentos, considerando-se vários fatores: tamanho e condição corporal, estágio de crescimento, frações das proteínas e dos carboidratos nos alimentos, suas taxas de digestão e passagem e condições ambientais.

No Brasil, a partir da década de 80, têm sido desenvolvidos alguns trabalhos no sentido de obter informações que permitam fazer estimativas de exigências nutricionais que mais se adequem às condições brasileiras e adaptar informações básicas oriundas de outros países à realidade brasileira. No entanto, parece que o volume de informações publicadas até o momento é relativamente pequeno (COELHO da SILVA, 1995).

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar a composição corporal e das exigências líquidas de energia e proteína de bezerros em crescimento provenientes de rebanho leiteiro mestiço, alimentados com dietas contendo cinco níveis de volumoso.

Material e Métodos

O local do experimento, as rações utilizadas, a proporção de ingredientes, o manejo dos animais, os ensaios de digestibilidade e as análises químicas e

estatísticas foram descritos por ARAÚJO et al. (1998).

Foram utilizados 48 bezerros mestiços (Holandês × Zebu) em crescimento, não-castrados, com idade aproximada de 60 dias e peso vivo médio inicial de 60 kg. Oito animais foram abatidos ao início do experimento, para servir de referência, e 32 foram alimentados à vontade, sendo distribuídos em quatro grupos de oito animais, de acordo com cada sistema de alimentação, tratamentos (T), com os seguintes níveis de volumoso nas dietas: T1 = 10%; T2 = 25%; T3 = 40% e T4 = 55%. Os oito restantes receberam 90% de volumoso e 10% de concentrado (T5) para atender às exigências ligeiramente acima da manutenção (NRC, 1988). Todos os animais foram mantidos presos por cabrestos, sendo dois animais por baias cobertas de 3 × 6 m, com piso de concreto, providas com comedouros e bebedouros individuais.

Para a determinação das exigências líquidas de energia e proteína, os animais foram submetidos inicialmente a um período de adaptação de 15 dias; em seguida, a um período experimental variável para cada tratamento, até atingirem os pesos preestabelecidos para abate.

Quatro animais por tratamento foram abatidos quando atingiram 180 ± 10 kg, enquanto o restante do grupo, ao atingirem peso de 300 ± 10 kg. O grupo de manutenção foi abatido com pesos variados e idade média de abate dos grupos anteriores. Antes de serem abatidos, os animais passaram por um período de 16 horas de jejum.

Para cada animal abatido, foram coletadas e pesadas amostras da cabeça, do couro, dos pés, do rúmen-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, conforme PAULINO (1996). A carcaça de cada animal foi dividida em duas metades, pesadas separadamente, realizando-se, em seguida, amostra representativa da meia carcaça esquerda, correspondendo à seção da 9a a 11a costela (HH), segundo HANKINS e HOWE (1946), para posteriores análises laboratoriais.

Semanalmente, durante todo o período experimental, foram feitas amostragens do feno, do concentrado oferecido e das sobras de ração de cada animal. Após a amostragem, o material foi colocado em sacos plásticos, devidamente identificados, sendo guardado em geladeira, para posteriores análises dos nutrientes.

As amostras de carne (120 g), gordura (200 g), compostas de vísceras (200 g) e de órgãos (200 g)

foram moídas, enquanto as de couro (100 g) e osso (60 g) foram seccionadas. Em seguida, foram colocadas em vidros com capacidade de 500 ml, levadas à estufa a 105°C, por 48 a 72 horas para determinação da matéria seca gordurosa (MSG). Posteriormente, foram pré-desengorduradas com éter de petróleo, segundo KOCK e PRESTON, em 1979, obtendo-se a amostra da matéria seca pré-desengordurada (MSPD). Subtraindo-se a MSPD da MSG, obteve-se a gordura extraída no pré-desengorduramento. Posteriormente, o material foi moído em moinho de bola e acondicionado em recipientes de vidro devidamente identificados, com tampa de polietileno, para posteriores análises. Conhecendo-se os teores da MSPD, obteve-se a composição química na matéria natural. O teor total de gordura da amostra foi obtido somando-se a gordura removida no pré-desengorduramento com o extrato etéreo residual.

