

FABIANO FERREIRA DA SILVA

DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA, COMPOSIÇÃO
CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS (ENERGIA, PROTEÍNA,
AMINOÁCIDOS E MACROMINERAIS) DE NOVILHOS NELORE, NAS
FASES DE RECRIA E ENGORDA, RECEBENDO DIFERENTES
NÍVEIS DE CONCENTRADO E PROTEÍNA

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para
obtenção do Título de “Doctor
Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

A Dinorah, minha mãe, que simplesmente me deu tudo.
A Nilton, meu pai, que me ensinou quase tudo.
A Andréa e Fabrício, meus irmãos, que me alegram em tudo.
À Tia Tana, sempre presente em tudo.
À Cristina, minha namorada, que me enche de alegria e amor.

.

AGRADECIMENTO

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), pela liberação para realização deste curso.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), especialmente ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho, pela excelente orientação, pelos ensinamentos, confiança e amizade.

Aos Profs. Rilene Ferreira Diniz Valadares, Paulo Roberto Cecon, Augusto César de Queiroz e Rogério de Paula Lana, pelos valiosos ensinamentos, pela boa vontade e maneira solícita com que sempre me receberam.

Ao Prof. Mário Fonseca Paulino, primeiramente, pela amizade, secundamente, pela grandiosa frase zootécnica, “se o bezerro não nasce não cresce...”, e, finalmente, pelo exemplo de dedicação e profissionalismo.

Ao José Geraldo, Marcelo, Joélcio, Natanael e “Pardal”, amigos do Laboratório de Animais, pelo auxílio e agradável convívio.

Ao Monteiro, pela disposição, amizade e boa vontade com que sempre me acompanhou.

Ao amigo Luís Carlos “stress”, por ter participado de forma marcante desta jornada.

Aos amigos Alain, Alan, Alberto, Alexandre “Bodão”, Alfredo, Aloísio, Álvaro, André “sorriso”, Andrezão, Aureliano, Bevaldo, Breno, Camila, César e Mara, Chico Trenó, Cláudio Samara, Dorismar, Edinaldo, Fernando Londoño, Gilson, Guga “Eletricista”, Joanis, José Augusto, Josué, Karla do Pedro, Kelvin,

Luciano Cabral, Luciana Trenó, Marcão “Maçaranduba”, Moacir e Beta, Profa. Maria Ignez, Paulo Baiano, Poliana do Alfredo, Ronaldo, Salete, Sherlânia, Toninho e Vicente, pela amizade e fraterno convívio.

Aos “escravos” e amigos Pedro, Eduardo, Polianinha, Renan, Marlon, Tatiana Cruvinel, Cleverson, André “Boca”, pela “obediência”, companheirismo e apoio.

Aos funcionários do Abatedouro do DZO/UFV, Nuvanor, “Magno” e Vicente, pela colaboração exaustiva durante o abate dos animais.

À Cristina, pelo companherismo constante, apoio sincero, amizade verdadeira, amor presente, me fez contente em realizar este trabalho.

Um agradecimento especial aos meus pais, irmão, irmã, sobrinhas, Tia Tana, avós, Tia Nilva, pelo apoio e incentivo em todos os momentos.

BIOGRAFIA

FABIANO FERREIRA DA SILVA, filho de Nilton da Silva e Dinorah Carvalho Ferreira da Silva, nasceu em Conceição das Alagoas, Minas Gerais, em 16 de fevereiro de 1971.

Em julho de 1994, graduou-se em Veterinária pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Em agosto de 1996 foi contratada, por concurso público, como Professor Auxiliar do Departamento de Tecnologia Rural e Animal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Em janeiro de 1997, obteve o título de Mestre em Nutrição Animal pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Em março de 1998, iniciou o Curso de Doutorado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, na área de Nutrição de Ruminantes, defendendo tese em 29 de março de 2001.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	xiii
INTRODUÇÃO	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	8
Desempenho Produtivo de Novilhos Nelore, na Recria e na Engorda, Recebendo Dietas Com Diferentes Níveis de Concentrado e Proteína.....	14
Resumo	14
Abstract	16
Introdução.....	18
Material e Métodos	21
Resultados e Discussão	24
Conclusões.....	32
Referências Bibliográficas	33
Características de Carcaça de Novilhos Nelore Recebendo Dietas Com Diferentes Níveis de Concentrado e Proteína	37
Resumo	37
Abstract	39
Introdução.....	41
Material e Métodos	44
Resultados e Discussão	47

Conclusões.....	55
Referências Bibliográficas	57
Biometria do Trato Gastrintestinal e Tamanho dos Órgãos Internos de Novilhos Nelore Recebendo Dietas Com Diferentes Níveis de Concentrado e Proteína	60
Resumo	60
Abstract	62
Introdução.....	64
Material e Métodos	65
Resultados e Discussão	67
Conclusões.....	74
Referências Bibliográficas	75
Composição Corporal e Requisitos Energéticos e Protéicos de Bovinos Nelore, Não-Castrados, Alimentados Com Rações Contendo Diferentes Níveis de Concentrado e Proteína.....	77
Resumo	77
Abstract	79
Introdução.....	80
Material e Métodos	83
Resultados e Discussão	89
Conclusões.....	97
Referências Bibliográficas	98
Eficiência de Utilização da Energia Metabolizável Para Manutenção e Ganho de Peso e Exigências de Energia Metabolizável e de Nutrientes Digestíveis Totais de Bovinos Nelore Não-Castrados.....	102
Resumo	102
Abstract	104
Introdução.....	106
Material e Métodos	108
Resultados e Discussão	111
Conclusões.....	117
Referências Bibliográficas	118
Composição Corporal e Requisitos Líquidos e Dietéticos de Macroelementos Minerais de Bovinos Nelore Não-Castrados	121

Resumo	121
Abstract	122
Introdução.....	123
Material e Métodos	125
Resultados e Discussão	129
Conclusões.....	134
Referências Bibliográficas	136
Exigências Líquidas de Aminoácidos para Ganho de Peso de Nelores Não- Castrados	139
Resumo	139
Abstract	140
Introdução.....	141
Material e Métodos	143
Resultados e Discussão	146
Conclusões.....	158
Referências Bibliográficas	159
Exigências Líquidas e Dietéticas de Energia, Proteína e Macroelementos Minerais de Bovinos de Corte no Brasil.....	161
Resumo	161
Abstract	163
Introdução.....	165
Material e Métodos	168
Resultados e Discussão	173
Conclusões.....	192
Referências Bibliográficas	193
RESUMO E CONCLUSÕES	197
APÊNDICE	202

RESUMO

SILVA, Fabiano Ferreira da, D.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2001. **Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína.** Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho. Conselheiros: Mário Fonseca Paulino e Rilene Ferreira Diniz Valadares.

Foram utilizados 40 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg, sendo quatro novilhos de referência e quatro alimentados para manutenção, o restante distribuído em oito tratamentos, com quatro diferentes níveis de concentrado nas dietas (20, 40, 60 e 80%) e dois níveis de proteína bruta (PB), (15 e 18%). As fases de recria e de engorda foram avaliadas até 360 e 450 kg de peso vivo, respectivamente. O volumoso utilizado foi feno de capim *Tifton* (*Cynodon dactylon*). Avaliaram-se os consumos dos nutrientes, os ganhos médios diários de peso vivo (GMD), de peso de corpo vazio (GMCPVZ) e de carcaça (GC) e a conversão alimentar (CA). Após o abate, foram determinados os rendimentos de carcaça, as porcentagens dos cortes básicos, o comprimento de carcaça, a área de olho de lombo, a espessura de gordura subcutânea, as composições física e química da carcaça. Foram selecionadas oito meia-carcaças, uma de cada tratamento com 15% de PB, para a realização de uma dissecação completa e determinação das composições física e química da carcaça, que foram comparadas com a composição obtida da seção HH. De cada animal abatido, foram pesados todos os órgãos e vísceras. As amostras de todas as partes do corpo do

animal foram liofilizadas e determinados os teores de nitrogênio total, extrato etéreo, macrominerais e aminoácidos. Os conteúdos de proteína, gordura, energia, macrominerais e aminoácidos retidos no corpo foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, gordura, energia, macrominerais ou aminoácidos em função do logaritmo do PCVZ. Obtiveram-se as exigências líquidas de proteína, energia, macrominerais ou aminoácidos, para ganho de 1 kg de PCVZ, a partir de equação $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, sendo “a” e “b” o intercepto e o coeficiente de regressão das equações de predição dos conteúdos corporais dos nutrientes. As exigências líquidas de energia para manutenção (ELm) foram estimadas como o anti-log do intercepto da equação obtida pela regressão linear entre o logaritmo da produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável. As eficiências de utilização da EM (EUEM) para manutenção (k_m) e ganho de peso (k_f) foram estimadas a partir da relação entre os teores de energia líquida, para manutenção ou ganho, respectivamente, em função da EM da dieta. Foram tirados dados parciais ou totais de vários trabalhos sobre exigências nutricionais de bovinos. Em todos os experimentos, foi usada a técnica do abate comparativo, abate de uma amostra de animais referência e determinação da composição do corpo vazio. A determinação dos teores de extrato etéreo, proteína e macrominerais foi realizada segundo métodos tradicionais. Para estudo das exigências, os animais foram agrupados em categorias raciais, como: Zebuínos, F1 (E x Z), Mestiços leiteiros e Holandeses. As determinações das exigências nutricionais e das EUEM foram realizadas de forma semelhante ao citado anteriormente. O consumo de MS foi influenciado ($P < 0,01$) pelo nível de concentrado na fase de recria, com consumo máximo de 2,59% PV com 42,60% de concentrado e na fase de engorda, apresentou média de 1,80% PV. O aumento do teor de proteína bruta da dieta, de 15 para 18%, aumentou ($P < 0,01$) o consumo de MS, na fase de recria, mas não influenciou o consumo na fase de engorda. Os níveis de concentrado das dietas não influenciaram ($P > 0,01$) os consumos de MO, PB e NDT, nas fases de recria e de engorda. Os GMD, GMPCVZ, GC e CA não foram influenciados ($P > 0,01$) pelos níveis de concentrado da dieta. O teor de PB da dieta influenciou positivamente ($P < 0,01$) o GMD nas duas fases. Na fase de recria, os níveis de concentrado da dieta não influenciaram ($P > 0,01$) os rendimentos

de carcaça, já na fase de engorda, o aumento da inclusão de concentrado na dieta aumentou linearmente ($P < 0,01$) o rendimento de carcaça em relação ao PV. Não foi verificado efeito dos níveis de concentrado e dos teores de PB da dieta ($P > 0,01$) sobre os cortes básicos estudados. Foram ajustadas equações para estimar a porcentagem de lipídios e de água na carcaça, a partir da porcentagem de lipídios na seção HH: % lipídios na carcaça = $1,5113 + 0,6832 \cdot X$, $r^2 = 0,752$; % água na carcaça = $71,8989 - 0,6006 \cdot X$, $r^2 = 0,864$; onde, X = % de lipídio na seção HH. Os teores de PB influenciaram positivamente ($P < 0,01$) apenas os pesos absolutos e relativos dos rins, pulmões e fígado. Os pesos relativos do rúmen+retículo, estômagos e trato gastrointestinal apresentaram comportamento linear decrescente com o aumento dos níveis de concentrado, não ocorrendo nenhum efeito dos níveis de concentrado e de PB sobre a maioria dos órgãos e vísceras. As exigências de energia líquida para ganho de peso de zebuínos não-castrados podem ser obtidas pela equação: $ELg = 0,0413 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{0,978}$. A ELM foi de $83,70 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}$, para animais Nelore não-castrados. Foi obtida a seguinte equação para estimativa da proteína retida (PR): $PR = - 39,0169 + 200,638 \text{ GMD} + 0,4166 \text{ ER}$. A eficiência de utilização da EM para manutenção (km) foi calculada em 0,63. E as eficiências de utilização da EM para ganho (kf) foram estimadas em 0,30; 0,35; 0,38 e 0,43, respectivamente, para as concentrações de EM da dieta de 2,65; 2,84; 2,92 e 2,90 Mcal/kg de MS. Houve diminuição nas concentrações dos cinco macronutrientes estudados no corpo vazio e no ganho de corpo vazio, com a elevação do peso vivo. As relações g Ca/100g de proteína retida e g P/100g de proteína retida foram iguais a 6,44 e 4,78. As exigências líquidas para ganho de aminoácidos diminuíram com o aumento do peso vivo do animal. A exigência total de aminoácidos metabolizáveis, expresso em % do total de aminoácidos essenciais, não variaram muito com o aumento do peso vivo e os valores médios foram 2,66; 15,11; 6,09; 8,64; 9,26; 18,48; 8,33; 12,01 e 19,41 para metionina, lisina, histidina, fenilalanina, treonina, leucina, isoleucina, valina e arginina, respectivamente. A relação ganho de PCVZ/ganho de peso vivo em jejum (GPVJ) dos animais zebuínos, F1, mestiços leiteiros e Holandeses foi 0,96; 1,00; 0,94 e 0,86, respectivamente. As equações obtidas para estimativa da PR, em função do GPVJ e da energia retida (ER) foram: $PR = - 17,6968 + 192,31 \text{ GPVJ} - 3,8441$

ER, para animais zebuínos e $PR = 31,4045 + 107,039 \text{ GPVJ} + 5,632 \text{ ER}$, para F1. As energias líquidas para ganho (ELg) podem ser obtidas pelas equações $ELg = 0,0435 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{0,8241}$, para animais zebuínos e $ELg = 0,0377 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{1,0991}$, para animais F1. A média dos valores de ELM para zebuínos, F1, mestiços leiteiros e Holandeses foram 71,30; 70,77; 79,65 e 88,97, respectivamente. As EUEM para manutenção (km) e ganho (kf), variaram de 0,65 a 0,63 e de 0,25 a 0,37, respectivamente, para dietas com concentração de EM variando de 2,2 a 2,7 Mcal/kg de matéria seca. A exigência de P foi superior e as de Na e K foram inferiores às recomendações do NRC (1996). As exigências de Ca e Mg foram semelhantes às do NRC (1996).

ABSTRACT

SILVA, Fabiano Ferreira da, D.S., Universidade Federal de Viçosa, March of 2001. **Productive performance, carcass characteristics, body composition and nutritional requirements (energy, protein, amino acids and macrominerals) of Nellore bulls, in the growing and finishing phases, fed diets with different concentrate and protein levels.** Adviser: Sebastião de Campos Valadares Filho. Committee Members: Mário Fonseca Paulino and Rilene Ferreira Diniz Valadares.

Forty Nellore bulls, with 240 kg initial LW, were used. Four were used as reference bulls, four were fed for maintenance and the remaining were distributed to eight treatments, with four different concentrate levels in the diets (20; 40; 60 and 80%) and two crude protein (CP) levels (15 and 18%). The growing phase was evaluated up to 360 kg of LW, and the fattening phase up to 450 kg of LW. The Tyfton grass hay (*Cynodon dactylon*) was the forage used. The nutrients intakes, the average LW (LWG), empty body (EBWG) and carcass (CG) gains and the feed:gain conversion (FC) were determined. After the slaughter, the carcass dressing percentage, the basic cuts percentages, the carcass length, the loin eye area, the subcutaneous fat thickness, and the physical and chemical carcass compositions were evaluated. Eight half-carcasses were selected for the accomplishment of a complete dissection and the determination of the physical and chemical carcass compositions, which were compared with the composition of the HH section. From each slaughtered animal, all the organs and visceral were weighted. All animal body parts were freeze dried and total nitrogen, ether extract, macrominerals and amino acids concentrations were determined. The protein, fat, energy, macrominerals and

amino acids contents retained in the body were estimated by regression equations of the logarithm of protein, fat, energy, macrominerals or amino acids body content, in function of the logarithm of empty body weight (EBW). The net protein, energy, macrominerals and amino acids requirements, for gains of 1 kg EBW, were determined by the equation $Y = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, being a and b intercept and regression coefficient, respectively, of the prediction equations of the nutrients contents in the body. Net energy requirement for maintenance (NEm) was estimated as the intercept anti-log of the equation obtained by linear regression among the logarithm of heat production and the metabolizable energy intake. The ME efficiencies of utilization (MEEU) for maintenance (km) and for weight gain (kf) were calculated from the relationship among the net energy concentration, for maintenance or gain, respectively, in function of the ME of the diet. Partial or total data, from several works, on nutritional requirements of bovine, were utilized. In all the experiments, the comparative slaughter technique was used, with the slaughter of a sample of the reference animals and the determination of the empty body composition. The determination of the ethereal extract, protein and macrominerals contents was accomplished according to traditional methods. To study the nutrients requirements, the animals were grouped in breed categories, as: Zebu, F1 (E x Z), Dairy crossbreds and Holstein. The nutrients requirements and the MEEU determinations were realized the same way as cited before. The dry matter intake was influenced ($P>0.01$) by the concentrate level, in the growing phase, with maximum consumption of 2.59% LW with 42.60% of concentrate, and, in the fattening phase, it presented a mean value of 1.80% LW. The increase in the diet CP level, from 15 to 18%, caused a significant ($P<0.01$) increase in the growing phase DMI, but it did not influence the consumption in the fattening phase. The diets concentrate levels did not influence ($P>0.01$) the OM, CP and TND intakes, in the growing and fattening phases. The LWG, EBWG, CG and FC were not influenced ($P>0.01$) by the concentrate levels of the diet. The diet CP level had a positive influence ($P<0.01$) on the LWG in both phases. In the growing phase, the concentrate levels of the diet did not influence ($P>0.01$) the carcass dressing percentage; in the fattening phase, the increase in the diet concentrate inclusion caused a linear increase ($P<0.01$) in the carcass dressing percentage in relation to the LW. It was not verified any effect of the concentrate

level and the CP level ($P>0.01$) on the studied basic cuts. Equations were built to estimate the carcass lipids and water percentages, using the lipids percentage in the HH section: carcass % lipids = $1.5113 + 0.6832 \times X$, $r^2 = 0.752$; carcass % water = $71.8989 - 0.6006 \times X$, $r^2 = 0.864$; where, X = lipid % in the HH section. The CP level had a positive influence ($P<0.01$) only on the kidneys, lungs and liver absolute and relative weights. The rumen+reticulum, stomachs and GIT relative weights presented a decreasing linear behavior with the increase of the concentrate levels, but there was no effect of the concentrate and CP levels on the major of the organs and visceral. The net energy requirement for weight gain of zebu bulls can be obtained by the equation: $NEg = 0.0413 \times EBW^{0.75} \times \text{gain of } EBW^{0.978}$. The NEm for these animals was $83.70 \text{ kcal/EBW}^{0.75}$. The following equation was obtained to estimate the retained protein (RP): $RP = -39.0169 + 200.638 \text{ gain of } EBW + 0.4166 \text{ RE}$. The MEEU for maintenance (km) was 0.63 and the MEEU for gain (kf) were 0.30; 0.35; 0.38 and 0.43, respectively, for diet ME concentrations of 2.65; 2.84; 2.92 and 2.90 Mcal/kg of DM. There was a decrease in the concentrations of the five macrominerals studied in the empty body and in the empty body gain, with the elevation of the live weight. The relationships g Ca/100g of retained protein and g P/100g of retained protein were 6.44 and 4.78, respectively. The net amino acids requirements for gain decreased with the increase of the live weight of the animal. The total metabolizable amino acids requirements, expressed in percentage of the total essential amino acids, did not vary a lot as the live weight increased, and the mean values were 2.66; 15.11; 6.09; 8.64; 9.26; 18.48; 8.33; 12.01 and 19.41 for methionine, lysine, histidine, phenylalanine, threonine, leucine, isoleucine, valine and arginine, respectively. The zebu, F1, dairy crossbred and Holstein animals EBW gain/BW gain relationship were 0.96, 1.00, 0.94 and 0.86, respectively. The equations to estimate the RP, in function of BW gain (BWG) and retained energy (RE), were: $RP = -17.6968 + 192.31 \text{ BWG} - 3.8441 \text{ RE}$, for zebu and $RP = 31.4045 + 107.039 \text{ BWG} + 5.632 \text{ RE}$, for F1 animals. The net energy for gain (NEg) can be obtained by the equations $NEg = 0.0435 \times EBW^{0.75} \times EBWG^{0.8241}$, for zebu animals, and $NEg = 0.0377 \times EBW^{0.75} \times EBWG^{1.0991}$, for F1 animals. The NEm mean values for zebu, F1, dairy crossbred and Holstein were 71.30; 70.77; 79.65 and 88.97, respectively. The MEEU for maintenance (km) and for gain (kf) varied from 0.65 to 0.63 and from 0.25 to 0.37, respectively, for diets with ME concentration varying from 2.2 to 2.7 Mcal/kg of dry matter. The P requirement was superior and

Na and K were inferior to the NRC (1996) recommendations. The Ca and Mg requirements were similar to that of NRC (1996).