As amostras de sangue (400 g) foram coletadas imediatamente após o abate, acondicionadas em recipientes de pirex e levadas à estufa a 55°C, com ventilação forçada, por um período de 48 a 72 horas, para determinação da matéria pré-seca. Posteriormente, foram moídas em moinho de bola e acondicionadas em recipientes de vidro com tampa de polietileno, devidamente identificados, para posteriores análises, como descrito por PAULINO (1996).

Com base nas porcentagens de músculos, gordura e ossos obtidas na seção da 9a a 11a costela e na metodologia proposta por HANKINS e HOWE (1946), foram estimadas as porcentagens desses componentes na carcaça. O peso corporal vazio (PCVZ) dos animais foi determinado pela soma do peso da carcaça, do sangue, da cabeça, do couro, dos pés, da cauda, das vísceras e dos órgãos.

As determinações dos conteúdos corporais de gordura (GO), proteína bruta (PB), água (AG) e cinzas (CZ) foram feitas na MSPD, em função da concentração destes nas vísceras, nos órgãos, no couro, no sangue e na carcaça (músculo, gordura e osso) da seção HH (seção de costela), obtida da 9a a 11a costela do lado esquerdo do animal, conforme PAULINO (1996). Em seguida, foi obtida a composição de PB e extrato etéreo (EE) na matéria natural, como descrito pelo mesmo autor.

Utilizando-se as equações de HANKINS e HOWE (1946), com base nas porcentagens de músculo, gordura e ossos obtidas na seção da 9a a 11a costela, determinaram-se as porcentagens destes componentes na carcaça. Após a multiplicação destes valores pelo peso total da carcaça, foram obtidos, então, os pesos totais de músculos, gordura e ossos da carcaça. Com

base no peso dos componentes corporais e em seus respectivos teores de proteína e gordura, obtiveram-se os totais, em g ou kg, destes elementos estudados no corpo vazio do animal.

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

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

em que

CE = Conteúdo de energia;

X = Proteína corporal; e

Y = Gordura corporal.

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

$$Y_{ij} = \mu + b_1 \cdot x_{1i} + e_{ij},$$

em que

Y_{ij} = logaritmo do conteúdo total de proteína (kg), gordura (kg) e energia (Mcal) retido no corpo vazio;

μ = efeito de média (intercepto);

b_1 = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo de gordura proteína ou energia, em função do logaritmo PCVZ;

x_{1i} = logaritmo do PCVZ; e

e_{ij} = erro aleatório.

Para a conversão de PCVZ em PV, dentro dos intervalos de pesos incluídos no estudo, utilizou-se uma equação para obtenção de um fator de conversão, obtida por regressão do quociente do PV/PCVZ dos 48 animais, utilizados no experimento, em função do PCVZ.

As exigências de energia líquida para manutenção (ELm) foram determinadas pela regressão do logaritmo da produção de calor, em função do consumo de energia metabolizável (EM), expresso em kcal/kg^{0,75} por dia, extrapolando-se a equação para o nível zero de consumo de EM, segundo a metodologia descrita por LOFGREEN e GARRETT (1968). Em função de se ter verificado ingestão de energia metabolizável de, aproximadamente, 5% superior à produção de calor, para os animais do grupo de manutenção, optou-se pela exclusão dos mesmos na estimativa da exigência de manutenção.

Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de gordura, proteína e energia, em função do logaritmo do PCVZ, obtiveram-se as equações de predição das exigências líquidas de gordura, proteína e energia, para ganho de 1 kg de PCVZ, do tipo:

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

em que

Y' = exigência líquida de gordura (kg), proteína (kg) e energia (Mcal) para ganho de 1 kg de PCVZ;

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

X = PCVZ em (kg).