INTRODUÇÃO

A ingestão de MS é o fator mais importante na determinação do desempenho animal, pois é o ponto responsável pelo ingresso de nutrientes, principalmente energia e proteína, necessários ao atendimento das exigências de manutenção e produção (NOLLER *et al.*, 1996). A habilidade de ganho de peso de bovinos é influenciada pelo nível nutricional ao qual são submetidos. Assim, o consumo, a conversão alimentar e o ganho de peso são importantes parâmetros na avaliação dos animais.

As informações, na literatura, em relação à melhor relação volumoso:concentrado para as dietas de bovinos de corte em crescimento não estão consolidadas. TIBO *et al.* (2000), OLIVEIRA (1998) e GESUALDI JÚNIOR *et al.* (2000), avaliando níveis crescentes de concentrado (25; 37,5; 50; 62,5; e 75%) na dieta de zebuínos ou F1 europeu x zebu, em confinamento, encontraram resposta quadrática para consumo de MS, expresso em %PV, sendo o maior valor alcançado com os níveis de 70; 58,5; e 36,7% de concentrado na dieta, respectivamente. FERREIRA *et al.* (1999a), LADEIRA *et al.* (1999) e DIAS *et al.* (2000) relataram aumento linear de consumo, fornecendo rações com diferentes níveis de concentrado (25; 37,5; 50; 62,5; e 75%). Por outro lado, CARVALHO *et al.* (1997) e SIGNORETTI *et al.* (1999) não verificaram diferenças no consumo de MS, ao fornecerem dietas com níveis crescentes de concentrado em substituição ao feno, e BURGER *et al.* (2000) verificaram diminuição linear do consumo de nutrientes com o aumento dos níveis de concentrado nas dietas (30, 45, 60, 75 e 90%). Isso mostra que

maiores níveis de concentrado na dieta podem não levar ao resultado esperado.

Segundo FERREIRA (1999a) e OLIVEIRA (1998), o ganho de peso médio diário apresenta uma resposta linear crescente em relação ao nível de inclusão de concentrado na dieta. Entretanto, segundo vários autores (VEIRA *et al.*, 1994; ARAÚJO *et al.*, 1998; TIBO *et al.*, 2000 e GESUALDI JÚNIOR *et al.*, 2000), a resposta animal à adição de concentrado tende a ser quadrática, e não-linear. Assim, o nível ótimo, considerando o desempenho animal e a eficiência econômica do sistema, é variável e tem como fatores determinantes sexo, raça do animal, qualidade dos alimentos, entre outros.

Informações de desempenho do animal na determinação de seu potencial genético e sua habilidade em responder ao meio ambiente não exprimem todo o potencial do animal; uma avaliação complementar das características da carcaça, que é, em última instância, o alimento que a ser produzido, torna-se preponderante.

No estudo das carcaças bovinas, o rendimento das mesmas é, geralmente, o primeiro índice considerado, sendo obtido através da relação entre o peso da carcaça quente ou fria e o peso vivo ou peso corporal vazio, expresso em porcentagem (PERON *et al.*, 1993; CASTILLO ESTRADA, 1996). O rendimento de carcaça pode ser afetado por vários fatores, tais como: peso do conteúdo gastrintestinal, que é diretamente afetado pelo número de horas de jejum a que os animais são submetidos e pelo tipo de dieta (MEISSNER *et al.*, 1995; PATTERSON *et al.*, 1995), pelo peso e/ou idade de abate e pelo grau de engorda (PRESTON e WILLIS, 1974), além dos pesos do couro, da cabeça e do trato gastrintestinal (GALVÃO *et al.*, 1991; JORGE, 1993; PERON *et al.*, 1993).

Economicamente, seria desejável maior rendimento do traseiro especial, em relação aos outros cortes, pois nele se encontram as partes nobres da carcaça, que têm maior valor comercial. Segundo LUCHIARI FILHO (2000), é desejável que uma carcaça tenha mais de 48% de traseiro especial, menos de 39% de dianteiro com 5 costelas e menos de 13% de ponta de agulha.

O componente de maior importância na carcaça é o músculo, já que este constitui a carne magra, comestível e disponível para venda. A gordura é

uma fração importante, pois influencia no aspecto visual da carcaça, na porção comestível e na qualidade da carne, além de servir como proteção (gordura subcutânea) contra a desidratação no resfriamento das carcaças (MOLETTA e RESTLE, 1996). Mas o seu excesso pode diminuir o rendimento de carne magra (SAINZ, 1996).

Vários estudos foram realizados para se avaliarem os efeitos de diferentes níveis de concentrado na dieta sobre as características de carcaça e observou-se que, quando o peso de abate é predeterminado, as diferenças são pequenas para a maioria das características (ARAÚJO *et al.*, 1998; OLIVEIRA, 1998; GESUALDI JÚNIOR *et al.*, 2000).

Em estudos de exigências energéticas dos animais, a determinação do tamanho relativo de seus órgãos internos é importante, já que diferenças nas partes não-integrantes da carcaça podem induzir variações nos requisitos energéticos para manutenção (OWENS *et al.*, 1995; FERRELL e JENKINS, 1998a,b). O tamanho dos órgãos internos também influencia o rendimento da carcaça (JONES *et al.*, 1985).

Segundo CATTON e DHUYVETTER (1997), os tecidos viscerais consomem cerca de 50% da energia destinada para manutenção, enquanto os músculos, embora apresentem maior massa no corpo vazio dos animais, consomem apenas 23% do total da energia para manutenção, em animais confinados. Isto porque certos tecidos associados com digestão e metabolismo, como o trato gastrointestinal e o fígado, têm maior *turnover* protéico que o músculo esquelético (OWENS *et al.*, 1993). HOOG (1991) relatou que os tecidos do trato gastrointestinal (TGI) podem contribuir com mais de 40% da síntese protéica, e o fígado, com 18%.

Na formulação de rações, ainda são utilizadas tabelas de exigências nutricionais determinadas em outros países, nos quais os resultados de pesquisa revelam diferenças nos requisitos entre raças e categorias de bovinos, estado fisiológico, regiões e, até mesmo, estações do ano. A melhoria no desempenho produtivo do rebanho nacional exige o aprofundamento de estudos que possibilitem estabelecer as exigências nutricionais de bovinos em condições brasileiras.

As diferenças na composição do ganho de peso são responsáveis pela maior exigência de energia para ganho em animais num estágio mais

avançado de maturidade fisiológica, pela maior exigência de animais precoces em relação aos tardios a um mesmo peso vivo, e pela maior exigência das fêmeas em relação aos machos inteiros (LANA, 1991).

LOFGREEN e GARRETT (1968) introduziram o sistema de energia líquida para crescimento e engorda de gado de corte. O sistema separa os requisitos de energia líquida em requisitos de energia para manutenção e ganho de peso (crescimento e engorda). A soma das necessidades de manutenção e ganho representa as exigências líquidas de energia dos animais. Conhecendo-se as exigências líquidas, e levando-se em consideração os fatores de eficiência de utilização da energia alimentar para manutenção e ganho, obtém-se as exigências de energia metabolizável.

Os requisitos de energia líquida para manutenção para o gado de corte foram estimados como 77 kcal por unidade de tamanho metabólico (GARRETT, 1980a; NRC, 1996). Segundo o NRC (1996), as exigências de energia para manutenção de raças zebuínas são menores que as encontradas quando se utilizam as equações de LOFGREEN e GARRETT (1968). Para o CNCPS (FOX *et al.*, 1992), os animais zebuínos apresentam exigências de 89% em relação ao valor básico de $77 \text{ kcal/kg}^{0,75}$, usado pelo NRC (1996).

As diferenças nas exigências de energia líquida para manutenção (ELm) entre grupos genéticos podem ser, em parte, explicadas por diferenças no tamanho de seus órgãos internos, que são maiores nos taurinos do que nos zebuínos. JORGE (1993) verificou menor tamanho de órgãos internos de animais Nelore em relação a animais mestiços europeu-zebu.

SALVADOR (1980) obteve, para novilhos azebuados, ELm de $56 \text{ kcal/kg}^{0,75}/\text{dia}$. Trabalhando com animais da raça Nelore, GONÇALVES (1988) e FREITAS (1995) encontraram valores de 59,8 e 50,2 $\text{kcal/kg}^{0,75}/\text{dia}$, respectivamente. Para animais de quatro raças zebuínas (Gir, Tabapuã, Guzará e Nelore), PAULINO *et al.* (1999a) obtiveram valor de ELm de $60,4 \text{ kcal/kg}^{0,75}/\text{dia}$. Por outro lado, BOIN (1995) encontrou valor de $69,8 \text{ kcal/kg PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$.

O NRC (1984) ressalta valores variando de 1,2 a 8,0 Mcal/kg de ganho e o ARC (1980) sugere concentração de energia no ganho de peso variando de 8,6 MJ/kg, para animais de 235 kg de peso de corpo vazio, até 16 MJ/kg, para bovinos com 550 kg de peso do corpo vazio.

FONTES (1995), em análise conjunta de vários experimentos, encontrou diferenças na composição corporal e no ganho de energia entre animais castrados e não-castrados; portanto, as exigências líquidas para ganho foram diferentes, de forma que os requisitos nutricionais de bovinos de corte deverão ser estabelecidos separadamente para animais castrados e não-castrados.

Os requisitos líquidos de proteína para bovinos em crescimento e terminação são função do conteúdo de matéria seca livre de gordura no peso ganho, e variam com a raça, a classe sexual e a taxa de ganho de peso. São maiores para animais não-castrados do que para castrados e, dentro de um mesmo sexo, são maiores para animais de maturidade tardia do que para os de maturidade precoce (GEAY, 1984).

Analisando os dados publicados em condições brasileiras por BOIN (1995), FONTES (1995) e VALADARES FILHO (1995), observa-se que, apesar de já terem sido publicados vários dados sobre exigências nutricionais de bovinos no Brasil, existe uma carência de fatores para a conversão das exigências líquidas em exigências dietéticas. A partir do conhecimento dos requisitos líquidos e, levando-se em consideração os fatores de eficiência de utilização da energia do alimento para manutenção e ganho, são obtidas as exigências dietéticas.

As estimativas das eficiências de utilização da energia metabolizável (EUEM) para manutenção (k_m) e ganho (k_f) são obtidas a partir de equações não-lineares entre a ELM e a energia metabolizável (EM) da dieta e entre a ELg e a EM da dieta, respectivamente (GARRETT, 1980a,b). A k_f também pode ser estimada como o coeficiente de regressão linear entre a energia retida (ER) e o consumo de energia metabolizável (CEM), segundo o NRC (1996).

O NRC (1984) mostrou valores de eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção variando de 57,6 a 68,6% e, para ganho, de 29,6 a 47,3%, conforme os teores de EM da ração. GARRETT (1980a) relatou que resultados experimentais mostraram que a eficiência de utilização da EM na síntese de proteína variou entre 10 e 40%, enquanto que, para síntese de gordura, a eficiência varia de 60 a 80%.

Os requisitos nutricionais de macroelementos minerais são, geralmente, estimados pelo método fatorial (ARC, 1980). Este método baseia-

se nas quantidades líquidas depositadas no corpo do animal para atender o crescimento. Às exigências líquidas de crescimento são acrescidas as quantidades necessárias para atender as perdas inevitáveis do corpo, ou seja, as secreções endógenas, que são conhecidas como exigências líquidas de manutenção. A soma das frações de manutenção e produção vai constituir a exigência líquida total, a qual, corrigida por um coeficiente de absorção do elemento inorgânico no aparelho digestivo do animal, vai resultar na exigência dietética do mineral (SILVA, 1995).

No Brasil, a partir da década de 80, foram desenvolvidos alguns trabalhos de determinação de exigências líquidas de macrominerais (EZEQUIEL, 1987; LANA, 1991; PIRES, 1991; SOARES, 1994; FERREIRA *et al.*, 1999b; PAULINO *et al.*, 1999b; VÉRAS, 2000), no sentido de se obterem informações que permitam fazer estimativas de exigências nutricionais que mais se adequem às condições brasileiras. FONTES (1995) realizou a análise conjunta de alguns destes trabalhos e observou que as concentrações dos macrominerais (Ca, P, Mg, K e Na) no corpo vazio decresceram com a elevação do peso corporal.

As informações disponíveis, no Brasil, sobre os requisitos de macroelementos minerais para bovinos de corte, segundo SILVA (1995), não são uniformes. BUTTERY (1996) atribuiu, pelo menos parte dos resultados inconsistentes, a erros na predição dos requisitos de minerais.

Nas últimas décadas, considerável atenção foi dada à determinação de requisitos de proteínas para ruminantes, tendo sido proposta uma série de sistemas ou modelos, baseados, principalmente, nas frações protéicas degradáveis e não degradáveis dos alimentos, deixando o campo aberto para a predição de exigências em aminoácidos (AA).

Conhecendo-se as exigências líquidas de proteína, a composição em AA dos tecidos e do leite e a eficiência de utilização de cada AAE, pode-se calcular as exigências diárias de AA essenciais absorvidos no intestino delgado (ID), (VALADARES FILHO, 1997). Para atender essas exigências, resta saber qual é a quantidade de AAs absorvidos fornecida pelas fontes protéicas não degradadas no rúmen e pela proteína microbiana.

O presente trabalho foi realizado utilizando-se 40 animais Nelore, não-castrados, alimentados à vontade com dietas à base de fenos de capim-Tifton

(*Cynodon dactylon*) e quatro níveis de concentrado, 20, 40, 60 e 80% e dois níveis de PB, 15 e 18%, objetivando:

- avaliar o efeito dos níveis de concentrado e de PB sobre os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) sobre o desempenho;
- determinar o efeito dos níveis de concentrado e de PB sobre as características de carcaça e a biometria dos órgãos;
- avaliar o efeito dos níveis de concentrado sobre a composição corporal e as exigências de energia, proteína, macroelementos minerais e aminoácidos;
- determinar a eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso;
- agrupar os dados sobre exigências líquidas de proteína, energia e macrominerais existentes no Brasil e utilizar as eficiências de utilização destes nutrientes mais coerentes publicadas no Brasil e no exterior para construir as exigências dietéticas.

Os trabalhos a seguir foram elaborados segundo normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1980. *The nutrient requirements of ruminants livestock*. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 351p.
- ARAÚJO, G.G.L., SILVA., J.F.C., VALADARES FILHO, S.C., *et al.* 1998. Ganho de peso, conversão alimentar e características da carcaça de bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. *R. Bras. Zootec.*, 27(5):1006-1012.
- BOIN, C. Alguns dados sobre exigências de energia e de proteína de zebuínos. In: PEREIRA, J.C. ed. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. *Anais...* Viçosa, MG: CARD, 1995, p.457-466.
- BÜRGUER, P.J., PEREIRA, J.C., SILVA., J.F.C., *et al.* 2000. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial em bezerros Holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *R. Bras. Zootec.*, 29(1):206-214.
- BUTTERY, P.J. 1996. Interaction between diet and the response of ruminants to metabolism modifiers. In: GARNSWORTHY, P.C., COLE, D.J.A. (Ed.). *Recent developments in ruminant nutrition*, 3.ed. 1996. UK:Nottingham University, p.341-350.
- CARVALHO, A.U., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C., *et al.* 1997. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 1. Consumo e digestibilidade aparente. *R. Bras. Zootec.*, 26(5):986-995.

- CASTILLO ESTRADA, L.H. *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. 128p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CATTON, J.S., DHUYVETTER, D.V. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: Requirements and responses. *J. Anim. Sci.*, 75:533-542.
- DIAS, H.L.C., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C., *et al.* 2000. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. *R. Bras. Zootec.*, 29(2):545-554.
- EZEQUIEL, J.M.B. *Exigências de proteína e minerais de bovídeos: frações endógenas*. Viçosa, MG, UFMG, 1987. 131p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1987.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C., *et al.* 1999a. Consumo, conversão alimentar, ganho de peso e características da carcaça de bovinos F1 Simental x Nelore. *R. Bras. Zootec.*, 28(2):343-351.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., MUNIZ, E.B., *et al.* 1999b. Composição corporal e exigências líquidas de macroelementos minerais de bovinos F1 Simental x Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, 28(2):361-367.
- FERRELL, C.L., JENKINS, T.G. 1998a. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: I. Angus, Belgian Blue, Hereford, and Piedmontese Sires. *J. Anim. Sci.*, 76:637-646.
- FERRELL, C.L., JENKINS, T.G. 1998b. 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. *J. Anim. Sci.*, 76:647-657.
- 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., SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D. *et al.* 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. *J. Anim. Sci.*, 70(11):3578-3596.
- FREITAS, J.A. *Composição corporal e exigência de energia e proteína de bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos não castrados, em confinamento.* Viçosa: UFV, 1995. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- GALVÃO, J.G., FONTES, C.A.A., PIRES, C.C. *et al.* 1991. Características e composição física da carcaça de bovinos não-castrados, abatidos em três estágios de maturidade (estudo II) de três grupos raciais. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, 20(5):502-512.
- GARRETT, W.N. 1980a. Energy utilization by growing cattle as determined in 72 comparative slaughter experiments. 1980. In: MOUNT, L.E. (ed.) SYMPOSIUM OF ENERGY METABOLISM, 8, Cambridge, 1980. *Proceedings...* Butterworths, London:EAAP Publ. n.28. p.3-7.
- GARRETT, W.N. 1980b. Factors influencing energetic efficiency of beef production. *J. Anim. Sci.*, 51(6):1434-1440.
- GEAY, Y. 1984. Energy and protein utilization in growing cattle. *J. Anim. Sci.*, 58(3):766-778.
- GESUALDI JÚNIOR, A., PAULINO, M.F., VALADARES FILHO, S.C., *et al.* 2000. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: consumo, conversão alimentar e ganho de peso. *R. Bras. Zootec.*, 29(5):1458-1466.
- GONÇALVES, L.C. *Digestibilidade, composição corporal, exigências nutricionais e características das carcaças de zebuínos, taurinos e bubalinos.* Viçosa, MG: UFV, 1988. 238p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- HOOG, B.W. 1991. Compensatory growth in ruminants. In: PEARSON, A. M. DUTSON, T. R. (Ed). *Growth regulation in farm animals*. London: Elsevier Applied Science, p.103-134.
- 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.

- JORGE, A.M. *Ganho de peso, conversão alimentar e características de carcaça de bovinos e bubalinos*. Viçosa: UFV, 1993. 110p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- LADEIRA, M.M., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C., *et al.* 1999. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos Nelore. *R. Bras. Zootec.*, 28(2):395-403.
- LANA, R.P. *Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de 5 grupos raciais, em confinamento*. Viçosa: UFV, 1991. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- LOFGREEN, G.P. & GARRETT, W.N. A. 1968. System for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 27(3): 793-806.
- LUCHIARI FILHO, A. *Pecuária da carne bovina*. 1^a ed. - São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.
- MEISSNER, H.H., SMUTS, M., COERTZE, R.J. 1995. Carcteristics and efficiency of fast growing feedlot steers fed different dietary energy concentration. *J. Anim. Sci.*, 73(4):931-936.
- MOLETTA, J.L., RESTLE, J. 1996. Características de carcaças de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 25(5):876-888.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. *Nutrients requirements of beef cattle*. 7. Ed. Washington, D.C. 242p.
- NOLLER, C.H., NASCIMENTO Jr., D., QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13, 1996, Piracicaba. Produção de bovinos a pasto. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1997. p.319-352.
- OLIVEIRA. S.R. *Desempenho e características da carcaça de novilhos Nelores não-castrados*. Viçosa, MG: UFV. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- 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.*, 73:3152-3172.

- PATTERSON, D.C., STEEN, R.W., KILPATRICK, D.J. 1995. Growth and development in beef cattle. 1. Direct and residual effect of plane of nutrition during early life on components of gain and food efficiency. *J. Agric. Sci.*, 124(1): 91-100.
- PAULINO, M.F., FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. *et al.* 1999a. Exigências de energia para manutenção de bovinos zebuínos não-castrados em confinamento. *Rev. Bras. Zootec.*, 28(3): 621-626.
- PAULINO, M.F., FONTES, C.A.A., JORGE, A.M., *et al.* 1999b. Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas. *Rev. Bras. Zootec.*, 28(3):634-641.
- PERON, A.J.; FONTES, C.A.A.; GALVÃO, J.G. *et al.* 1993. Tamanho de órgãos internos e distribuição da gordura corporal, em novilhos de cinco grupos genéticos, submetidos a alimentação restrita e *ad libitum*. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 22(2): 813-819.
- PIRES, K.C. Exigências de proteína, energia e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) de bovinos não castrados de três grupos genéticos. Viçosa, MG: UFV, 1991. 125p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- PRESTON, T.R., WILLIS, M.B. 1974. *Intensive beef production*. 2.ed. Oxford, Pergamon Press. 546 p.
- SAINZ, R.D. Qualidade das carcaças e da carne bovina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 2, 1996. s.p.
- SALVADOR, M. *Exigências de energia e proteína para engorda de novilhos azebuados*. Viçosa, MG: UFV, 1980. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- SIGNORETTI, R.D., SILVA, J.F.C., VALADARES FILHO, S.C., *et al.* 1999. Consumo e digestibilidade aparente em bezerros da raça Holandesa alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. *R. Bras. Zootec.*, 28(1):169-177.
- 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.

- SOARES, J.E. Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) para ganho de peso em bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos. Viçosa: UFV, 1994. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- TIBO, G.C., VALADARES FILHO, S.C., VALADARES, R.F.D., *et al.* 2000. Níveis de concentrado em dieta de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore: consumo e digestibilidades. *R. Bras. Zootec.*, 29(3):910-920.
- VALADARES FILHO, S.C. Digestão pós-ruminal de proteína e exigências de aminoácidos para ruminantes. In: TEIXEIRA, J.C. (Ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES. *Anais...Lavras*, 1997. Lavras:UFLA, 1997. p.87-114.
- VALADARES FILHO, S.C. Nutrição de bovinos de corte: Problemas e perspectivas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995. Brasília. *Anais...* Brasília, DF:SBZ, 1995. p.156-161.
- VEIRA, D.M., BUTLER, G., PROULX, J.G., *et al.* 1994. Utilization of grass silage by cattle: effect of supplementation with different sources and amounts of protein. *J. Anim. Sci.*, 72(6):1403-1408.
- VÉRAS, A.S.C. *Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado*. Viçosa, MG: UFV, 2000. 192p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

Desempenho Produtivo de Novilhos Nelore, na Recria e na Engorda, Recebendo Dietas Com Diferentes Níveis de Concentrado e Proteína

Resumo - Foram utilizados 36 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg, sendo quatro novilhos de referência e o restante distribuído em oito tratamentos, com quatro diferentes níveis de concentrado nas dietas (20, 40, 60 e 80%) e dois níveis de proteína bruta (PB) (15 e 18%). As fases de recria e de engorda foram avaliadas até 360 e 450 kg de peso vivo, respectivamente. O volumoso utilizado foi feno de capim *Tifton* (*Cynodon dactylon*). Os animais foram pesados no início do experimento e a cada 28 dias. Os alimentos foram oferecidos à vontade e as sobras coletadas semanalmente. Avaliaram-se os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), PB, fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT), os ganhos médios diários de peso vivo (GMD), de peso de corpo vazio (GMPVZ) e de carcaça (GC) e a conversão alimentar (CA). O consumo de MS não foi influenciado ($P > 0,01$) pelo nível de concentrado, na fase de recria, apresentando média de 7,06 kg/dia. Mas quando expresso em porcentagem do peso vivo (% PV) e em gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$), estimaram-se consumos máximos de 2,59% PV e 107,32 $\text{g/kg}^{0,75}$, com 42,60 e 42,52 % de concentrado, respectivamente. Na fase de engorda, os níveis de concentrado não influenciaram o consumo de MS, observando-se valores médios de 7,16 kg/dia; 1,80% PV e 80,64 $\text{g/kg}^{0,75}$. O aumento do teor de proteína bruta da dieta, de 15 para 18%, aumentou ($P < 0,01$) o consumo de MS, na fase de recria, mas não influenciou o consumo na fase de engorda. Os níveis de concentrado das dietas não influenciaram ($P > 0,01$) os consumos de MO, PB e NDT, nas fases de recria e de engorda, cujos valores médios, expressos em kg/dia, foram 6,50; 1,18 e 5,52, respectivamente, na recria; e 6,89; 1,20 e 5,59, respectivamente, na engorda. O consumo de FDN, expresso em kg/dia e % PV, reduziu linearmente com o aumento do nível de concentrado. Os GMD, GMPVZ, GC e CA não foram influenciados ($P > 0,01$) pelos níveis de concentrado da dieta, independente da fase estudada, cujas respectivas médias foram 1,15; 1,13 e 0,75 kg/dia e 6,29, na recria e 1,05; 1,00 e 0,71 kg/dia e 8,02, na engorda. O teor de PB da dieta

influenciou positivamente ($P < 0,01$) o GMD nas duas fases. A dieta com 18% de PB propiciou, aos novilhos, 22% e 22,6% a mais de ganho de peso na recria e na engorda, respectivamente, comparada à dieta com 15% de PB. Os níveis mais altos de concentrado apresentaram os menores custo de produção por arroba, durante a fase de recria e os níveis com 40 e 60% de concentrado apresentaram os menores custos por arroba, na engorda.

Palavras-chave: consumo, ganho de peso, Nelore, níveis de concentrado, níveis de proteína

Growing and Fattening Phases Productive Performance of Nellore Bulls Receiving Diets With Different Concentrate and Protein Levels

Abstract - Thirty six Nellore bulls, with 240 kg initial live weight (LW), were used. Four were reference bulls and the remaining were distributed in eight treatments, with four different concentrate levels in the diets (20; 40; 60 and 80%) and two crude protein (CP) levels (15 and 18%). The growing phase was evaluated up to 360 kg of LW, and the fattening phase up to 450 kg of LW. The forage used was Tyfton grass hay (*Cynodon dactylon*). The animals were weighted at the beginning of the experiment and every 28 days. The diets were offered *ad libitum* and theorts were weekly collected. The dry matter (DMI), organic matter (OM), CP, neutral detergent fiber (NDF) and total digestible nutrients (TDN) intakes were determined, as well as the average LW gain (LWG), empty body weight gain (EBWG), carcass gain (CG) and the feed conversion (FC). The DMI in the growing phase, expressed in kg/day, was not influenced ($P>0.01$) by the concentrate level, presenting mean value of 7.06. But the DMI, expressed as a percentage of the LW (% LW) and in grams for unit of metabolic size ($\text{g/kg}^{0.75}$), in this phase, demonstrated a quadratic behavior in relation to the concentrate level, with maximum consumptions of 2.59% LW and $107.32 \text{ g/kg}^{0.75}$, with 42.60 and 42.52% of concentrate, respectively. In the fattening phase, the concentrate levels did not influence the DMI, in any of the expressed ways, with mean values of 7.16 kg/day; 1.80% LW and $80.64 \text{ g/kg}^{0.75}$. The increase in the diet CP level, from 15 to 18%, caused a significant ($P<0.01$) increase in the growing phase DMI, but it did not influence the consumption in the fattening phase. The diets concentrate levels did not influence ($P>0.01$) the OM, CP and TND intakes, in the growing and fattening phases. The OM, CP and TND consumption mean values, expressed in kg/day, were 6.50; 1.18 and 5.52, respectively, during the growing phase; and 6.89; 1.20 and 5.59, respectively, during the fattening phase. The NDF consumption, expressed in kg/day and in % LW, had a decreasing linear behavior with the concentrate level increase. LWG, EBWG, CG and FC were not influenced ($P>0.01$) by the concentrate levels of the diet, independent of the studied phase. In the growing phase, the mean values for LWG, EBWG, CG and FC

were 1.15; 1.13 and 0.75 kg/day and 6.29, respectively; and, in the fattening phase, they were 1.05; 1.00 and 0.71 kg/day and 8.02, respectively. The diet CP level had a positive influence ($P<0.01$) on the LWG in both phases. The diet with 18% of CP propitiated, to the bulls, 22% and 22.6% more LWG in the growing and in the fattening phases, respectively, compared to the diet with 15% of CP. The highest concentrate levels presented the smallest @ production cost during the growing phase, and the levels of 40 and 60% of concentrate presented the smallest @ cost in the fattening phase.

Key words: concentrate levels, consumption, live weight gain, Nellore, protein levels

Introdução

Na formulação de uma dieta completa para bovinos deve-se considerar o fornecimento de níveis adequados de matéria seca (MS), energia, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), além de minerais e vitaminas. A ingestão de MS é o fator mais importante na determinação do desempenho animal, pois é o ponto responsável pelo ingresso de nutrientes, principalmente energia e proteína, necessários ao atendimento das exigências de manutenção e produção (NOLLER *et al.*, 1996). A habilidade de ganho de peso de bovinos é influenciada pelo nível nutricional ao qual são submetidos. Entretanto, a melhoria do nível nutricional proporciona aumento no custo da alimentação, o que, às vezes, pode tornar a atividade de baixa rentabilidade, principalmente quando os animais não possuem potencial para altos ganhos de peso. Assim, o consumo, a conversão alimentar e o ganho de peso são importantes parâmetros na avaliação dos animais.

O controle do consumo de alimentos, segundo Raymond (1969), citado por FORBES (1995), é explicado por duas teorias: a da distensão e a quimiostática. Já MERTENS (1994) relatou que a ingestão de MS é controlada por fatores físicos, fisiológicos e psicogênicos. O mecanismo físico se refere à distensão física do rúmen-retículo, o fisiológico é regulado pelo balanço energético ou nutricional e a regulação psicogênica envolve o comportamento animal em resposta a fatores inibidores ou estimuladores no alimento ou no manejo alimentar, que não são relacionados ao valor energético do alimento, nem ao efeito de enchimento.

Como a fibra em detergente neutro (FDN) geralmente fermenta e passa pelo rúmen-retículo mais lentamente do que os outros constituintes não fibrosos da dieta, ela tem um maior efeito de enchimento do que aqueles e se constitui no melhor preditor químico da ingestão voluntária de MS (ALLEN, 1996). Conforme sugerido por MERTENS (1992), o consumo de FDN acima de 1,2% do peso vivo regula o consumo por mecanismos físicos. Segundo CONRAD *et al.* (1964), em dietas com digestibilidade inferior a 66%, os fatores físicos determinam a ingestão de alimentos, enquanto, que no caso de dietas

com digestibilidade superior a este percentual, a ingestão de MS é controlada por fatores fisiológicos.

As informações, na literatura, em relação à melhor relação volumoso:concentrado para as dietas de bovinos de corte em crescimento não estão consolidadas. O estudo de como esta relação influi na cinética da digestão bem como na utilização dos alimentos é fundamental para a manipulação de dietas mais eficientes e de menor custo.

DUTRA *et al.* (1997) ofereceram dietas com baixo teor de fibra (40% de FDN) ou alto teor de fibra (55% de FDN) a novilhos taurinos e observaram aumentos aproximados de 30% nos consumos de MS e matéria orgânica, quando expressos em porcentagem do peso vivo, quando se reduziu o teor de fibra da dieta.

TIBO *et al.* (2000), OLIVEIRA *et al.* (1998) e GESUALDI JÚNIOR *et al.* (2000), avaliando níveis crescentes de concentrado (25; 37,5; 50; 62,5; e 75%) na dieta de zebuínos ou F1 europeu x zebu, em confinamento, encontraram resposta quadrática para consumo de MS, expresso em %PV, sendo o maior valor alcançado com os níveis de 70; 58,5; e 36,7% de concentrado na dieta, respectivamente.

FERREIRA *et al.* (1999), LADEIRA *et al.* (1999) e DIAS *et al.* (2000) relataram aumento linear de consumo, fornecendo rações com diferentes níveis de concentrado (25; 37,5; 50; 62,5; e 75%). Por outro lado, CARVALHO *et al.* (1997) e SIGNORETTI *et al.* (1999a) não verificaram diferenças no consumo de MS, ao fornecerem dietas com níveis crescentes de concentrado em substituição ao feno, e BURGER *et al.* (2000) verificaram diminuição linear do consumo de nutrientes com o aumento dos níveis de concentrado nas dietas (30, 45, 60, 75 e 90%). Isso mostra que maiores níveis de concentrado na dieta podem não levar ao resultado esperado.

Segundo FERREIRA *et al.* (1999) e OLIVEIRA *et al.* (1998), o ganho de peso médio diário apresenta uma resposta linear crescente em relação ao nível de inclusão de concentrado na dieta. Entretanto, segundo vários autores (VEIRA *et al.*, 1994; ARAÚJO *et al.*, 1998; TIBO *et al.*, 2000 e GESUALDI JÚNIOR *et al.*, 2000), a resposta animal à adição de concentrado tende a ser quadrática, e não-linear. Assim, o nível ótimo, considerando o desempenho

animal e a eficiência econômica do sistema, é variável e tem como fatores determinantes sexo, raça do animal, qualidade dos alimentos, entre outros.

Outras características da dieta influenciam a regulação da ingestão de alimentos, entre elas a deficiência ruminal de compostos nitrogenados (N), seja na forma de amônia, aminoácidos ou peptídeos. Quando o suprimento de N, originário do material ingerido ou da reciclagem endógena, não atende aos requisitos microbianos, ocorre limitação do crescimento microbiano (SNIFFEN *et al.*, 1993) e depressão da digestão da parede celular (WILSON e KENNEDY, 1996), resultando em diminuição do consumo. Para VAN SOEST (1994), a depressão do consumo pode ser atribuída à deficiência de N para o animal, à redução na fermentação ruminal ou à menor saída de resíduos não-digeridos do rúmen.

A concentração e a qualidade da proteína da dieta podem alterar tanto o mecanismo físico como o quimiostático do consumo, nos ruminantes. A redução da proteína da dieta abaixo de 7%, ou a diminuição da disponibilidade de N podem reduzir a digestão da fibra e, subseqüentemente, restringir o consumo, em consequência da lenta passagem dos alimentos pelo rúmen. Por outro lado, níveis elevados de N podem induzir a toxidez pelo excesso de liberação de amônia, reduzindo também o consumo. O NRC (1984) recomenda teores de 12% de PB para dietas de bovinos em terminação, mas Robinson *et al.* (1994), citados por NRC (1996), observaram aumentos significativos no balanço de N de novilhos que receberam dietas balanceadas para fornecer proteína em níveis acima das exigências do NRC (1984). VALADARES *et al.* (1997) obtiveram maiores coeficientes de digestibilidade aparente da MS e da MO, quando a ração continha 14,5% de PB comparada com dietas que continham 7; 9,5 e 12% de PB.

Dessa forma, avaliou-se o desempenho de novilhos Nelore nas fases de recria, até 360 kg, e terminação, até 450 kg, recebendo dietas com quatro níveis de concentrado e dois níveis de PB.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. Foram utilizados 36 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg, confinados em baias individuais, com piso de concreto, providas de comedouro e bebedouro de concreto, com área total de 30 m², sendo 8 m² cobertos. Os animais passaram por um período de adaptação de 30 dias, durante o qual todos foram identificados, tratados contra ecto e endoparasitas e receberam a mesma dieta. Quatro novilhos foram abatidos após o período de adaptação (grupo referência), servindo de referência para estudos subsequentes. Os 32 animais restantes foram pesados e distribuídos em oito tratamentos, com quatro diferentes níveis de concentrado nas dietas (20; 40; 60 e 80%) e dois níveis de PB (15 e 18%), na base da MS, em esquema fatorial 4 x 2 (níveis de concentrado x níveis de proteína) no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições na fase de recria e duas repetições na fase de engorda. A fase de recria foi avaliada de 240 kg até 360 kg de peso vivo e a fase de engorda de 360 kg até 450 kg de peso vivo.

O volumoso foi composto de feno de capim *Tifton* (*Cynodon dactylon*). As rações foram formuladas de acordo com o NRC (1996). Todas as rações foram formuladas para conter próximo de 32% da PB na forma de compostos nitrogenados não protéicos. As proporções dos ingredientes nos concentrados são apresentadas na Tabela 1; a composição bromatológica dos concentrados e do feno, na Tabela 2; e a composição bromatológica das dietas, na Tabela 3.

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma vez ao dia, e ajustados de forma a manter sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. A quantidade de ração oferecida foi registrada diariamente e, semanalmente, foram colhidas amostras do feno e dos concentrados, por tratamento, e das sobras, por animal. As amostras semanais foram agrupadas, de forma proporcional, em cada período de 28 dias, constituindo-se em amostras compostas, as quais foram pré-secas em estufa ventilada a 65°C e moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm, para posteriores análises laboratoriais.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nos concentrados, na base da matéria natural

Nível de concentrado (%)	20		40		60		80	
Teor de PB	15	18	15	18	15	18	15	18
Fubá de milho (%)	88,72	59,74	91,96	77,10	93,05	83,20	95,37	86,16
Farelo de soja (%)	4,75	32,44	4,38	18,35	4,03	13,50	1,76	11,01
Uréia (%)	2,93	4,65	1,58	2,43	1,16	1,70	1,25	1,35
Calcáreo calcítico (%)	0,045	0,02	0,54	0,79	0,88	0,87	1,04	1,04
Fosfato bicálcico (%)	2,78	2,42	1,12	0,94	0,57	0,45	0,33	0,20
Sal comum (%)	0,70	0,65	0,38	0,36	0,28	0,26	0,23	0,21
Premix mineral (g/100 kg) ¹	84,04	84,04	42,02	42,02	28,00	28,00	21,00	21,00

¹ - Composição: Sulfato de zinco, 80,00%; Sulfato de cobre, 19,00%; Iodato de potássio, 0,50%; Sulfato de cobalto, 0,25%; Selenito de sódio, 0,25%.

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não estruturais (CNE), cálcio (Ca) e fósforo (P) dos concentrados e do feno

Nível de concentrado (%)	20		40		60		80		
Teor de PB	15	18	15	18	15	18	15	18	Feno
MS %	87,30	87,19	87,29	87,41	87,33	87,45	88,55	86,85	88,55
MO ¹	95,77	94,08	96,37	96,00	97,02	96,43	96,55	96,79	94,18
PB ¹	21,98	37,87	16,62	22,93	15,78	21,03	14,63	17,86	14,09
EE ¹	2,78	1,53	4,30	1,13	2,66	2,10	1,89	1,87	1,93
FDN ^{1,2}	14,01	5,16	9,86	4,45	13,53	8,05	13,81	5,94	74,47
CNF ¹	57,00	49,52	65,59	67,49	65,05	62,25	66,22	71,12	3,69
Ca ¹	0,96	1,01	0,70	0,79	0,71	0,63	0,84	0,75	0,36
P ¹	0,95	1,01	0,48	0,64	0,40	0,46	0,50	0,38	0,20

¹ % na matéria seca.