Para determinação das exigências em função do peso vivo, deve-se utilizar o fator médio de 0,97, obtido pela regressão do ganho de peso vivo em função do ganho de PCVZ dos animais desta pesquisa.

Resultados e Discussão

Os parâmetros das equações de regressão do logaritmo da produção de calor, em função do consumo diário de energia metabolizável em kcal, obtidos para os animais dos grupos 1 e 2 e em conjunto, respectivamente, 300 e 180 kg de peso vivo, que permitiram a determinação das exigências de energia líquida para manutenção, são mostrados na Tabela 1.

Extrapolando-se as equações para nível zero de ingestão de energia metabolizável (EM), obtiveram-se os valores de exigências líquidas de manutenção de 71,76; 84,85; e 81,30 kcal/kg^{0,75}, respectivamente, para G1, G2 e GERAL.

LOFGREEN e GARRETT (1968) observaram valor de 77 kcal/kg^{0,75}, para animais de raças européias. Esse valor é 6,80% superior ao valor encontrado para o grupo 1 (300 kg PV) e 9,93% inferior ao valor encontrado para o grupo 2 (180 kg PV). Considerando o valor estimado pela equação geral para os dois grupos de 81,30 kcal/kg^{0,75}, pode-se observar que a exigência de manutenção encontrada no presente trabalho é 5,58% superior ao encontrado por esses

Tabela 1 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo da produção de calor, em função do consumo diário de energia metabolizável (kcal/kg^{0,75}) obtidas para os grupos 1 e 2 e em conjunto (Geral)

Table 1 - Parameters of regression equations of heat production logarithm, in function of metabolizable energy daily intake (kcal/kg^{0,75}), obtained for groups 1 and 2 and together (Overall)

Item	Parâmetro		R ²
	Parameter		
	Intercepto (a)	Coeficiente (b)	
	Intercept	Coefficient	
Grupo 1	1,85589	0,00182514	0,95
Grupo 2	1,92765	0,00152177	0,84
Geral (Overall)	1,91015	0,00160100	0,87

autores e ao adotado pelo NRC (1985).

As estimativas das exigências diárias de energia líquida para manutenção (ELm), expressas em Mcal, para animais na faixa de peso vivo variando de 60 a 300 kg, são mostradas na Tabela 2.

Os valores encontrados no presente trabalho são próximos aos estimados pelo ARC (1980) e NRC (1996), para animais de raças de origem européia. Para animais de 300 kg de peso vivo, estes sistemas estimaram valores de 6,45 e 5,55 Mcal/animal/dia, respectivamente.

Resultados obtidos no Brasil, observados por LANA (1991) e PAULINO (1996), para animais azebuados de 300 kg de peso vivo, foram, respectivamente, 5,55 e 4,35 Mcal/animal/dia.

Na Tabela 3, são apresentados os parâmetros das equações de regressão do logaritmo da quantidade de gordura (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo

Tabela 2 - Exigências diárias de energia líquida para manutenção (ELm), obtidas para os grupos 1 e 2 e em conjunto (Geral)

Table 2 - Daily net energy for maintenance (NEm) requirement, obtained for groups 1 and 2 and together (Overall)

PV (kg)	PCVZ (kg)	G1	G2	Geral
ELm (Mcal/dia)				
NEm (Mcal/day)				
60	42,94	1,20	1,42	1,36
100	73,71	1,80	2,13	2,05
150	115,24	2,52	2,98	2,86
200	161,20	3,25	3,83	3,68
250	213,40	4,01	4,73	4,54
300	275,41	4,85	5,72	5,50

Tabela 3 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo da quantidade de gordura (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso corporal vazio (kg), obtidos para os diferentes níveis de volumoso nas dietas e em conjunto (Geral), usando-se animais dos grupos 1 e 2

Table 3 - Parameters of regression equations of fat production (kg) logarithm in the empty body, in function of empty body weight (kg) logarithm, obtained for different levels of forage in diets and together (Overall), using animals of groups 1 and 2

Nível de volumoso	Parâmetro		R ²
	Parameter		
	Intercepto (a)	Coeficiente (b)	
Level of forage	Intercept	Coefficient	
10	-2,73691	1,80519	0,98
25	-1,53172	1,28552	0,89
40	-1,76529	1,36475	0,86
55	-4,01413	2,34129	0,95
90	-2,53533	1,68699	0,88
Geral	-2,69163	1,77539	0,95
Overall			

Tabela 4 - Conteúdos de gordura no ganho de peso corporal vazio (GPCVZ) obtidos para os diferentes níveis de volumoso nas dietas, e estimativas em conjunto (Geral) para os animais dos grupos 1 e 2

Table 4 - Fat contents in the empty body weight gain (EBWG), obtained for different levels of forage in diets, and estimates together (Overall) for animals from groups 1 and 2

PV (kg) LW	PCVZ (kg) EBW	Nível de volumoso (%) Level of forage				Geral Overall	
		10	25	40	55		
Gordura (g/kg GPCVZ) Fat (g/kg EBWG)							
60	42,94	68,0	111,0	92,0	35,0	65,0	67,0
100	73,71	106,0	129,0	112,0	72,0	94,0	101,0
150	115,24	151,0	147,0	132,0	132,0	128,0	143,0
200	161,20	198,0	161,0	150,0	207,0	162,0	186,0
250	213,40	248,0	175,0	166,0	302,0	196,0	231,0
300	275,41	305,0	188,0	182,0	425,0	233,0	282,0

do peso corporal vazio, obtidas para os diferentes níveis de volumoso nas dietas, tomados em conjunto.

Por derivação destas equações, foram obtidas as equações específicas para cada nível de volumoso, bem como a equação geral para todas os níveis de volumoso, a fim de se prever o ganho de gordura (g) por kg de ganho de PCVZ (Tabela 4), para animais de 60 a 300 kg e 42,94 a 275,41 kg, respectivamente, peso vivo e peso de corpo vazio.

A quantidade de gordura no peso ganho aumentou à medida que se elevou o peso vivo do animal, para todos os níveis de volumoso. Os resultados encontrados neste trabalho estão de acordo com valores apresentados pelo ARC (1980), que indicam aumento no conteúdo corporal de gordura de 86 para 353 g/kg de ganho de PCVZ, à medida que o PCVZ se eleva de 50 a 300 kg.

Os conteúdos corporais de gordura, obtidos pela equação geral para animais com 73,7 e 213,4 kg de PCVZ, quando comparados aos valores correspondentes do ARC (1980), para animais com PCVZ de 75 e 200 kg, foram aproximadamente 14,4 e 9,7% inferior, respectivamente.

Considerando-se um animal de 300 kg de PV, o conteúdo corporal de gordura do ganho, para equação geral, foi de 282 g/kg. Este resultado é 7,2 e 16,5% superior aos obtidos por PAULINO (1996) e LANA (1991), que foram de 263 e 242 g/kg de ganho de peso vivo, respectivamente.

São apresentados na Tabela 5 os parâmetros das equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, em função do logaritmo do PCVZ. Os valores dos coeficientes de determinação (r^2) variaram de 0,98 a 0,99, para todos os níveis de volumoso e para a equação geral, indicando bom ajustamento das equações aos dados experimentais.