² FDN corrigida para cinzas e proteína.

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca) e fósforo (P) das dietas experimentais

Nível de concentrado (%)	20		40		60		80	
Teor de PB	15	18	15	18	15	18	15	18
MS %	88,21	88,28	88,05	88,09	87,79	87,92	87,58	87,67
MO ¹	94,50	94,16	95,06	94,91	95,88	95,53	96,08	96,27
PB ¹	15,67	18,85	15,10	17,63	15,11	18,26	14,52	17,11
EE ¹	2,30	2,05	3,03	1,76	2,46	2,13	1,95	1,93
FDN ¹	62,37	60,60	48,62	46,46	37,90	34,62	25,94	19,65
CNF ¹	14,16	12,66	28,31	29,06	40,41	40,52	53,67	57,58
NDT ¹	73,80	73,16	77,73	79,33	79,61	81,46	81,94	78,39
Ca ¹	0,48	0,49	0,50	0,53	0,57	0,52	0,74	0,67
P ¹	0,35	0,37	0,31	0,39	0,32	0,36	0,44	0,34

¹% na matéria seca.

²FDN corrigida para cinzas e proteína.

Foi realizada uma pesagem dos animais no início do experimento e, periodicamente, a cada 28 dias. À medida que um animal se aproximava do peso de abate preestabelecido, 360 ou 450 kg (recria e engorda, respectivamente), era pesado a intervalos menores. Antes do abate, os animais foram submetidos a um jejum de 16 horas. Após o abate, o trato gastrintestinal foi pesado, esvaziado e lavado. Após escorrimento da água de lavagem, o trato gastrintestinal, bem como todas as outras partes do corpo do animal, foram pesados para obtenção do peso de corpo vazio final. As carcaças foram pesadas após 18 horas de resfriamento a - 5°C, para determinação do ganho de carcaça. Foi determinado o peso de corpo vazio inicial bem como o peso de carcaça inicial, dos animais experimentais, a partir dos animais referência.

As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total, extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), e macroelementos minerais (Ca, P) foram realizadas conforme técnicas descritas por SILVA (1990), sendo que a proteína bruta (PB) foi obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25. A solução mineral para determinação dos macroelementos minerais foi preparada por via úmida. Após as devidas

diluições, o teor de P foi determinado por colorimetria e o de Ca em espectrofotômetro de absorção atômica. Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos pela relação $100 - (\%PB + \%EE + \%MM + FDN)$, conforme recomendações de SNIFFEN *et al.* (1992). Os valores de NDT das dietas foram obtidos por ensaio de digestibilidade de acordo com ÍTAVO (2001), que utilizaram os mesmos animais e as mesmas dietas.

Os resultados foram interpretados, estatisticamente, por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 1995). Os critérios utilizados para escolha do modelo foram o coeficiente de determinação (r^2/R^2 , em %) ajustado, que foi calculado como a relação entre a soma de quadrado da regressão e a soma de quadrado de tratamento, e a significância observada entre tratamentos por meio do teste F, em níveis de 1 ou 5% de probabilidade. Os coeficientes de regressão foram comparados pelo teste “t” a 1 e 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

As análises de variância não evidenciaram a existência de interação de níveis de concentrado com teor de proteína bruta ($P > 0,01$), para qualquer variável estudada. Estão apresentados na Tabela 4, as médias e regressões ajustadas dos consumos diários de MS, PB, fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT), por nível de concentrado (nc) e por porcentagem de PB na dieta, na fase de recria. Na Tabela 5, estão apresentadas as mesmas variáveis, para a fase de engorda.

O consumo de MS, expresso em kg/dia, não foi influenciado ($P > 0,01$) pelo nível de concentrado, na fase de recria, apresentando média de 7,06. Quando o consumo de MS foi expresso em porcentagem do peso vivo (% PV) e em gramas por unidade de tamanho metabólico ($g/kg^{0,75}$), nesta fase, demonstrou comportamento quadrático em relação ao nível de concentrado, com consumos máximos estimados de 2,59% PV e $107,32 g/kg^{0,75}$, com 42,60 e 42,52 % de concentrado, respectivamente. Na fase de engorda, os níveis de

concentrado não influenciaram o consumo de MS, observando-se valores médios de 7,16 kg/dia; 1,80% PV e 80,64 g/kg^{0,75}.

Os animais, na terminação, apresentaram menores valores numéricos de consumo quando expresso em % PV e em g/kg^{0,75}. A composição corporal, especialmente a porcentagem de gordura corporal, parece afetar a ingestão de alimentos. À medida que o animal se aproxima da maturidade, mais gordura é depositada. Em geral, quanto mais gordo o animal, menor o consumo de alimentos, para qualquer tamanho corporal. Um dos motivos é a redução na capacidade abdominal de acomodar o trato digestivo, com o aumento do volume da gordura abdominal (FORBES, 1993). Outra causa seria o efeito de “feedback” do tecido adiposo no controle do consumo. O consumo/unidade de peso metabólico começa a declinar por volta de 350 kg de peso, para um novilho de porte médio (NRC, 1987). Isto pode ser visualizado na Figura 1, com os dados deste experimento, que demonstraram um efeito linear decrescente do PV sobre o consumo de MS.

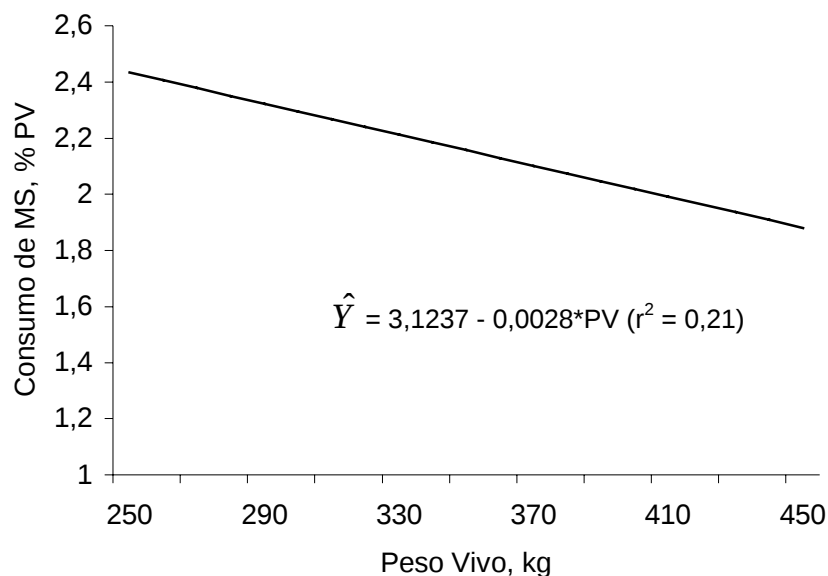


Figura 1 - Estimativa do consumo de matéria seca (MS), expresso em % PV, em função do peso vivo do animal, em kg.

Avaliações de desempenho de bovinos na recria, em confinamento, são escassas, talvez por não ser uma prática comum e economicamente viável. LADEIRA *et al.* (1999) observaram respostas lineares e positivas no consumo de MS, em relação aos níveis de concentrado, em todas as formas expressas, para novilhos Nelore, com peso vivo médio de 244,6 kg. Os resultados de consumo de MS em relação aos níveis de concentrado na dieta são variáveis, dependendo da raça e da dieta fornecida, entre outros fatores. Avaliações do consumo de MS em resposta a diferentes níveis de concentrado, durante o período de engorda, expresso em % PV, já revelaram respostas positivas lineares (FERREIRA *et al.*, 1999; DIAS *et al.*, 2000 e TIBO *et al.*, 2000); respostas quadráticas, de acordo com GESUALDI *et al.* (2000), que estimaram consumo máximo de 1,99% PV, com 36,71% de concentrado; e ausência de qualquer resposta, como observado neste experimento, semelhante ao encontrado por VÉRAS (2000), a qual obteve valor médio de consumo de 2,14% PV, para novilhos Nelore.

Tabela 4 - Médias, coeficientes de variação (CV, %) e equações de regressão ajustadas dos consumos diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em função do nível de concentrado (nc) e teor de PB na dieta, na fase de recria e os respectivos coeficientes de determinação (r^2/R^2)

Consumos	Nível de concentrado (%)				Teor de PB		CV (%)
	20	40	60	80	15	18	
MS, kg/dia	7,06	7,81	7,14	6,25	6,70b	7,43a	15,40
MS ¹ , %PV	2,39	2,64	2,43	2,11	2,29b	2,50a	11,10
MS ² , g/kg ^{0,75}	99,09	109,44	100,60	87,33	94,48b	103,75a	11,52
MO, kg/dia	6,45	7,13	6,68	5,74	6,31a	6,69a	16,57
PB, kg/dia	1,24	1,30	1,17	1,00	1,02b	1,33a	14,02
FDN ³ , kg/dia	4,53	3,97	2,62	1,58	3,03a	3,32a	16,88
FDN ⁴ , %PV	1,54	1,35	0,89	0,53	1,03b	1,12a	11,61
NDT, kg/dia	5,19	6,13	5,76	5,00	5,23a	5,80a	15,37

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha, para os teores de PB, não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

$$^1 \hat{Y} = 1,93966 + 0,0306771^{**}nc - 0,000360165^{**}nc^2 \quad R^2=0,96;$$

$$^2 \hat{Y} = 80,6239 + 1,25563^{**}nc - 0,014763^{**}nc^2 \quad R^2=0,96;$$

$$^3 \hat{Y} = 5,73162 - 0,0511097^{**}nc \quad R^2=0,83;$$

$$^4 \hat{Y} = 1,94551 - 0,0173389^{**}nc \quad R^2=0,88$$

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste "t".

Tabela 5 - Médias, coeficientes de variação (CV, %) e equações de regressão ajustadas dos consumos diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em função do nível de concentrado (nc) e teor de PB na dieta, na fase de engorda e os respectivos coeficientes de determinação (r^2)

Consumos	Nível de concentrado (%)				Teor de PB		CV (%)
	20	40	60	80	15	18	
MS kg/dia	7,48	7,38	7,23	6,54	6,75a	7,56a	14,19
MS %PV	1,88	1,87	1,83	1,66	1,71a	1,91a	11,63
MS, g/kg ^{0,75}	83,83	83,36	81,54	73,84	76,19a	85,10a	12,27
MO, kg/dia	7,19	7,09	6,95	6,28	6,49a	7,27a	14,16
PB kg/dia	1,32	1,22	1,21	1,04	1,03b	1,37a	12,25
FDN ¹ kg/dia	4,79	3,72	2,77	1,68	3,03a	3,45a	13,95
FDN ² %PV	1,20	0,94	0,70	0,43	0,77a	0,87a	11,52
NDT, kg/dia	5,49	5,79	5,82	5,24	5,29a	5,89a	14,33

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha, para os teores de PB, não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

¹ $\hat{Y} = 5,80906 - 0,0513541^{**}nc$ $r^2=0,93$;

² $\hat{Y} = 1,45981 - 0,0128324^{**}nc$ $r^2=0,94$

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste "t".

Na engorda, mesmo com 20% de concentrado, o consumo não foi limitado fisicamente, sendo respaldado pelo bom valor de NDT desta dieta (> 73%, Tabela 3). Segundo CONRAD *et al.* (1964), em dietas com digestibilidade maior que 66%, o consumo de MS é controlado por fatores fisiológicos.

O aumento do teor de proteína bruta da dieta, de 15 para 18%, aumentou o consumo de MS ($P < 0,01$), na fase de recria, mas não influenciou o consumo na fase de engorda.

Os níveis de concentrado das dietas não influenciaram ($P > 0,01$) os consumos de MO, PB e NDT, nas fases de recria e de engorda. Os valores médios de consumo de MO, PB e NDT, expressos em kg/dia, foram 6,50; 1,18 e 5,52, respectivamente, durante a fase de recria; e 6,89; 1,20 e 5,59, respectivamente, durante a fase de engorda. Normalmente, o consumo destes nutrientes reflete o mesmo comportamento verificado para a ingestão de MS, em kg/dia. ARAÚJO *et al.* (1998) e VÉRAS (2000) observaram respostas quadráticas para o consumo dos nutrientes e FERREIRA *et al.* (1999)

obtiveram respostas lineares, em função dos níveis de concentrado, à semelhança do consumo de MS.

Como esperado, o consumo de PB foi maior nas dietas com maior teor de PB (18%), tanto na recria (1020 g x 1330 g) quanto na engorda (1030 g x 1370 g), conforme pode ser observado nas Tabelas 4 e 5.

O consumo de FDN, expresso em kg/dia e % PV, apresentou comportamento linear decrescente com o aumento do nível de concentrado, devido à redução da proporção de volumoso da dieta, ingrediente que contém altos teores de fibra. Como a FDN geralmente fermenta e passa pelo rúmen-retículo mais lentamente do que os outros constituintes não fibrosos da dieta, ela tem um maior efeito de enchimento do que aqueles e se constitui no melhor preditor químico da ingestão voluntária de MS (ALLEN, 1996). Neste experimento os teores de FDN da dieta não influenciaram ($P > 0,01$) o consumo de MS na fase de engorda.

Conforme sugerido por MERTENS (1992), o consumo de FDN acima de 1,2% do peso vivo regula o consumo por mecanismos físicos. Na fase de recria, o consumo de FDN capaz de regular o consumo de MS por mecanismos físicos parece estar em um nível acima da recomendação de MERTENS (1992), talvez acima de 1,35% PV. Isto demonstra que o limite físico do rúmen é elástico e torna-se maior à medida que o déficit no atendimento da exigência metabólica torna-se maior. Biologicamente, é provável que o déficit cause, simultaneamente, diminuição da produção e aumento da limitação física (WALDO, 1986). Na fase de engorda, os animais sempre ingeriram menos de 1,2% PV de FDN.

Na Tabela 6 estão apresentadas as médias para os ganhos médios diários de peso vivo (GMD) e de peso de corpo vazio (GMDPVZ), o ganho diário de carcaça (GC) e a conversão alimentar (CA), por nível de concentrado e de proteína bruta da dieta. Nenhuma destas variáveis foi influenciada ($P > 0,01$) pelos níveis de concentrado da dieta, independente da fase estudada. Na recria, as médias de GMD, GMDPVZ, GC e CA foram 1,15; 1,13 e 0,75 kg/dia e 6,29, respectivamente; e na engorda foram 1,05; 1,00 e 0,71 kg/dia e 8,02, respectivamente. Estes resultados não eram esperados, uma vez que o valor energético dos concentrados é superior ao da maioria dos volumosos

comumente utilizados em confinamento. Adiciona-se a isto, os resultados da literatura que demonstraram respostas lineares para GMD, GMDPCVZ e GC (OLIVEIRA, 1998; RESENDE, 1999; e FERREIRA *et al.*, 1999); ou quadráticas (GESUALDI JÚNIOR *et al.*, 2000) para o GMD e GC, em relação à inclusão de concentrado na dieta. Com relação à conversão alimentar, os resultados sempre demonstraram uma resposta linear decrescente em resposta à inclusão de concentrado na dieta (OLIVEIRA, 1998; RESENDE, 1999; FERREIRA *et al.*, 1999; e GESUALDI JÚNIOR *et al.*, 2000), diferentemente do encontrado neste experimento. A possível explicação para estes fatos seria, talvez, o bom valor nutritivo do feno utilizado neste experimento, que propiciou às dietas, mesmo às com apenas 20% de concentrado, uma digestibilidade da MS acima de 75% (ÍTAVO, 2001). Com isso, nenhuma dieta limitou fisicamente o consumo a ponto de limitar o desempenho. Contribuindo com estes resultados, o potencial genético dos animais utilizados neste experimento, talvez, fosse baixo, não permitindo que os ganhos fossem maiores com o aumento do valor energético da dieta, sendo já atingidos na dieta de menor valor energético (20% de concentrado).

Tabela 6 - Médias e coeficientes de variação (CV, %) para ganhos médios diários de peso vivo (GMD) e de peso de corpo vazio (GMDPVZ), ganho de carcaça (GCAR) e conversão alimentar (CA), em função do nível de concentrado e teor de PB na dieta, nas fases de recria e de engorda

	Níveis de concentrado (%)				Teores de PB		CV (%)
Itens	20	40	60	80	15	18	
Recria							
GMD, kg/dia	1,12	1,27	1,09	1,15	1,04b	1,27a	22,73
GMDPVZ, kg/dia	0,92	1,30	1,17	1,14	1,04a	1,22a	23,63
GCAR, kg/dia	0,63	0,84	0,78	0,76	0,69a	0,81a	26,60
CA	6,52	6,35	6,86	5,44	6,65a	5,97a	16,62
Engorda							
GMD, kg/dia	1,07	0,99	1,02	1,05	0,93b	1,14a	16,57
GMDPVZ, kg/dia	0,98	1,04	1,03	0,97	0,92a	1,09a	28,14
GCAR, kg/dia	0,65	0,74	0,73	0,72	0,70a	0,72a	32,84
CA	7,04	7,56	7,58	9,91	7,52a	8,52a	51,15

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha, para os teores de PB, não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

O teor de PB da dieta influenciou positivamente ($P < 0,01$) o ganho médio diário de peso vivo nas duas fases. A dieta com 18% de PB propiciou, aos novilhos, 22,11% e 22,58% a mais de ganho de peso na recria e na engorda, respectivamente, comparada à dieta com 15% de PB (Tabela 6). O NRC (1996) recomenda, para novilhos de 250 kg de PV, ganhando 1,2 kg de PV/dia, o consumo de 930 g de PB; e, para novilhos de 400 kg de PV, ganhando 1,0 kg de PV/dia, o consumo de 956 g de PB, assumindo uma eficiência de utilização da PB de 64%. Utilizando os valores médios de consumo de MS deste experimento, os requisitos de PB, para as fases de recria e de engorda, seriam de 13,3% e 11,8%. Pode-se notar que houve respostas no desempenho quando foram oferecidas quantidades de proteína bem acima das recomendações do NRC (1996). Fica a necessidade de se estudar melhor, nos bovinos, a nutrição protéica, tanto em relação à quantidade quanto à qualidade.

Na Tabela 7, são apresentados os custos de produção, por nível de concentrado e de PB na dieta, durante as fases de recria e de engorda. Os custos com alimentação representaram 82,6 e 80,8% do custo total, nas fases de recria e engorda, respectivamente. Observa-se que os níveis mais altos de concentrado apresentaram os menores custo de produção por arroba, durante a fase de recria. SIGNORETTI *et al.* (1999b), abatendo novilhos holandeses aos 190 ou 300 kg de peso vivo, obtiveram os menores custos por arroba nos tratamentos com 90 e 75% de concentrado, respectivamente. Na dieta com 18% de PB, embora o custo total de produção tenha sido maior, o custo por arroba foi menor do que o da dieta com 15% de PB, pois o maior nível de PB elevou a produção de arrobas, na fase de recria.

Na fase de engorda, o teor mais alto de PB (18%) produziu uma arroba mais cara (R\$ 50,04) do que a dieta com 15% de PB (R\$ 39,13), devido ao maior custo da suplementação protéica e à maior conversão alimentar nesta fase. Os níveis com 40 e 60% de concentrado apresentaram os menores custos por arroba.