Tabela 5 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo da quantidade de proteína (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso corporal vazio (kg), obtidos para os diferentes níveis de volumoso nas dietas e em conjunto (Geral) para os animais dos grupos 1 e 2

Table 5 - Parameters of regression equations of protein quantity (kg) logarithm in the empty body, in function of empty body weight (kg) logarithm, obtained for different levels of forage in diets and together (Overall), using animals of groups 1 and 2

Nível de volumoso Level of forage	Parâmetro Parameter		R ²
	Intercepto (a) Intercept	Coefficiente (b) Coefficient	
10	-0,733691	0,995409	0,99
25	-0,715115	0,988081	0,99
40	-0,930571	1,080970	0,98
55	-1,019510	1,121850	0,98
90	-0,837117	1,032240	0,99
Geral Overall	-0,897402	1,066650	0,99

Derivando-se as equações de regressão supracitadas, obtiveram-se as equações de predição dos conteúdos de proteína por kg de ganho de PCVZ, que corresponderam às exigências líquidas para ganho de 1 quilograma de PCVZ (Tabela 6).

Observou-se tendência de decréscimo no conteúdo de proteína, à medida que os pesos dos animais se elevaram para os níveis de volumoso de 10 e 25%. Este comportamento está de acordo com o encontrado pelo ARC (1980), bem como para os valores estimados por LANA (1991), FONTES (1995), FREITAS (1995), ESTRADA (1996) e PAULINO (1996), que trabalharam com bovinos de diferentes tipos de grupos genéticos, com pesos vivos iniciais médios de aproximadamente 300 kg, envolvendo animais castrados e não-castrados.

Tabela 6 - Exigências líquidas de proteína para ganho de peso corporal vazio (GPCVZ), obtidas para os diferentes níveis de volumoso nas dietas, e estimativas em conjunto (Geral), para os animais dos grupos 1 e 2

Table 6 - Net protein requirement for empty body weight gain, (EBWG) obtained for different levels of forage in diets, and estimates together (Overall), for animals from groups 1 and 2

PV (kg) LW	PCVZ (kg) EBW	Nível de volumoso (%) Level of forage				Geral Overall
		10	25	40	55	
		Proteína (g/kg GPCVZ) Protein (g/kg EBWG)				
60	42,94	181,0	182,0	172,0	170,0	174,0
100	73,71	180,0	181,0	180,0	181,0	180,0
150	115,24	180,0	180,0	186,0	191,0	185,0
200	161,20	180,0	179,0	191,0	199,0	190,0
250	213,40	179,0	179,0	196,0	206,0	193,0
300	275,41	179,0	178,0	200,0	213,0	196,0

Todavia, para os demais níveis de volumoso e para a equação geral, o conteúdo de proteína, em relação ao aumento do peso vivo, aumentou nitidamente. Este resultado difere da maioria dos encontrados na literatura. Comportamento similar foi descrito por Robelin e Daenicke (1980), citados por GEAY (1984), que criaram um modelo para se avaliar a retenção de proteína em função da matéria orgânica não-gordurosa, do peso vivo, da taxa de crescimento, da raça e do sexo. Esses autores observaram que a deposição de proteína aumentou com o ganho diário independente do peso vivo; entretanto, para maior peso vivo, o aumento pareceu ser mais baixo.

Para animais de 300 kg de PV e ganho diário de 1,0 kg de PCVZ, a exigência líquida encontrada no presente trabalho foi de 196,0 g/kg de ganho de PCVZ, sendo 43,0 e 30,6% superior aos encontrados por LANA (1991) e PAULINO (1996), de 137,3 e 150,0 g/kg de ganho de PCVZ, respectivamente, que trabalharam com animais azebuados.

Deve-se salientar que os animais utilizados no presente trabalho encontravam-se em fase inicial de crescimento, ou seja, na faixa de 60 a 300 kg de peso vivo, enquanto os animais dos experimentos citados e comparados encontravam-se em fase final de crescimento, ou seja, na faixa de 300 a 500 kg de peso vivo, o que pode ter expressado essa magnitude de diferença.

Os parâmetros das equações de regressão do logaritmo da quantidade de energia (Mcal) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso corporal vazio (kg), obtidos para os diferentes níveis de volumoso e em conjunto, são mostrados na Tabela 7.