Tabela 7 - Custo de produção por nível de concentrado e de proteína bruta na dieta durante as fases de recria e engorda

Custo de produção (R\$) ¹	Nível de concentrado (%)				Teor de PB	
	20	40	60	80	15	18
RECRIA						
Produção em arrobas	4,20	5,12	5,26	5,54	4,77	5,29
Custo de alimentação ²	135,54	159,01	135,13	161,74	153,56	161,62
Custo com vermifugações	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08
Custo da mão-de-obra ³	14,73	13,94	16,66	16,39	16,68	14,18
Depreciações ⁴	12,86	12,86	12,86	12,86	12,86	12,86
Remuneração do capital ⁵	2,48	2,82	2,50	2,90	2,78	2,86
Estimativa do custo total	167,69	190,71	169,24	145,97	187,95	193,60
Estimativa custo/arroba	42,07	37,57	32,34	34,90	39,30	37,48
ENGORDA						
Produção em arrobas	3,01	3,34	3,48	3,60	3,59	3,14
Custo de alimentação ²	111,49	106,28	114,00	122,89	110,70	116,22
Custo com vermifugações	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08
Custo da mão-de-obra ³	9,83	9,38	9,48	10,83	10,43	9,45
Depreciações ⁴	12,86	12,86	12,86	12,86	12,86	12,86
Remuneração do capital ⁵	2,04	1,96	2,08	2,23	2,04	2,11
Estimativa do custo total	138,31	132,57	140,49	150,89	138,11	142,72
Estimativa custo/arroba	46,01	39,72	41,42	51,76	39,13	50,04

¹Cotação do Dólar em julho/2000 = R\$ 1,81.

²Considerando:

Preço do feno de capim *Coast Cross* = R\$ 0,16/kg de matéria natural.

Preço do concentrado = R\$ 0,197; R\$ 0,201; R\$ 0,205 e R\$ 0,215, para os níveis de 80, 60, 40 e 20% de concentrado na dieta com 15% de proteína bruta; e R\$ 0,209; R\$ 0,214; R\$ 0,224 e R\$ 0,253, para os níveis de 80, 60, 40 e 20% de concentrado na dieta com 18% de proteína bruta.

³Considerando:

Um homem (R\$ 206,37/mês = salário mínimo + encargos sociais + 13^o salário + férias) / 30 dias / 50 animais = R\$ 0,138/animal/dia.

⁴Considerando:

Custo do curral de confinamento = R\$ 5.000,00 e vida útil de 10 anos; custo do galpão de feno = R\$ 10.000,00 e vida útil de 15 anos; custo da picadeira de feno = R\$ 3.000,00 e vida útil de 10 anos; e custo da balança para pesagem de gado para 1500 kg = R\$ 2.100,00 e vida útil de 10 anos.

⁵Considerando-se uma taxa de juros de 6%/ano.

Conclusões

Os teores de PB das dietas de animais zebuínos são maiores que os recomendados pelo NRC (1996).

Possivelmente o melhor nível de concentrado na dieta de zebuínos esteja próximo de 40%.

Referências Bibliográficas

- ALLEN, M.S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.*, 74(12):3063-3075.
- ARAÚJO, G.G.L., SILVA, J.F.C., VALADARES FILHO, S.C., *et al.* 1998. Ganho de peso, conversão alimentar e características da carcaça de bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. *R. Bras. Zootec.*, 27(5):1006-1012.
- BÜRGUER, P.J., PEREIRA, J.C., SILVA, J.F.C., *et al.* 2000. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial em bezerros Holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *R. Bras. Zootec.*, 29(1):206-214.
- CARVALHO, A.U., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C., *et al.* 1997. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 1. Consumo e digestibilidade aparente. *R. Bras. Zootec.*, 26(5):986-995.
- CONRAD, H.R., PRATT, A.D., HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. 1. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *J. Dairy Sci.*, v.47, p.54-, 1964.
- DIAS, H.L.C., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C., *et al.* 2000. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. *R. Bras. Zootec.*, 29(2):545-554.
- DUTRA, A.R., QUEIROZ, A.C., PEREIRA, J.C., *et al.* 1997. Efeitos dos níveis de fibra e das fontes de proteínas sobre o consumo e digestão dos nutrientes em novilhos. *R. Bras. Zootec.*, 26(4):787-796.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C., *et al.* 1999. Consumo, conversão alimentar, ganho de peso e características da carcaça de bovinos F1 Simental x Nelore. *R. Bras. Zootec.*, 28(2):343-351.
- FORBES, J.M. Voluntary feed intake. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. (Ed.) *Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism*. Cambridge: CAB International, 1993. 515p. p.479-494.
- FORBES, J.M. *Voluntary food intake and diet selection in farm animals*. Guiford: Biddles Ltd, 1995. 532p.

- GESUALDI JÚNIOR, A., PAULINO, M.F., VALADARES FILHO, S.C., *et al.* 2000. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: consumo, conversão alimentar e ganho de peso. *R. Bras. Zootec.*, 29(5):1458-1466.
- ÍTAVO, L.C.V. *Consumo, digestibilidade e eficiência microbiana de novilhos alimentados com 20, 40, 60 e 80% de concentrado*. Viçosa, MG: UFV. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- LADEIRA, M.M., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C., *et al.* 1999. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos Nelore. *R. Bras. Zootec.*, 28(2):395-403.
- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. *Anais...*, Lavras: SBZ, 1992. p. 188-219.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C., (Ed.) *Forage quality, evaluation and utilization*. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7 ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*. 6. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1984. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Predicting feed intake of food-producing animals*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1987. 85p.
- NOLLER, C.H., NASCIMENTO Jr., D., QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13, 1996, Piracicaba. Produção de bovinos a pasto. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1997. p.319-352.
- OLIVEIRA. S.R. *Desempenho e características da carcaça de novilhos Nelores não-castrados*. Viçosa, MG: UFV. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.

- RESENDE, F.D. *Avaliação de diferentes proporções de volumoso:concentrado sobre a ingestão, digestibilidade, ganho de peso e conversão alimentar de bovinos mestiços confinados*. Viçosa, MG: UFV. 78p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- SIGNORETTI, R.D., SILVA, J.F.C., VALADARES FILHO, S.C., *et al.* 1999a. Consumo e digestibilidade aparente em bezerros da raça Holandesa alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. *R. Bras. Zootec.*, 28(1):169-177.
- SIGNORETTI, R.D., SILVA, J.F.C., VALADARES FILHO, S.C., *et al.* 1999b. Crescimento, conversão alimentar e rendimento de carcaça de bezerros da raça Holandesa alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. *R. Bras. Zootec.*, 28(1):185-194.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa:UFV, Impr. Univ. 165p.
- SNIFFEN, C.J., BEVERLY, R.W., MOONEY, C.S. *et al.* 1993. Nutrient requirement versus supply in dairy cow: Strategies to account for variability. *J. Dairy Sci.*, 76(10):3160-3178.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. *et al.* 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, 70:3562-3577.
- TIBO, G.C., VALADARES FILHO, S.C., VALADARES, R.F.D., *et al.* 2000. Níveis de concentrado em dieta de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore: consumo e digestibilidades. *R. Bras. Zootec.*, 29(3):910-920.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA SAEG - *Sistema de análises estatísticas e genética*. Viçosa, MG, 1995. (Apostila).
- VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., RODRÍGUEZ, N.M., *et al.* 1997. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidade aparente totais e parciais. *R. Bras. Zootec.*, 26(6):1252-1258.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VEIRA, D.M., BUTLER, G., PROULX, J.G., *et al.* 1994. Utilization of grass silage by cattle: effect of supplementation with different sources and amounts of protein. *J. Anim. Sci.*, 72(6):1403-1408.

VÉRAS, A.S.C. *Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado*. Viçosa, MG: UFV. 192p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

WALDO, D.R. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. *J. Dairy Sci.*, v.69, n.2, p.617-631. 1986.

WILSON, J.R., KENNEDY, P.M. 1996. Plant and animal constraints to voluntary feed intake associated with fibre characteristics and particle breakdown and passage in ruminants. *Aust. J. Agric. Res.*, 47(1):199-225.

Características de Carcaça de Novilhos Nelore Recebendo Dietas Com Diferentes Níveis de Concentrado e Proteína

Resumo - Foram utilizados 36 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg, sendo quatro novilhos de referência e o restante distribuído em oito tratamentos, com quatro diferentes níveis de concentrado nas dietas (20; 40; 60 e 80%) e dois níveis de proteína bruta (PB) (15 e 18%). A fase de recria foi avaliada até 360 kg de peso vivo, e a fase de engorda até 450 kg de peso vivo. O volumoso utilizado foi feno de capim *Tifton* (*Cynodon dactylon*). Após o abate, foram determinados os rendimentos de carcaça, as porcentagens dos cortes básicos, o comprimento de carcaça, a área de olho de lombo, a espessura de gordura subcutânea, a porcentagem de músculo, gordura, osso, proteína, extrato etéreo e água da carcaça. Foram selecionadas 8 meia-carcaças para a realização de uma dissecação completa e determinação das composições física e química da carcaça que foram comparadas com a composição obtida da seção HH. Na fase de recria, os níveis de concentrado da dieta não influenciaram ($P > 0,01$) os rendimentos de carcaça expressos em relação ao peso vivo (PV) ou em relação ao peso de corpo vazio (PCVZ); já na fase de engorda, o aumento da inclusão de concentrado na dieta aumentou linearmente ($P < 0,01$) o rendimento de carcaça em relação ao PV. Não foi verificado efeito dos níveis de concentrado e dos teores de PB da dieta ($P > 0,01$) sobre os cortes básicos estudados, nas fases de recria e de engorda. As médias das porcentagens de traseiro e de dianteiro foram 60,66 e 39,34%, respectivamente, na fase de recria, e 58,79 e 41,21%, respectivamente, na fase de engorda. Na recria, o comprimento da carcaça e a área de olho de lombo, expressos em % do PCVZ, apresentaram um comportamento linear decrescente ($P < 0,01$) com o aumento do concentrado na dieta, indicando uma maior compacidade e uma menor porcentagem de músculo na carcaça, em função de um maior acúmulo de gordura. Foram construídas equações para estimar a porcentagem de lipídios e de água na carcaça, a partir da porcentagem de lipídios na seção HH: % lipídios na carcaça = $1,5113 + 0,6832 \cdot X$, $r^2 = 0,752$; % água na carcaça = $71,8989 - 0,6006 \cdot X$, $r^2 = 0,864$; onde, X = % de lipídio na seção HH. Os níveis de

concentrado da dieta não influenciaram ($P > 0,01$) as composições física e química da carcaça. Na engorda, o maior teor de PB propiciou uma carcaça com maior porcentagem de músculo e menor porcentagem de gordura, levando, conseqüentemente, a uma menor relação gordura:músculo.

Palavras-chave: carcaça, Nelore, níveis de concentrado, níveis de proteína

Carcass Characteristics of Nellore Bulls Receiving Diets With Different Concentrate and Protein Levels

Abstract - Thirty six Nellore bulls, with 240 kg initial live weight (LW), were used. Four were reference bulls and the remaining were distributed in eight treatments, with four different concentrate levels in the diets (20; 40; 60 and 80%) and two crude protein (CP) levels (15 and 18%). The growing phase was evaluated up to 360 kg of LW, and the fattening phase up to 450 kg of LW. The roughage used was Tyfton grass hay (*Cynodon dactylon*). After the slaughter, the carcass dressing percentage, the basic cuts percentages, the carcass length, the loin eye area, the subcutaneous fat thickness, and the carcass muscle, fat, bone, protein, etheral extract and water percentages were evaluated. Eight half-carcasses were selected for the accomplishment of a complete dissection and the determination of the carcass physical and chemical compositions, which were compared with the obtained HH section composition. The results were interpreted through variance and regression analyses. In the growing phase, the diet concentrate levels did not influence ($P>0.01$) the carcass dressing percentage in relation to the LW or in relation to the empty body weight (EBW); in the fattening phase, the increase in the diet concentrate inclusion caused a linear increase ($P<0.01$) in the carcass dressing percentage in relation to the LW. It was not verified any effect of the concentrate level and the CP level ($P>0.01$) on the studied basic cuts, in the growing and fattening phases. The averages percentages of the hind and the forehind were 60.66 and 39.34, respectively, in the growing phase, and 58.79 and 41.21, respectively, in the fattening phase. In the growing phase, the carcass length and the loin eye area, expressed in % of EBW, presented a decreasing linear behavior ($P<0.01$) as the diet concentrate increased, indicating a greater compactness and a smaller muscle percentage in the carcass, in function of a larger fat accumulation. Equations were adjusted to the lipids and water carcass percentages, using the HH section lipids percentage: carcass % lipids = $1.5113 + 0.6832 \cdot X$, $r^2 = 0.752$; carcass % water = $71.8989 - 0.6006 \cdot X$, $r^2 = 0.864$; where, X = HH section lipid %. The diet concentrate levels did not influence ($P>0.01$) the carcass physical and chemical compositions. In the fattening

phase, the greatest CP level propitiated a carcass with larger muscle percentage and smaller fat percentage, resulting, consequently, in a carcass with a smaller fat:muscle relationship.

Key words: carcass, concentrate levels, Nellore, protein levels

Introdução

Nos sistemas de produção modernos, com o advento da informatização, tornou-se muito fácil a utilização de informações de desempenho do animal na determinação de seu potencial genético e sua habilidade em responder ao meio ambiente. Porém, estas informações não exprimem todo o potencial do animal; uma avaliação complementar das características da carcaça, que é, em última instância, o alimento a ser produzido, torna-se preponderante.

Não adianta o pecuarista produzir um boi que o frigorífico não quer e nem o frigorífico oferecer uma carne que o consumidor rejeita. A cadeia da carne, se quiser oferecer o que o consumidor exige, não pode ser estanque: ela tem que funcionar integrada, unindo, no mesmo objetivo, o produtor, o frigorífico, a cadeia varejista e o consumidor.

O estudo de carcaça dos animais domésticos tem como finalidade avaliar aqueles parâmetros que podem ser, subjetiva ou objetivamente, medidos e que são relacionados com aspectos qualitativos e quantitativos da mesma (MÜLLER, 1987).

O valor econômico da carcaça depende, basicamente, de dois fatores: qualidade e rendimento da porção comestível dos cortes com maior demanda e valor comercial. Atualmente, o mercado se preocupa não só com a quantidade, mas com a qualidade. Este fato se evidencia claramente na diferença de preço observada para o dianteiro, cuja carne é mais dura, e para o traseiro especial, que tem carne mais macia (LUCHIARI FILHO, 2000).

No estudo das carcaças bovinas, o rendimento das mesmas é, geralmente, o primeiro índice considerado, sendo obtido através da relação entre o peso da carcaça quente ou fria e o peso vivo ou peso corporal vazio, expresso em porcentagem (PERON *et al.*, 1993; CASTILLO ESTRADA, 1996).

O rendimento de carcaça pode ser afetado por vários fatores, tais como: peso do conteúdo gastrintestinal, que é diretamente afetado pelo número de horas de jejum a que os animais são submetidos e pelo tipo de dieta (MEISSNER *et al.*, 1995; PATTERSON *et al.*, 1995), pelo peso e/ou idade de abate e pelo grau de engorda (PRESTON e WILLIS, 1974), além dos pesos

do couro, da cabeça e do trato gastrintestinal (GALVÃO *et al.*, 1991; JORGE, 1993; PERON *et al.*, 1993).

A estimativa do rendimento dos cortes primários é de suma importância para complementar a avaliação do desempenho do animal durante seu desenvolvimento.

Os cortes básicos das carcaças de bovinos no mercado brasileiro, são o dianteiro com cinco costelas, a ponta de agulha e o traseiro especial. Economicamente, seria desejável maior rendimento do traseiro especial, em relação aos outros cortes, pois nele se encontram as partes nobres da carcaça, que têm maior valor comercial. Entretanto, BERG e BUTTERFIELD (1979) verificaram que, independente da raça, o animal tende a manter, dentro de certos limites, um equilíbrio entre os quartos traseiro e dianteiro. Segundo LUCHIARI FILHO (2000), é desejável que uma carcaça tenha mais de 48% de traseiro especial, menos de 39% de dianteiro com 5 costelas e menos de 13% de ponta de agulha.

O comprimento da carcaça corresponde à distância entre a curvatura média do osso do púbis e o bordo cranial medial da primeira costela (MÜLLER, 1987). Quando expresso em porcentagem do peso corporal vazio ou quando o abate é feito a um peso constante, dá uma idéia de compacidade do animal.

A área transversal do músculo *Longissimus dorsi* (área do olho de lombo) e a espessura de gordura sobre a 12ª costela são usadas para estimar o rendimento de cortes comerciais e, de acordo com MÜLLER (1987), a quantidade fisicamente separável de músculo da carcaça.

As proporções de gordura, músculo e osso dos animais são de grande interesse para o produtor, a indústria e, em geral, o consumidor (HANKINS e HOWE, 1946).

O componente de maior importância na carcaça é o músculo, já que este constitui a carne magra, comestível e disponível para venda. É lógico que os músculos que amadurecem mais lentamente representam o índice mais confiável do desenvolvimento e tamanho do tecido muscular. O músculo dorsal (músculo *Longissimus dorsi*) é um músculo de maturidade tardia e de fácil mensuração, o que o torna o músculo de preferência para este propósito (SAINZ, 1996).

A gordura é uma fração importante, pois influencia no aspecto visual da carcaça, na porção comestível e na qualidade da carne, além de servir como proteção (gordura subcutânea) contra a desidratação no resfriamento das carcaças (MOLETTA e RESTLE, 1996). Mas o seu excesso pode diminuir o rendimento de carne magra (SAINZ, 1996).

Vários estudos foram realizados para se avaliarem os efeitos de diferentes níveis de concentrado na dieta sobre as características de carcaça e observou-se que, quando o peso de abate é predeterminado, as diferenças são pequenas para a maioria das características (ARAÚJO *et al.*, 1998; OLIVEIRA, 1998; FERREIRA *et al.*, 2000; GESUALDI JÚNIOR *et al.*, 2000).

Um novilho de corte moderno tem uma alta quantidade de porção comestível (cortes desossados e com o excesso de gordura aparado), uma baixa quantidade de ossos, e uma quantidade adequada de gordura (LUCHIARI FILHO, 2000).

O método mais preciso para se determinar a composição da carcaça é a realização de análises químicas em todos os tecidos do animal, após ter eliminado os conteúdos do trato digestivo e da bexiga. Provavelmente, o segundo melhor método seja a análise da carcaça. Entretanto, estas duas opções são muito dispendiosas e demoradas. Conseqüentemente, os trabalhos de pesquisa estão voltados para métodos simplificados, capazes de estimar a composição dos componentes mais importantes, com acurácia satisfatória. A procura de um método simples, que pudesse estimar com boa precisão a composição do corpo vazio e da carcaça, levou os pesquisadores a utilizarem diversos cortes da carcaça. Em um experimento avaliando 194 carcaças, HANKINS e HOWE (1946) propuseram um corte da 9^a, 10^a e 11^a costela (seção HH) como um estimador da composição física da carcaça e, a partir da análise química desta seção, chega-se à composição química da carcaça. NOUR e THONNEY (1994) tentaram determinar a acurácia das equações de Hankins e Howe para novilhos Holandeses e Angus, comparando a composição química da carcaça estimada pela seção HH e pela dissecação completa da meia carcaça direita. Concluíram que as equações de Hankins e Howe podem ser utilizadas, com razoável confiança, para estimar a composição da carcaça a partir da composição da seção HH, mas para melhor acurácia e precisão, diferenças entre tipos genéticos devem ser consideradas.

Dessa forma, avaliaram-se as características da carcaça de novilhos Nelore nas fases de recria, até 360 kg, e terminação, até 450 kg, recebendo dietas com quatro níveis de concentrado e dois de PB.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. Foram utilizados 36 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg. Quatro novilhos foram abatidos após o período de adaptação de 30 dias (grupo referência), servindo de referência nos estudos subseqüentes. Os 32 animais restantes foram pesados e distribuídos em oito tratamentos, com quatro diferentes níveis de concentrado nas dietas (20; 40; 60 e 80%) e dois níveis de PB (15 e 18%), na base da MS, em esquema fatorial 4 x 2 (níveis de concentrado x níveis de proteína), no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições na fase de recria e duas repetições na fase de engorda. A fase de recria foi avaliada de 240 kg até 360 kg de peso vivo, e a fase de engorda, de 360 kg até 450 kg de peso vivo. O volumoso foi composto de feno de capim *Tifton* (*Cynodon dactylon*). As rações foram formuladas de acordo com o NRC (1996). Todas as rações foram formuladas para conter próximo de 32% da PB na forma de compostos nitrogenados não protéicos. A composição bromatológica das dietas encontra-se na Tabela 1.

As determinações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN) foram feitas conforme técnicas descritas por SILVA (1990). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos do experimento de ÍTAVO (2001).

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma vez ao dia, e ajustados de forma a manter sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Foi realizada uma pesagem dos animais no início do experimento e, periodicamente, a cada 28 dias. À medida que um animal se aproximava do peso de abate preestabelecido, 360 ou 450 kg (recria e engorda, respectivamente), era pesado a intervalos menores. Antes do abate, os animais foram submetidos a um jejum de 16 horas. Após o abate,

o trato gastrointestinal foi pesado, esvaziado e lavado. Após escoamento da água de lavagem, o trato gastrointestinal, bem como todas as outras partes do corpo do animal, foram pesados para obtenção do peso de corpo vazio final.

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

Nível de concentrado (%)	20		40		60		80	
Teor de PB	15	18	15	18	15	18	15	18
MS %	88,21	88,28	88,05	88,09	87,79	87,92	87,58	87,67
PB ¹	15,67	18,85	15,10	17,63	15,11	18,26	14,52	17,11
EE ¹	2,30	2,05	3,03	1,76	2,46	2,13	1,95	1,93
FDN ¹	62,37	60,60	48,62	46,46	37,90	34,62	25,94	19,65
NDT ¹	73,80	73,16	77,73	79,33	79,61	81,46	81,94	78,39

¹ % na matéria seca.

² FDN corrigida para cinzas e proteína.

Após lavagem e escoamento da água, as carcaças foram divididas, com o auxílio de uma serra elétrica, em duas metades, e foram pesadas. As duas meia-carcaças foram levadas à câmara fria, onde permaneceram por 18 horas, à temperatura de -5°C. Decorrido este tempo, as meia-carcaças foram pesadas. Da meia-carcaça direita, foi medido o comprimento e foram retirados os cortes básicos e determinados os seus pesos. Da meia-carcaça esquerda foram medidas a área de olho do músculo *Longissimus dorsi* (área de olho de lombo) e a espessura da gordura subcutânea, à altura da 12^a costela. Ainda, a partir da meia-carcaça esquerda, obteve-se a seção transversal, incluindo a 9^a, 10^a e 11^a costelas, segundo HANKINS e HOWE (1946) - seção HH, para determinação das proporções de músculo, gordura e ossos, segundo as equações propostas por estes autores:

$$\text{Músculo} \quad \hat{Y} = 16,08 + 0,80X;$$

$$\text{Tecido adiposo} \quad \hat{Y} = 3,54 + 0,80X;$$

$$\text{Ossos} \quad \hat{Y} = 5,52 + 0,57X;$$

em que X é a porcentagem do componente na seção HH.

Da dieta com 15% de PB, foram selecionadas, aleatoriamente, quatro carcaças de animais abatidos com 360 kg e quatro de animais abatidos com 450 kg de peso vivo, sendo uma de cada nível de concentrado, totalizando 8 animais. Nestas carcaças, realizou-se a dissecação completa da meia-carcaça direita, separando em ossos e músculo+gordura+aparas. O conjunto músculo+gordura+aparas foi moído integralmente e homogeneizado por 10 minutos em homogeneizador industrial para carne e, posteriormente, amostrado. Os ossos foram separados em costelas, vértebras e ossos longos, sendo pesados separadamente, para uma amostragem proporcional, após a serragem destes. A partir da dissecação da meia-carcaça destes animais, determinaram-se as composições física e química da carcaça e do corpo vazio, sendo comparadas com a composição obtida da seção HH retirada da carcaça esquerda destes mesmos animais. Foram feitas regressões para estimativa da composição química (água, proteína e extrato etéreo) da carcaça e do corpo vazio a partir da composição química da seção HH.

Os rendimentos de carcaça foram determinados em relação ao peso vivo e ao peso de corpo vazio. Os rendimentos dos cortes básicos foram determinados em relação ao peso da carcaça. Em relação aos cortes básicos, o dianteiro foi separado do traseiro entre a quinta e a sexta costelas. O dianteiro compreendeu o acém e a paleta completa. O traseiro total foi dividido em ponta de agulha e traseiro especial, compreendendo o coxão e a alcatra completa.

Os resultados foram interpretados, estatisticamente, por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 1995). Os critérios utilizados para escolha do modelo foram o coeficiente de determinação (r^2/R^2 , em %) ajustado, que foi calculado como a relação entre a soma de quadrados da regressão e a soma de quadrados de tratamento, e a significância observada entre tratamentos por meio do teste F, em níveis de 1 ou 5% de probabilidade. Os

coeficientes de regressão foram comparados pelo teste “t” a 1 e 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

As análises de variância não evidenciaram a existência de interação de níveis de concentrado com teor de proteína bruta ($P > 0,01$), para qualquer variável de característica de carcaça estudada. Estão apresentados, na Tabela 2, os rendimentos de carcaça, em relação ao peso vivo (RCPV) e em relação ao peso de corpo vazio (RCPCVZ), assim como o conteúdo do trato gastrointestinal, por nível de concentrado (nc) e por porcentagem de PB na dieta, nas fases de recria e engorda.

Na fase de recria, os níveis de concentrado da dieta não influenciaram ($P > 0,01$) os rendimentos de carcaça expressos em relação ao peso vivo ou em relação ao peso de corpo vazio, mesmo tendo o conteúdo do trato gastrointestinal diminuído linearmente com o aumento dos níveis de concentrado. Os rendimentos de carcaça, expressos em relação ao peso vivo e em relação ao peso de corpo vazio, apresentaram valores médios de 57,41 e 64,27%, respectivamente. Já na fase de engorda, o aumento da inclusão de concentrado na dieta aumentou linearmente ($P < 0,01$) o rendimento de carcaça em relação ao peso vivo. O principal fator que influenciou este aumento de rendimento foi a diminuição linear do conteúdo do trato gastrointestinal com o aumento dos níveis de concentrado na dieta, pois as dietas com maiores níveis de concentrado apresentaram uma maior digestibilidade, assim como uma taxa de passagem mais rápida. Segundo Geay (1975), citado por JORGE *et al.* (1997), os resultados de rendimento obtidos são mais consistentes quando este é calculado em relação ao peso corporal vazio, visto que o peso do conteúdo gastrointestinal varia amplamente (de 10 a 20 % do peso vivo) em função do sistema de alimentação. OLIVEIRA (1998) e GESUALDI JÚNIOR *et al.* (2000), avaliando os efeitos dos níveis de concentrado sobre o rendimento de carcaça, em relação ao peso vivo, observaram aumentos lineares, mas quando o rendimento foi expresso em relação ao peso de corpo vazio, não houve mais efeito dos níveis de concentrado. O valor médio do rendimento de

carcaça, em relação ao peso de corpo vazio, foi de 65,39, próximo aos citados na literatura para animais Nelore e F1 europeu x zebu (OLIVEIRA, 1998; JORGE *et al.*, 1999; FERREIRA *et al.*, 1999; GESUALDI JÚNIOR *et al.*, 2000).

Os teores de PB da dieta não influenciaram o rendimento de carcaça nem o conteúdo do trato gastrointestinal.

Tabela 2 - Médias, coeficientes de variação (CV, %) e equações de regressão ajustadas para os rendimentos de carcaça em relação ao peso vivo (RCPV) e peso corporal vazio (RCPCVZ), expressos em %, e para o conteúdo do trato gastrointestinal (CTGI), expresso em kg, por nível de concentrado (nc) e teor de PB na dieta, nas fases de recria e engorda e os respectivos coeficientes de determinação (r^2)

	Nível de concentrado (%)				Teor de PB		CV (%)
	20	40	60	80	15	18	
Recria							
RCPV	56,19	56,84	58,64	57,97	57,24	57,58	1,96
RCPCVZ	64,58	63,81	64,43	64,24	63,91	64,62	1,69
CTGI ¹	41,68	34,81	23,57	29,12	33,76	30,83	23,11
Engorda							
RCPV ²	56,83	59,64	60,73	61,33	60,10	59,17	2,16
RCPCVZ	64,73	65,24	65,48	66,09	65,96	64,81	2,11
CTGI ³	47,98	30,31	26,45	25,78	33,32	31,93	18,63

¹ $\hat{Y} = 44,5308 - 0,24473^{**}nc$ $r^2=0,66$;

² $\hat{Y} = 55,9882 + 0,0734178^{**}nc$ $r^2=0,89$

³ $\hat{Y} = 50,2427 - 0,347619^{**}nc$ $r^2=0,76$.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste "t".

Os rendimentos dos cortes básicos da carcaça - paleta, acém, ponta de agulha, alcatra completa e coxão - estão apresentados na Tabela 3. Não foi verificado efeitos dos níveis de concentrado e dos teores de PB da dieta ($P > 0,01$) sobre os cortes estudados, nas fases de recria e de engorda, com exceção da variável RTE que sofreu efeito dos teores de PB na fase de recria.

OLIVEIRA (1998), avaliando o efeito dos níveis de concentrado sobre os cortes básicos da carcaça de Nelores, na fase de engorda, observou respostas quadrática e linear, respectivamente, para rendimento de acém e ponta de agulha e de alcatra. Mas, FERREIRA *et al.* (2000) e GESUALDI JÚNIOR *et al.* (2000), variando os níveis de concentrado na dieta de animais F1 europeu x zebu, não encontraram efeitos significativos sobre os cortes básicos da carcaça. Segundo BERG e BUTTERFIELD (1979), independente da raça, o animal tende a manter, dentro de certos limites, um equilíbrio entre os quartos traseiro e dianteiro. As médias das porcentagens de traseiro e de dianteiro foram 60,66 e 39,34%, respectivamente, na fase de recria, e 58,79 e 41,21%, respectivamente, na fase de engorda.

Tabela 3 - Médias e coeficientes de variação (CV, %) para os rendimentos de paleta (RPAL), acém completa (RACEM), dianteiro, alcatra completa (RALC), coxão (RCOX), traseiro especial (RTE), ponta de agulha (RPA), em %, e traseiro em função do nível concentrado e do teor de PB na dieta, nas fases de recria e engorda

	Nível de concentrado (%)				Teor de PB		CV (%)
	20	40	60	80	15	18	
Recria							
RPAL	17,98	18,51	18,49	18,58	18,61a	18,16a	2,96
RACEM	21,51	20,95	19,55	21,79	20,04a	21,86a	8,26
Dianteiro	39,49	39,46	38,04	40,36	38,65a	40,03a	3,70
RALC	18,99	19,49	19,12	18,59	19,54a	18,55a	4,95
RCOX	28,75	28,50	29,50	28,23	29,08a	28,41a	2,47
RTE	47,74	48,00	48,62	46,82	48,62a	46,97b	2,65
RPA	12,77	12,54	13,34	12,82	12,73a	13,01a	4,93
Traseiro	60,51	60,54	61,96	59,64	61,35a	59,97a	2,40
Engorda							
RPAL	17,98	17,49	17,52	17,45	17,47a	17,75a	5,39
RACEM	22,71	23,88	24,02	23,76	24,10a	23,09a	5,11
Dianteiro	40,70	41,38	41,54	41,21	41,57a	40,85a	3,85
RALC	18,57	18,64	19,20	18,80	18,81a	18,80a	2,57
RCOX	27,07	26,29	25,74	25,80	25,73a	26,71a	3,82
RTE	45,64	44,93	44,94	44,60	44,54a	45,51a	2,93
RPA	13,67	13,69	13,52	14,19	13,89a	13,64a	7,52
Traseiro	59,30	58,62	58,46	58,79	58,43a	59,15a	2,70

As médias e as equações de regressão ajustadas do comprimento da carcaça, da área de olho de lombo e da espessura de gordura subcutânea estão apresentadas na Tabela 4. O teor de PB da dieta não influenciou estas variáveis, independente da forma expressa (valores absolutos ou % do PCVZ) e da fase de avaliação (recria ou engorda).

Tabela 4 - Médias, coeficientes de variação (CV, %) e equações de regressão ajustadas para o comprimento da carcaça (CCAR), a área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura subcutânea (EGS), para as medidas absolutas e para a medida relativa ao peso vazio, em função do nível de concentrado (nc) e teor de PB na dieta, nas fases de recria e engorda e os respectivos coeficiente de determinação (r^2)

	Nível de concentrado (%)				Teor de PB		CV (%)
	20	40	60	80	15	18	
Recria							
CCAR, cm	108,50	104,75	108,50	106,00	106,75	107,13	3,83
AOL, cm ²	72,68	71,09	67,42	63,67	66,41	71,02	7,35
EGS, mm	2,50	2,32	2,68	1,70	2,09	2,51	29,24
% do peso vazio							
CCAR ¹	36,37	32,91	34,46	32,77	34,71	33,54	3,56
AOL ²	24,41	22,36	21,29	19,68	21,63	22,25	7,48
EGS	0,84	0,74	0,84	0,53	0,68	0,79	28,40
Engorda							
CCAR, cm	109,75	110,75	112,25	108,75	111,88	108,88	2,74
AOL, cm ²	78,50	79,08	84,62	87,75	83,56	81,42	9,79
EGS, mm	4,08	3,13	4,35	4,78	4,23	3,94	22,50
% do peso vazio							
CCAR	28,74	28,37	28,13	27,45	28,58	27,77	4,04
AOL	20,56	20,27	21,19	22,12	21,29	20,77	10,13
EGS	1,06	0,80	1,09	1,18	1,07	1,00	19,33

¹ $\hat{Y} = 36,4411 - 0,0463137^{**}nc$ $r^2=0,51$;

² $\hat{Y} = 25,7500 - 0,076288^{**}nc$ $r^2=0,99$

^{**} Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste "t".

Na fase de recria, os níveis de concentrado da dieta não influenciaram ($P > 0,01$) o comprimento da carcaça, a área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea, quando expressos em valores absolutos. Quando o comprimento da carcaça e a área de olho de lombo foram expressos em % do PCVZ, estas variáveis apresentaram um comportamento linear decrescente ($P < 0,01$) com o aumento do concentrado na dieta. Possivelmente, a diminuição do comprimento da carcaça com o aumento do nível de concentrado, com o abate sendo realizado a um peso constante, indica uma maior compacidade destes animais, conforme foi observado por MUNIZ *et al.* (1997) e FERREIRA *et al.* (2000). A diminuição da área de olho de lombo, com o aumento do nível de concentrado, pode indicar uma menor porcentagem de músculo na carcaça, em função de um maior acúmulo de gordura.

O comprimento de carcaça, a área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea não foram influenciados pelos níveis de concentrado da dieta, na fase de engorda, e apresentaram valores médios de 110,38 cm, 82,49 cm² e 4,09 mm, respectivamente. Resultados semelhantes também foram encontrados por OLIVEIRA (1998) e GESUALDI JÚNIOR *et al.* (2000), trabalhando com animais Nelore e F1 Limousin x Nelore, respectivamente, recebendo diferentes níveis de concentrado.

Os animais zebuínos, principalmente os inteiros, eram tidos como possuidores de carcaças de qualidade inferior, principalmente em função da deficiência de gordura de cobertura. Com a falta da cobertura de gordura, a carcaça dos bovinos, durante o resfriamento, desenvolve um escurecimento da parte externa dos músculos, que prejudica o aspecto, e um encurtamento celular, que prejudica o paladar e, conseqüentemente, deprecia o valor comercial. Isto justifica, em parte, o desconto que os frigoríficos costumam impor sobre o valor pago no abate de animais inteiros. Pelos resultados deste trabalho, pode-se afirmar que animais Nelore podem apresentar uma cobertura de gordura subcutânea satisfatória para uma boa preservação (> 3 mm, LUCHIARI FILHO, 2000), se manejados em condições nutricionais favoráveis. Somam-se a este resultado, os encontrados por MOURA *et al.* (1998) e OLIVEIRA (1998), que obtiveram médias de espessura de gordura subcutânea de 3,43 e 4,28 mm, respectivamente, avaliando Nelores inteiros.

Na Tabela 5, estão apresentadas as composições física e química da carcaça, estimada pela seção HH e pela determinação da dissecação da meia-carcaça. As porcentagens de músculo+gordura (86,81 %) e de ossos (14,64 %) da carcaça estimada pela seção HH não diferiram das da composição física real da carcaça (85,16 e 14,84 %, respectivamente). Mas, a composição química estimada pela seção HH superestimou o conteúdo de extrato etéreo e subestimou o de água, sendo adequada para estimar o teor de proteína da carcaça. AINSLIE *et al.* (1993) e NOUR e THONNEY (1994) compararam a estimativa da composição química da carcaça, pela seção HH, de novilhos Holandeses e Holandeses e Angus, respectivamente, com a moagem completa da meia-carcaça esquerda e posteriores análises químicas. As equações superestimaram a quantidade de lipídios na carcaça e subestimaram a quantidade de água, resultado este semelhante ao deste experimento. Possivelmente, segundo AINSLIE *et al.* (1993), isto se deve ao fato das equações serem desenvolvidas com animais mais velhos e com raças de corte com uma maior porcentagem de gordura corporal.

Tabela 5 - Composição física e química da carcaça pelos métodos de dissecação da meia-carcaça e da seção HH

	Composição física, %		Composição química, %		
	Músculo+gordura	Ossos	Água	Proteína	Extrato Etéreo
Dissecação	85,16A	14,84A	60,48A	18,74A	14,77B
Seção HH	86,82A	14,64A	55,13B	19,30A	19,54A
CV, %	3,44	16,82	6,42	10,02	25,21

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Foram ajustadas equações para estimar a porcentagem de lipídios e de água na carcaça, de lipídios, água e proteína no corpo vazio, a partir da porcentagem de lipídios na seção HH:

$$\% \text{ lipídios na carcaça} = 1,5113 + 0,6832 \cdot X, r^2 = 0,75$$

$$\% \text{ água na carcaça} = 71,8989 - 0,6006 \cdot X, r^2 = 0,86$$

$$\% \text{ proteína na carcaça} = 17,9730 + 0,0440 \cdot X, r^2 = -0,77$$

$$\% \text{ lipídios no corpo vazio} = 5,3424 + 0,6020 \cdot X, r^2 = 0,56$$

$$\% \text{ água no corpo vazio} = 66,7493 - 0,4251 \cdot X, r^2 = 0,51$$

$$\% \text{ proteína no corpo vazio} = 17,9987 - 0,1006 \cdot X + 0,1584 \cdot Z, r^2 = 0,59$$

onde, X = % de lipídio na seção HH e Z = % de proteína na seção HH.

Os teores de proteína na carcaça não apresentaram boas estimativas a partir da composição química da seção HH. A porcentagem de proteína da carcaça foi calculada pela multiplicação da composição física da carcaça (estimada pela seção HH) pela composição química dos respectivos constituintes da seção HH (músculo, ossos e gordura).

As duas primeiras equações foram utilizadas para estimar a composição química da carcaça dos animais experimentais, que está apresentada na Tabela 6. Os coeficientes de determinação das equações para estimativa da composição química da carcaça, a partir da composição química da seção HH, apresentaram-se maiores que os das equações para estimativa da composição química do corpo vazio. ALLEONI *et al.* (1997) trabalhando com um número maior de animais Nelore obtiveram equações que estimaram com alta precisão as porcentagens de água e de extrato etéreo corporal, a partir da composição química da seção HH, mas o mesmo não ocorreu para os teores de proteína.