Os coeficientes de determinação das equações de regressão (r^2), para todos níveis de volumoso e para a equação geral, variaram de 0,95 a 0,99, mostrando bom ajustamento das equações aos dados experimentais.

Ao se derivarem as equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de energia, em função do logaritmo do PCVZ, obtiveram-se as equações de predição dos conteúdos de energia por kg de ganho de PCVZ, que correspondem às exigências líquida em Mcal para ganho de 1 kg de PCVZ (Tabela 8). O conteúdo de energia no ganho de PCVZ aumentou à medida que os pesos dos animais se elevaram, para todos os níveis de volumoso.

Obtendo-se o conteúdo de energia no ganho de peso de corpo vazio para animais de 73,7 e 213,4 kg de PCVZ, a partir da equação geral, os valores encontrados de 2,07 e 3,13 Mcal/kg de ganho de PCVZ, respeitando-se as relativas diferenças de peso, são similares aos valores apresentados pelo ARC

Tabela 7 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo da quantidade de energia (Mcal) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso corporal vazio (kg), obtidos para os diferentes níveis de volumoso nas dietas e m conjunto (Geral) para os animais dos grupos 1 e 2

Table 7 - Parameters of regression equations of energy quantity logarithm (Mcal) in the empty body, in function of empty body weight (kg) logarithm, obtained for different levels of forage in diets and together, using animals of groups 1 and 2

Nível de volumoso Level of forage	Parâmetro Parameter		R ²
	Intercepto (a) Intercept	Coefficiente (b) Coefficient	
10	-0,670151	1,44483	0,99
25	-0,013762	1,14958	0,96
40	-0,202786	1,23168	0,95
55	-1,344530	1,73106	0,98
90	-0,317394	1,26139	0,97
Geral Overall	-0,550739	1,38831	0,98

Tabela 8 - Exigências de energia líquida em Mcal por quilograma de ganho de peso corporal vazio (GPCVZ), obtidas para os diferentes níveis de volumoso nas dietas e estimativas em conjunto (Geral) para os animais dos grupos 1 e 2

Table 8 - Net energy requirement in Mcal per kg of empty body weight gain, (EBWG) obtained for different levels of forage in diets, and estimates together, for animals from groups 1 and 2

PV (kg) LW	PCVZ (kg) EBW	Nível de volumoso (%) Level of forage					Geral Overall
		10	25	40	55	90	
Energia líquida (Mcal/kg GPCVZ) Net energy (Mcal/kg EBWG)							
60	42,94	1,64	1,95	1,84	1,22	1,62	1,68
100	73,71	2,09	2,12	2,09	1,82	1,87	2,07
150	115,24	2,55	2,26	2,32	2,52	2,10	2,47
200	161,20	2,96	2,38	2,51	3,22	2,29	2,81
250	213,40	3,36	2,48	2,67	3,95	2,47	3,13
300	275,41	3,76	2,58	2,84	4,76	2,64	3,46

(1980), respectivamente, de 2,08 e 3,28 Mcal/kg de ganho de PCVZ.

As exigências de energia líquida para ganho de 1 kg de peso de corpo vazio, para um animal de 300 kg de PV (3,46 Mcal/kg de ganho de PCVZ), foram 2,37% superiores às encontradas por PAULINO (1996), que foi de 3,38 Mcal, 5,98% inferiores as apresentadas pelo NRC (1996) 3,68 Mcal e 4,68% inferior ao estimado por LANA (1991) 3,63 Mcal.

Conclusões

As exigências de energia líquida de manutenção foram de 71,76 e 84,65 kcal/kg^{0,75}, para animais de 180 e 300 kg de peso vivo, respectivamente.

Em média, foram obtidos os valores de 3,46 Mcal de energia líquida e de 196 g de proteína por kg de peso de corpo vazio, para animais de 300 kg de peso vivo.

A quantidade de gordura e energia no ganho de PCVZ aumentou à medida que se elevou o peso vivo do animal, para todos os níveis de volumoso.