Poucos são os trabalhos, no Brasil, que tentaram validar a utilização das equações de predição de Hankins e Howe para a composição da carcaça. Pelos trabalhos existentes, pode-se observar que a seção HH é um bom indicativo da composição física da carcaça, mas que precisa ser objeto de maior número de investigações, comparando vários grupos genéticos, em diferentes graus de acabamento ou idade, e sobre diferentes manejos alimentares, para que se possa validar a sua utilização, principalmente para estimar a composição química da carcaça.

As composições física e química da carcaça estão apresentadas na Tabela 6. Os níveis de concentrado da dieta não influenciaram ($P > 0,01$) as composições física e química da carcaça. OLIVEIRA (1998), FERREIRA *et al.* (2000) e GESUALDI JÚNIOR *et al.* (2000) também não observaram efeito dos níveis de concentrado sobre a porcentagem de músculo e de gordura da carcaça. Mas, em relação à porcentagem de ossos da carcaça, observaram efeito quadrático (FERREIRA *et al.*, 2000) e efeito linear decrescente (OLIVEIRA, 1998 e GESUALDI JÚNIOR *et al.*, 2000) com o aumento dos teores de concentrado da dieta. Conforme esperado, animais na recria apresentaram uma carcaça com maior participação de músculos e teor de água e menor participação de gordura e teor de extrato etéreo do que animais terminados. Trabalhando com Nelore na engorda, OLIVEIRA (1998) encontrou médias de valores de músculo e gordura na carcaça de 54,51 e 29,50%, inferiores aos encontrados neste experimento (58,31 e 30,58%, respectivamente). FERREIRA *et al.* (2000) e GESUALDI JÚNIOR *et al.* (2000), confinando animais F1 Simental x Nelore e Limousin x Nelore, respectivamente, obtiveram porcentagens de músculo e gordura na carcaça próximas às deste experimento.

Na fase de recria, os teores de PB da dieta não influenciaram nenhuma das características físicas e químicas da carcaça. Já na engorda, o maior teor de PB propiciou uma carcaça com maior porcentagem de músculo e menor porcentagem de gordura, levando, conseqüentemente, a apresentar uma carcaça com menor relação gordura:músculo.

Tabela 6 - Médias e coeficientes de variação (CV, %) para as porcentagens de músculo, gordura e osso, relação músculo:osso (RELMO), relação gordura:músculo (RELGM), porcentagens de água, proteína e extrato etéreo nas carcaças, em função do nível de concentrado e teor de PB na dieta, nas fases de recria e engorda

	Nível de concentrado (%)				Teor de PB		CV (%)
	20	40	60	80	15	18	
Recria							
Músculo	67,21	62,31	63,24	59,85	62,05a	64,25a	8,38
Gordura	19,37	22,94	24,11	26,62	24,02a	22,49a	23,77
Osso	14,81	15,76	14,26	14,89	15,17a	14,69a	5,57
RELMO	4,55	3,96	4,45	4,03	4,10a	4,39a	8,79
RELGM	0,289	0,372	0,385	0,463	0,402a	0,353a	35,48
Água	62,03	60,19	58,22	58,82	60,38a	59,25a	3,31
Proteína	17,86	17,20	18,33	19,89	19,13a	17,52a	7,54
Extrato etéreo	12,74	14,83	17,08	16,39	14,61a	15,90a	14,78
Engorda							
Músculo	58,05	59,44	56,60	59,13	56,63b	59,98a	3,75
Gordura	30,77	29,04	32,53	29,99	32,87a	28,30b	8,00
Osso	13,21	13,46	12,99	13,00	12,73a	13,60a	7,45
RELMO	4,43	4,35	4,36	4,56	4,47a	4,38a	8,57
RELGM	0,532	0,500	0,580	0,507	0,583a	0,476b	11,73
Água	56,83	57,10	56,97	56,59	56,72a	57,04a	4,51
Proteína	17,80	19,45	17,79	17,39	18,50a	17,71a	11,00
Extrato etéreo	18,65	18,34	18,49	18,92	18,78a	18,42a	15,39

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha, para os teores de PB, não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Conclusões

O aumento dos níveis de concentrado na dieta pode aumentar o rendimento de carcaça.

A seção HH pode ser utilizada para estimar a composição física e o teor de proteína da carcaça, não sendo recomendada para estimar os teores

de água e extrato etéreo, confirmando a necessidade do desenvolvimento de equações específicas para diferentes grupos genéticos.

Maiores teores de PB da dieta podem aumentar a porcentagem de músculo e diminuir a de gordura na carcaça.

Referências Bibliográficas

- AINSLIE, S.J., FOX, D.G., PERRY, T.C. *et al.* 1993. Predicting amino acid adequacy of diets fed to Holstein steers. *J. Anim. Sci.*, 71: 1312-1319.
- ALLEONI, G.F., BOIN, C., LEME, P.R., *et al.* 1997. Avaliação da composição química e física dos cortes da costela para estimar a composição química corporal de novilhos Nelore. *R. Bras. Zootec.*, 26(2):382-390.
- ARAÚJO, G.G.L., SILVA, J.F.C., VALADARES FILHO, S.C., *et al.* 1998. Ganho de peso, conversão alimentar e características da carcaça de bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. *R. Bras. Zootec.*, 27(5):1006-1012.
- BERG, R.T., BUTTERFIELD, R.M. *Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno*. Zaragoza: Acribia, 1979. 297 p. Cap. 1: El crecimiento del ganado vacuno y la producción de carne de vacuno, p. 16-29.
- CASTILLO ESTRADA, L.H. *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. 128p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., MUNIZ, E.B., *et al.* 2000. Características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal, tamanho dos órgãos internos e conteúdo gastrointestinal de bovinos F1 Simental x Nelore alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. *Rev. Bras. Zootec.*, 29(4):1174-1182.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C., *et al.* 1999. Consumo, conversão alimentar, ganho de peso e características da carcaça de bovinos F1 Simental x Nelore. *R. Bras. Zootec.*, 28(2):343-351.
- GALVÃO, J.G., FONTES, C.A.A., PIRES, C.C. *et al.* 1991. Características e composição física da carcaça de bovinos não-castrados, abatidos em três estágios de maturidade (estudo II) de três grupos raciais. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, 20(5):502-512.
- GESUALDI JÚNIOR, A., PAULINO, M.F., VALADARES FILHO, S.C., *et al.* 2000. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: características de carcaça. *Rev. Bras. Zootec.*, 29(5):1467-1473.

- HANKINS, O.G., HOWE, P.E. 1946. *Estimation of the composition of beef carcasses and cuts*. Washington, D.C. (Tech. Bulletin - USDA, 926).
- ÍTAVO, L.C.V. *Consumo, digestibilidade e eficiência microbiana de novilhos alimentados com 20, 40, 60 e 80% de concentrado*. Viçosa, MG: UFV. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- JORGE, A.M. *Ganho de peso, conversão alimentar e características da carcaça de bovinos e bubalinos*. Viçosa, MG: UFV. 97p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- JORGE, A.M., FONTES, C.A., PAULINO, M.F., *et al.* 1999. Tamanho relativo dos órgãos internos de zebuínos sob alimentação restrita e *Ad libitum*. *Rev. Bras. Zootec.*, 29(4):1174-1182.
- JORGE, A.M., FONTES, C.A., SOARES, J.E., *et al.* 1997. Características quantitativas da carcaça de bovinos e bubalinos, abatidos em diferentes estádios de maturidade. *Rev. Bras. Zootec.*, 26(5):1039-1047.
- LUCHIARI FILHO, A. *Pecuária da carne bovina*. 1^a ed. - São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.
- MEISSNER, H.H., SMUTS, M., COERTZE, R.J. 1995. Carcteristics and efficiency of fast growing feedlot steers fed different dietary energy concentration. *J. Anim. Sci.*, 73(4):931-936.
- MOLETTA, J.L., RESTLE, J. 1996. Características de carcaças de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 25(5):876-888.
- MOURA, A.C., LUCHIARI FILHO, A., JUNQUEIRA, F.J. 1998. Avaliação de carcaças de bovinos jovens $\frac{1}{2}$ Beefalo + $\frac{1}{2}$ Nelore, $\frac{1}{2}$ Canchim + $\frac{1}{2}$ Nelore e Nelore tipo comercial. *Rev. Bras. Zootec.*, 27(4):797-800.
- MÜLLER, L. 1987. *Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. 31p.
- MUNIZ, E.B., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C. *et al.* Características das carcaças de novilhos F₁ simental x nelore alimentados com vários níveis de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: SBZ, 1997, p. 328.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. *Nutrients requirements of beef cattle*. 7. Ed. Washington, D.C. 242p.
- NOUR, A.Y.M. E THONNEY, M.L. 1994. Chemical composition of angus and Holstein carcasses predicted from rib section composition. *J. Anim. Sci.*, 72: 1239-1241.
- OLIVEIRA, S.R. *Desempenho e características da carcaça de novilhos Nelores não-castrados*. Viçosa, MG: UFV. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- PATTERSON, D.C., STEEN, R.W., KILPATRICK, D.J. 1995. Growth and development in beef cattle. 1. Direct and residual effect of plane of nutrition during early life on components of gain and food efficiency. *J. Agric. Sci.*, 124(1): 91-100.
- PERON, A.J., FONTES, C.A.A., LANA, R.P. *et al.* 1993. Rendimento de carcaça e de seus cortes básicos e área corporal de bovinos de cinco grupos genéticos, submetidos a alimentação restrita e "ad libitum". *R. Soc. Bras. Zootec.*, 22(2):238-247.
- PRESTON, T.R., WILLIS, M.B. 1974. *Intensive beef production*. 2.ed. Oxford, Pergamon Press. 546 p.
- SAINZ, R.D. Qualidade das carcaças e da carne bovina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 2, 1996. s.p.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa:UFV, Impr. Univ. 165p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA SAEG - *Sistema de análises estatísticas e genética*. Viçosa, MG, 1995. (Apostila).

Biometria do Trato Gastrointestinal e dos Órgãos Internos de Novilhos Nelore Recebendo Dietas Com Diferentes Níveis de Concentrado e Proteína

Resumo - Foram utilizados 36 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg, sendo quatro novilhos de referência e o restante distribuído em oito tratamentos, com quatro diferentes níveis de concentrado nas dietas (20; 40; 60 e 80%) e dois níveis de proteína bruta (PB) (15 e 18%). A fase de recria foi avaliada até 360 kg de peso vivo, e a fase de engorda até 450 kg de peso vivo. O volumoso utilizado foi feno de capim *Tifton* (*Cynodon dactylon*). Após o abate, o trato gastrointestinal, bem como todas as outras partes do corpo do animal, foram pesados para obtenção do peso de corpo vazio final. De cada animal abatido, foram pesados cabeça, couro, pés, rabo, sangue, rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, gordura interna (mesentério mais gorduras perirenal e pericardíaca), coração, rins, fígado, baço e pulmões. Na fase de recria, os pesos dos rins, baço, pulmões e fígado não foram influenciados ($P>0,01$) pelos níveis de concentrado e pelos teores de PB da dieta, a gordura interna, expressa em relação ao PCVZ, não foi influenciada pelos níveis de concentrado, e os pesos dos órgãos na fase de recria não foram influenciados ($P>0,01$) pelos teores de PB da dieta. Na recria, os constituintes do trato gastrointestinal não foram influenciados pelos níveis de concentrado da dieta. Na engorda, os níveis de concentrado não influenciaram ($P>0,01$) o peso dos órgãos e da gordura interna. Já os teores de PB influenciaram positivamente ($P<0,01$) os pesos absolutos e relativos dos rins, pulmões e fígado. Na fase de engorda, os pesos do abomaso, intestino delgado, intestino grosso e conjunto de intestinos não foram influenciados pelos níveis de concentrado da dieta. Os pesos relativos do rúmen+retículo, estômagos e trato gastrointestinal apresentaram comportamento linear decrescente com o aumento dos níveis de concentrado. Os teores de PB não influenciaram ($P>0,01$) os pesos dos constituintes do trato gastrointestinal em nenhuma das formas expressas nem nas duas fases estudadas. Na recria, houve interação de nível de concentrado e nível de proteína para peso absoluto do coração, intestino delgado e conjunto de intestinos. O peso do conjunto

cabeça-pés-rabo, do sangue e do couro, expresso em kg, e o comprimento do intestino delgado, do intestino grosso e dos intestinos não foram influenciados pelos níveis de concentrado nem pelo teor de PB da dieta em nenhuma das fases (recria e engorda).

Palavras-chave: Nelore, órgãos, trato gastrintestinal

Biometric of Gastrointestinal Tract and Internal Organs of Nellore Bulls Receiving Diets With Different Concentrate and Protein Levels

Abstract - Thirty six Nellore bulls, with 240 kg initial live weight (LW), were used. Four were reference bulls and the remaining were distributed in eight treatments, with four different concentrate levels in the diets (20; 40; 60 and 80%) and two crude protein (CP) levels (15 and 18%). The growing phase was evaluated up to 360 kg of LW, and the fattening phase up to 450 kg of LW. The roughage used was Tyfton grass hay (*Cynodon dactylon*). After the slaughter, the gastrointestinal tract (GIT), as well as all the other parts of the animal's body, were weighted to obtain the empty body weight (EBW). Of each slaughtered animal, the head, leather, feet, tail, blood, rumen, reticulum, omasum, abomasum, small intestine, large intestine, internal fat (mesenterium plus perirenal and pericardia fats), heart, kidneys, liver, spleen and lungs were weighted. In the growing phase, the kidneys, spleen, lungs and liver weights were not influenced ($P>0.01$) by the diet concentrate and CP levels, independent of the form of expression. The internal fat, expressed relative to EBW, was not influenced by the concentrate levels. The diet CP level did not influence ($P>0.01$) the organs weights in the growing phase. In the fattening phase, the concentrate levels did not influence ($P>0.01$) the organs and internal fat weights. The CP level had a positive influence ($P<0.01$) on the kidneys, lungs and liver absolute and relative weights. In the growing phase, the GIT constituents were not influenced by the diet concentrate levels. In the fattening phase, the diet concentrate levels did not influence the abomasum, small intestine, large intestine and intestines weights. The rumen+reticulum, stomachs and GIT relative weights presented a decreasing linear behavior with the concentrate levels increase. The CP level did not influence ($P>0.01$) the GIT constituents weights in any of the expressed forms, nor in both studied phases. In the growing phase, there was an interaction between the concentrate level and the protein level for the heart, small intestine and intestines absolute weights. The head-foot-tail group, blood and

leather weights, expressed in kg, and the small intestine, large intestine and intestines lengths were not influenced by the diet concentrate or CP levels in both phases (growing and fattening phases).

Key words: gastrointestinal tract, Nellore, organs

Introdução

Em estudos de exigências energéticas dos animais, a determinação do tamanho relativo de seus órgãos internos é importante, já que diferenças nas partes não-integrantes da carcaça podem induzir variações nos requisitos energéticos para manutenção (OWENS *et al.*, 1995; FERRELL e JENKINS, 1998a,b). O tamanho dos órgãos internos também influencia o rendimento da carcaça (JONES *et al.*, 1985).

FERRELL e JENKINS (1998a,b) relataram que variações na manutenção e na eficiência do ganho são, freqüentemente, mais associadas com o peso e a atividade metabólica de órgãos viscerais, como intestino e fígado. Segundo CATTON e DHUYVETTER (1997), os tecidos viscerais consomem cerca de 50% da energia destinada para manutenção, enquanto os músculos, embora apresentem maior massa no corpo vazio dos animais, consomem apenas 23% do total da energia para manutenção, em animais confinados. Isto porque certos tecidos associados com digestão e metabolismo, como o trato gastrointestinal e o fígado, têm maior *turnover* protéico que o músculo esquelético (OWENS *et al.*, 1993). HOOG (1991) relatou que os tecidos do trato gastrointestinal (TGI) podem contribuir com mais de 40% da síntese protéica, e o fígado, com 18%.

JONES *et al.* (1985) compararam os pesos dos órgãos e da gordura visceral de animais mestiços e Holandeses, alimentados com dietas à base de concentrado e à base de forragens, e observaram maiores pesos destes componentes no corpo vazio dos animais cujas dietas tinham maiores proporções de concentrado. Estes autores concluíram que os animais pertencentes à raça Holandesa apresentaram maiores órgãos viscerais, trato digestivo e depósito de gordura visceral, com conseqüente menor rendimento de carcaça, já que o grau de musculosidade é negativamente correlacionado com o tamanho da cavidade corporal.

Evidências de que a proporção volumoso:concentrado na dieta, o local de deposição de gordura e o tamanho e as taxas metabólicas dos órgãos e tecidos também influenciam os requisitos energéticos para manutenção dos animais foram observadas por vários autores, entre eles OWENS *et al.* (1995), os quais relataram que, em raças com aptidão leiteira, os maiores depósitos de

gordura se encontram nos componentes “não-carcaça”, ocasionando maior exigência para manutenção.

De maneira geral, o peso percentual dos órgãos internos de animais abatidos mais pesados (mais velhos) em relação aos mais leves (mais jovens) representa menor proporção do peso corporal vazio (JORGE *et al.*, 1999). Segundo BERG e BUTTERFIELD (1976), isto ocorre porque os órgãos vitais apresentam maior desenvolvimento em fase mais precoce da vida do animal e, à medida que a idade do animal avança, a velocidade de crescimento do tecido muscular e, principalmente, do tecido adiposo é maior, passando os órgãos internos a representar menor proporção do peso corporal vazio.

PERON *et al.* (1993) compararam bovinos abatidos no início do experimento (mais leves) com animais submetidos à restrição alimentar ou alimentados à vontade (mais pesados) e concluíram que o peso do TGI foi menor em animais submetidos à restrição alimentar. JORGE *et al.* (1999) também observaram redução dos compartimentos do TGI e do fígado de bovinos submetidos à restrição alimentar. O tamanho do fígado de novilhos respondeu rapidamente às mudanças de consumo alimentar, apresentando desenvolvimento linear em resposta ao consumo de energia metabolizável (JOHNSON *et al.*, 1990).

Dessa forma, avaliaram-se a biometria do trato gastrointestinal e dos órgãos internos de novilhos Nelore nas fases de recria, até 360 kg, e engorda, até 450 kg, recebendo dietas com quatro níveis de concentrado e dois níveis de proteína (PB).

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. Foram utilizados 32 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg. Os animais foram pesados e distribuídos em oito tratamentos, com quatro diferentes níveis de concentrado nas dietas (20; 40; 60 e 80%) e dois níveis de PB (15 e 18%), na base da MS, em esquema fatorial 4 x 2 (níveis de concentrado x níveis de

proteína), no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições na fase de recria e duas repetições na fase de engorda. A fase de recria foi avaliada de 240 kg até 360 kg de peso vivo e a fase de engorda de 360 kg até 450 kg de peso vivo. O volumoso foi composto de feno de capim *Tifton* (*Cynodon dactylon*). As rações foram formuladas de acordo com o NRC (1996). Todas as rações foram formuladas para conter aproximadamente 32% dos compostos nitrogenados totais na forma de compostos nitrogenados não protéicos. A composição bromatológica das dietas encontra-se na Tabela 1.

As determinações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN) foram feitas conforme técnicas descritas por SILVA (1990). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos do experimento de ÍTAVO (2001).

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma vez ao dia, e ajustados de forma a manter sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Foi realizada uma pesagem dos animais no início do experimento e, periodicamente, a cada 28 dias. À medida que um animal se aproximava do peso de abate preestabelecido, 360 ou 450 kg (recria e engorda, respectivamente), era pesado a intervalos menores. Antes do abate, os animais foram submetidos a um jejum de 16 horas. Após o abate, o trato gastrointestinal foi esvaziado e lavado. Após escoamento da água de lavagem, o trato gastrointestinal, bem como todas as outras partes do corpo do animal, foram pesados para obtenção do peso de corpo vazio final. De cada animal abatido, foram pesados cabeça, couro, pés, rabo, sangue, rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, gordura interna (mesentério mais gorduras perirenal e pericardíaca), coração, rins, fígado, baço e pulmões.