Referências Bibliográficas

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. Energy and protein requirements of ruminants. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. The nutrient requirements of ruminants livestock. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980, 351p.

ALDERMAN, G. A review of current protein requirement systems for ruminants. In: PEREIRA, J.C., (Ed). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: JARD, 1995, 25p.

ARAÚJO, G.G.L., COELHO DA SILVA, J.F., VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de dietas contendo diferentes níveis de volumosos, em bezerros. *R. Bras. Zootec.*, v.27, n.2, p.345-354, 1998.

ARMSTRONG, D.G., BLAXTER, K.L. Maintenance requirement: implications for its use in feed evaluation system. In: GILCHRIST, F.M.C., MACKIE, R.I., Herbivore nutrition in the subtropics and tropics. The Scienc Press, Petroria - South Africa, p.631- 647, 1983.

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

COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. Fundamentos de nutrição dos ruminantes. Piracicaba, Livrocercas, 1979. 380p.

COELHO DA SILVA, J.F. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: O sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil In: PEREIRA, J.C., (Ed). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: JARD, 1995, p. 467-504.

ENSMINGER, M.E., OLDFIELD, J.E., HEINEMANN, W.W. Feeds & Nutrition, 2. ed. Davis, California, The Ensminger Publishing, 1990. 1544p.

ESTRADA, L.H.C. *Composição corporal e exigências de proteína, energia e macroelementos minerais (Ca, P, MG, Na, e K), características da carcaça e desempenho do nelore e mestiços em confinamento*. Viçosa, MG: UFV, 1996. 129p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

FREITAS, J.A. de *Composição corporal e exigências de energia e proteína de bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos não-castrados, em confinamento*. Viçosa, MG: UFV, 1995. 128p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

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, 1995, p. 419-455.

FOX, D.G., BARRY, M.C. Predicting nutrient requirements and supply for cattle with the 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, 1995, p.77-101.

GARRET, W.N. Energy utilization by growing cattle as determinad in 72 comparative slaughter experiments. *Energy Metab. Proc. Symposium*, v. 26, p.3-7, 1979.

GILL, M., OLDHAN, J. D. Growth In: FORBES, J. M.,

- FRANCE, J. (Ed.). Quantitative aspect of ruminant digestion and metabolism. Cambridge: Commonwealth Agricultural Bureux, 1993, p. 383-403.
- GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. *J. Anim. Sci.*, v.58, n.3, p. 766-778, 1984.
- HANKINS, O. G., HOWE, P. E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. Washington, D.C., 1946. (Tech. Bulletin - USDA, 926).
- KOCK, S.W., PRESTON, R.L. Estimation of bovine carcass composition by the urea dilution technique. *J. Anim. Sci.*, v. 48, n. 2, p. 319-327, feb. 1979.
- LANA, R. de P. *Composição corporal e exigências de energia e proteína e de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de cinco grupos raciais, em confinamento*. Viçosa, MG: UFV, 1991. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- LENHINGER, A.L. *Princípios de bioquímica*. Trad. de W.R. LODI e A. A SIMÕES. São Paulo: Ed. Sarvier, 1986. 725p.
- LOFGREEN, G.P., GARRETT, W. N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 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. Ruminant nitrogen usage. Washington, DC, 1985. 158p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 7. ed. Washington. D.C., 1996. 242p.
- PAULINO, M.F. *Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na, e K), de bovinos não castrados de quatro raças zebuínas em confinamento*. Viçosa, MG: UFV, 1996. 80p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- ROBELIN, J., GEAY, Y. Body composition of cattle as affected by physiological status, breed, sex and diet. IN: GILCHRIST, F.M.C., MACKIE, R.I., *Herbivore nutrition in the subtropics and tropics*. The Scienc Press, Petroria - South Africa p.525- 548, 1983.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, v. 70, p.3562, 1992.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Edic. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

Recebido em: 20/05/97

Acceto em: 14/04/98