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

Nível de concentrado (%)	20		40		60		80	
Teor de PB	15	18	15	18	15	18	15	18
MS %	88,21	88,28	88,05	88,09	87,79	87,92	87,58	87,67
PB ¹	15,67	18,85	15,10	17,63	15,11	18,26	14,52	17,11
EE ¹	2,30	2,05	3,03	1,76	2,46	2,13	1,95	1,93
FDN ^{1,2}	62,37	60,60	48,62	46,46	37,90	34,62	25,94	19,65
NDT ¹	73,80	73,16	77,73	79,33	79,61	81,46	81,94	78,39

¹ % na matéria seca.

² FDN corrigida para cinzas e proteína.

Os resultados foram interpretados, estatisticamente, por meio de análises de variância e de regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 1995). Os critérios utilizados para escolha dos modelos foram o coeficiente de determinação (r^2/R^2 , em %) ajustado, que foi calculado como a relação entre a soma de quadrado da regressão e a soma de quadrado de tratamento, e a significância observada entre tratamentos por meio do teste F, em níveis de 1 ou 5% de probabilidade. Os coeficientes de regressão foram comparados pelo teste “t” a 1 e a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 são apresentadas as médias e a equação de regressão ajustada do peso absoluto, em kg, e relativo, em % do peso de corpo vazio (PCVZ), dos órgãos e da gordura interna, em função dos níveis de concentrado e do teor de PB da dieta, na fase de recria. Foi verificada, para o peso absoluto do coração, interação ($P < 0,01$) dos níveis de concentrado com os teores de PB da dieta, que será comentada posteriormente (Tabela 4).

Tabela 2 - Médias, coeficientes de variação (CV, %) e equação de regressão ajustada para os pesos absolutos, em kg e em % do PCVZ, dos rins, baço, coração, pulmões, fígado e gordura interna em função do nível de concentrado (nc) e teor de PB na dieta, na fase de recria e o respectivo coeficiente de determinação (R^2)

Itens	Nível de concentrado (%)				Teor de PB		CV (%)
	20	40	60	80	15	18	
Kg							
Rins	0,66	0,64	0,71	0,74	0,69	0,69	9,78
Baço	1,05	1,00	1,09	1,13	1,10	1,03	14,48
Pulmões	2,13	2,16	2,58	2,66	2,47	2,30	27,79
Fígado	4,09	4,66	4,73	4,46	4,17	4,80	17,59
Gordura interna ¹	10,71	14,02	14,67	12,51	12,50	13,45	12,20
% PCVZ							
Rins	0,222	0,201	0,226	0,229	0,225	0,214	12,32
Baço	0,355	0,312	0,345	0,348	0,358	0,322	17,87
Coração	0,390	0,374	0,437	0,393	0,407	0,390	9,34
Pulmões	0,714	0,676	0,810	0,822	0,795	0,716	24,08
Fígado	1,367	1,462	1,483	1,377	1,346	1,499	14,19
Gordura interna	3,58	4,41	4,67	3,87	4,06	4,20	14,42

¹ $\hat{Y} = 4,61988 + 0,372351^{**}nc - 0,003421^{**}nc^2$ $R^2=0,99$;

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste "t".

Na fase de recria, os pesos dos rins, baço, pulmões e fígado não foram influenciados ($P>0,01$) pelos níveis de concentrado e pelos teores de PB da dieta, independente da forma expressa. O peso absoluto da gordura interna apresentou-se de forma quadrática, estimando-se valor máximo de 14,75 kg com uma dieta com 54,42% de concentrado. Quando a gordura interna foi expressa em relação ao PCVZ, não foi influenciada pelos níveis de concentrado. Os teores de PB da dieta não influenciaram ($P>0,01$) os pesos dos órgãos nesta fase.

Na Tabela 3 estão apresentados os pesos absolutos e relativos do rúmen-retículo (RURE), omaso (OMA), abomaso (ABO), conjunto de

estômagos, (ESTO), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), conjunto de intestinos (INTES) e o conjunto do trato gastrointestinal (TGI), na fase de recria. Houve interação ($P < 0,01$) dos níveis de concentrado com o teor de PB da dieta para os pesos absolutos, em kg, do intestino delgado e do conjunto de intestinos (Tabela 4). Nesta fase, os constituintes do trato gastrintestinal não foram influenciados pelos níveis de concentrado da dieta.

Tabela 3 - Médias e coeficientes de variação (CV, %) para os pesos absolutos, em kg, e em porcentagem do peso de corpo vazio (% PCVZ) do rúmen-retículo (RURE), omaso (OMS), abomaso (ABO), estômagos (ESTO), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), intestinos (INTES) e trato gastrointestinal (TGI) em função do nível de concentrado (nc) e teor de PB na dieta, na fase de recria

	Nível de concentrado (%)				Teor de PB		CV (%)
Itens	20	40	60	80	15	18	
Kg							
RURE	5,52	5,42	5,22	5,42	5,25	5,54	17,13
OMA	2,13	2,00	1,63	1,59	1,74	1,93	28,32
ABO	0,81	0,84	0,80	0,83	0,77	0,87	33,47
ESTO	8,46	8,25	7,66	7,84	7,76	8,34	20,70
IG	2,27	2,24	2,54	2,51	2,43	2,35	8,25
TGI	14,33	14,48	14,91	14,23	14,19	14,79	12,37
% PCVZ							
RURE	1,85	1,70	1,64	1,67	1,70	1,73	14,59
OMA	0,709	0,626	0,512	0,492	0,563	0,606	25,22
ABO	0,272	0,262	0,253	0,254	0,248	0,273	30,90
ESTO	2,83	2,59	2,41	2,42	2,51	2,61	17,92
ID	1,22	1,26	1,49	1,20	1,31	1,28	14,31
IG	0,76	0,70	0,80	0,78	0,79	0,73	7,70
INTES	1,98	1,96	2,29	1,98	2,09	2,01	10,06
TGI	4,80	4,54	4,70	4,40	4,60	4,62	10,74

Os pesos absolutos do coração, intestino delgado e conjunto dos intestinos estão apresentados na Tabela 4, decompostos em níveis de concentrado por teor de PB da dieta, devido à interação existente entre as duas variáveis. Os níveis de concentrado não influenciaram ($P>0,01$) estes constituintes, na dieta com 15% de PB. Na dieta com 18% PB, o peso do coração apresentou uma resposta cúbica e os do intestino delgado e do conjunto dos intestinos apresentaram um resposta quadrática.

Tabela 4 - Médias e equações de regressão ajustadas para os pesos absolutos, em kg, do coração, intestino delgado (ID) e intestinos (INTES), em função do nível de concentrado e teor de PB na fase de recria

Teor de PB	Nível de concentrado (%)				Equação
	20	40	60	80	
Coração					
15	1,17	1,31	1,19	1,35	$\hat{Y} = 1,26$
18	1,15	1,07	1,58	1,20	$Y=3,3209-0,1852^{**}nc+0,00446^{**}nc^2-0,00003^{**}nc^3 \quad r^2 = 1,00$
ID					
15	4,11	4,31	3,95	3,62	$\hat{Y} = 4,00$
18	3,10	3,69	5,49	4,15	$Y=0,4682+0,1448^{**}nc-0,0012^{**}nc^2 \quad r^2 = 0,69$
INTES					
15	6,40	6,56	6,33	6,42	$\hat{Y} = 6,43$
18	5,35	5,91	8,18	6,37	$Y=2,1535+0,1749^{**}nc-0,00148^{**}nc^2 \quad r^2=0,63$

** e * Significativo a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste "t", respectivamente.

Na Tabela 5 são apresentadas as médias do peso absoluto, em kg, e relativo, em % do peso de corpo vazio (PCVZ), dos órgãos e da gordura interna, em função dos níveis de concentrado e do teor de PB da dieta, na fase de engorda. Os níveis de concentrado não influenciaram ($P>0,01$) o peso dos órgãos e da gordura interna, contrariando os resultados da literatura, que relata um aumento linear do peso dos rins, baço, fígado e gordura interna, com o aumento do nível energético da dieta (JONES *et al.* 1985; FERREIRA *et al.*,

2000; VÉRAS, 2000). Possivelmente, o que realmente ocorre é uma diminuição do tamanho destes órgãos quando a concentração energética da dieta está abaixo do potencial genético dos animais (PERON *et al.*, 1993; JORGE *et al.*, 1999), numa tentativa de priorizar nutrientes para outros órgãos vitais, tais como coração, pulmões e cérebro. Como, neste experimento, as dietas com menores níveis de concentrado já apresentaram um bom valor energético, como pode ser observado pelo valor de NDT na Tabela 1, elas não permitiram que o tamanho dos órgãos diminuísse. Já os teores de PB influenciaram positivamente ($P<0,01$) os pesos absolutos e relativos dos rins, pulmões e fígado.

Tabela 5 - Médias e coeficientes de variação (CV, %) para os pesos absolutos, em kg e em % do PCVZ, dos rins, baço, coração, pulmões, fígado e gordura interna em função do nível de concentrado (nc) e teor de PB na dieta, na fase de engorda

Itens	Nível de concentrado (%)				Teor de PB		CV (%)
	20	40	60	80	15	18	
Kg							
Rins	0,81	0,76	0,79	0,71	0,72b	0,82a	6,77
Baço	1,06	1,10	0,99	1,24	1,11a	1,08a	9,21
Coração	1,37	1,37	1,40	1,35	1,36a	1,38a	3,95
Pulmões	2,30	2,26	2,15	2,19	2,07b	2,38a	11,55
Fígado	4,80	4,73	5,04	4,68	4,48b	5,15a	6,86
Gordura interna	17,88	25,63	25,57	22,22	22,56a	23,09a	30,71
% PCVZ							
Rins	0,212	0,194	0,198	0,180	0,183b	0,209a	6,94
Baço	0,277	0,283	0,247	0,313	0,284a	0,276a	12,28
Coração	0,357	0,352	0,351	0,342	0,349a	0,353a	5,90
Pulmões	0,602	0,577	0,540	0,553	0,529b	0,607a	8,87
Fígado	1,255	1,211	1,263	1,178	1,143b	1,310a	4,38
Gordura interna	4,68	6,59	6,42	5,54	5,75a	5,87a	30,07

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha, para os teores de PB, não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 6 estão apresentados as médias e as equações de regressão ajustadas para os pesos absolutos e relativos do rúmen-retículo (RURE), omaso (OMA), abomaso (ABO), conjunto de estômagos, (ESTO), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), conjunto de intestinos (INTES) e o conjunto do trato gastrointestinal (TGI), na fase de engorda.

Tabela 6 - Médias, coeficientes de variação (CV, %) e equações de regressão ajustadas para os pesos absolutos, em kg, e em porcentagem do peso de corpo vazio (% PCVZ) do rúmen retículo (RURE), omaso (OMA), abomaso (ABO), estômagos (ESTO), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), intestinos (INTES) e trato gastro intestinal (TGI) em função do nível de concentrado (nc) e teor de PB na dieta, na fase de engorda e os respectivos coeficiente de determinação (r^2)

	Nível de concentrado (%)				Teor de PB		CV (%)
Itens	20	40	60	80	15	18	
kg							
RURE ¹	6,59	5,59	4,93	4,80	5,20	5,76	12,54
OMA	2,36	1,88	2,06	1,65	1,91	2,07	14,82
ABO	0,91	0,92	0,87	1,01	0,89	0,96	10,13
ESTO²	9,86	8,39	7,86	7,46	8,00	8,79	11,23
ID	3,84	4,58	4,34	4,59	4,23	4,45	11,76
IG	2,76	2,99	2,85	2,77	2,75	2,93	8,55
INTES	6,61	7,58	7,19	7,36	6,99	7,38	7,48
TGI	16,47	15,97	15,04	14,82	14,98	16,17	6,85
% PCVZ							
RURE ³	1,72	1,43	1,23	1,21	1,33	1,47	9,86
OMA ⁴	0,616	0,483	0,516	0,513	0,487	0,527	12,96
ABO	0,237	0,235	0,217	0,255	0,227	0,245	9,56
ESTO⁵	2,57	2,15	1,97	1,87	2,04	2,24	8,48
ID	1,00	1,17	1,09	1,16	1,08	1,14	13,31
IG	0,72	0,77	0,71	0,70	0,70	0,75	7,75
INTES	1,73	1,94	1,80	1,86	1,78	1,89	8,63
TGI⁶	4,30	4,09	3,77	3,74	3,82	4,13	4,89

¹ $\hat{Y} = 6,98825 - 0,02944^{**}nc$ $r^2=0,91$;

² $\hat{Y} = 10,3260 - 0,03803^{**}nc$ $r^2=0,90$;

³ $\hat{Y} = 1,82965 - 0,00846^{**}nc$ $r^2=0,90$;

⁴ $\hat{Y} = 0,65094 - 0,00294^{**}nc$ $r^2=0,80$;

⁵ $\hat{Y} = 2,70771 - 0,01120^{**}nc$ $r^2=0,90$;

⁶ $\hat{Y} = 4,47200 - 0,00995^{**}nc$ $r^2=0,94$;

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste "t".

Os pesos do ABO, ID, IG e INTES não foram influenciados pelos níveis de concentrado da dieta. Os pesos relativos do RURE, OMA, ESTO e TGI apresentaram comportamento linear decrescente com o aumento dos níveis de concentrado. Possivelmente, esta diminuição do peso do TGI, na fase de engorda, tenha sido causada pela menor quantidade do conteúdo do trato gastrointestinal das dietas com maiores teores de concentrado (SILVA, 2001). Já FERREIRA *et al.* (2000) observaram respostas lineares crescentes para a maioria dos pesos dos constituintes do trato gastrointestinal e quadrática para o peso do rúmen-retículo. VÉRAS (2000) também observou resposta quadrática para o peso do rúmen-retículo, mas demonstrou ausência de resposta para a maioria dos pesos dos outros constituintes do TGI.

Os teores de PB não influenciaram ($P>0,01$) os pesos dos constituintes do TGI em nenhuma das formas expressas nas duas fases estudadas.

As médias de peso do conjunto cabeça-pés-rabo, do sangue e do couro, expressos em kg, e do comprimento do intestino delgado, do intestino grosso e dos intestinos, em função dos níveis de concentrado e dos teores de PB, estão apresentadas na Tabela 7. Estas variáveis não foram influenciadas ($P> 0,01$) pelos níveis de concentrado nem pelo teor de PB da dieta em nenhuma das fases (recria e engorda). OLIVEIRA (1998) e GESUALDI JÚNIOR (1999), trabalhando com novilhos Nelore e F1 Limousin x Nelore, respectivamente, na fase de engorda, não observaram efeito dos níveis de concentrado sobre os pesos do conjunto cabeça-pés-rabo, do sangue e do couro. Qualquer influência dos tratamentos sobre os pesos destas partes (principalmente, cabeça, pés e couro) poderia influenciar, de forma negativa, o rendimento de carcaça, pois as mesmas não integram a carcaça.

Tabela 7 - Médias e coeficientes de variação (CV, %) para o conjunto cabeça-pés-rabo (CCAPERÁ), sangue e couro, expressos em kg, e intestino delgado (ID), intestino grosso (IG) e total de intestinos (TI), expressos em metros, em função do nível de concentrado (nc) e teor de PB na dieta, nas fases de recria e engorda

Itens	Nível de concentrado (%)				Teor de PB		CV (%)
	20	40	60	80	15	18	
Recria							
CCAPERÁ	20,67	21,52	21,56	22,56	22,05	21,11	7,75
Sangue	13,03	12,82	12,87	14,61	13,24	13,42	16,21
Couro	29,50	33,58	29,60	32,61	31,57	31,08	7,14
ID	33,31	39,06	38,53	37,66	37,37	36,91	10,64
IG	8,19	8,33	8,25	8,63	8,08	8,62	7,58
TI	41,50	47,38	46,78	46,30	45,45	45,52	8,64
Engorda							
CCAPERÁ	24,77	23,84	24,58	24,37	24,52	24,26	3,08
Sangue	15,68	14,70	14,10	14,81	14,63	15,01	12,53
Couro	39,05	33,70	35,70	35,75	35,31	36,79	8,77
ID	38,69	40,24	37,12	35,53	38,14	37,65	10,03
IG	8,79	8,75	8,07	8,76	8,29	8,90	7,30
TI	47,48	48,99	45,19	44,29	46,43	46,55	8,30

Conclusões

Quando o volumoso possui bom valor nutritivo (NDT > 60%), os níveis de concentrado não influenciam o peso dos órgãos. Já, maiores teores de PB na dieta podem elevar o peso dos rins, pulmões e fígado.

Os pesos do rúmen-retículo e do omaso são menores em dietas com maiores níveis de concentrado.

O conteúdo do trato gastrointestinal é um dos itens mais importantes para redução do rendimento de carcaça.

Referências Bibliográficas

- BERG, R.T., BUTTERFIELD, R.M. 1976. *New concepts of cattle growth*. New York: Sydney University. 240p.
- CATTON, J.S., DHUYVETTER, D.V. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: Requirements and responses. *J. Anim. Sci.*, 75:533-542.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., MUNIZ, E.B., *et al.* 2000. Características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal, tamanho dos órgãos internos e conteúdo gastrointestinal de bovinos F1 Simental x Nelore alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. *Rev. Bras. Zootec.*, 29(4):1174-1182.
- FERRELL, C.L., JENKINS, T.G. 1998a. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: I. Angus, Belgian Blue, Hereford, and Piedmontese Sires. *J. Anim. Sci.*, 76:637-646.
- FERRELL, C.L., JENKINS, T.G. 1998b. 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. *J. Anim. Sci.*, 76:647-657.
- GESUALDI JÚNIOR, A. *Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore em confinamento: desempenho produtivo e características de carcaça*. Viçosa, MG: UFV. 62p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- HOOG, B.W. 1991. Compensatory growth in ruminants. In: PEARSON, A. M. DUTSON, T. R. (Ed). *Growth regulation in farm animals*. London: Elsevier Applied Science, p.103-134.
- ÍTAVO, L.C.V. *Consumo, digestibilidade e eficiência microbiana de novilhos alimentados com 20, 40, 60 e 80% de concentrado*. Viçosa, MG: UFV. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- JOHNSON, D.E., JOHNSON, K.A., BALDWIN, R.L. 1990. Changes in liver and gastrointestinal tract energy demands in response to physiological workload in ruminants. *J. Nutr.*, 120(2):649-655.

- 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.
- JORGE, A.M., FONTES, C.A., PAULINO, M.F., *et al.* 1999. Tamanho relativo dos órgãos internos de zebuínos sob alimentação restrita e *ad libitum*. *Rev. Bras. Zootec.*, 28(2):374-380.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. *Nutrients requirements of beef cattle*. 7. Ed. Washington, D.C. 242p.
- OLIVEIRA, S.R. *Desempenho e características da carcaça de novilhos Nelores não-castrados*. Viçosa, MG: UFV. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- OWENS, F.N., DUBESKI, P., HANSON, C.F. 1993. Factors that alter the growth and development of ruminants. *J. Anim. Sci.*, 71:3138-3150.
- 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.*, 73:3152-3172.
- PERON, A.J., FONTES, C.A.A., LANA, R.P. *et al.* 1993. Tamanho dos órgãos internos e distribuição da gordura corporal em novilhos de cinco grupos genéticos, submetidos à alimentação restrita e "ad libitum". *R. Soc. Bras. Zootec.*, 22(5):813-819.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa:UFV, Impr. Univ. 165p.
- SILVA, F.F. *Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (de energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína*. Viçosa, MG: UFV, 2001, 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA SAEG - *Sistema de análises estatísticas e genética*. Viçosa, MG, 1995. (Apostila).
- VÉRAS, A.S.C. *Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado*. Viçosa, MG: UFV, 2000. 192p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

Composição Corporal e Requisitos Energéticos e Protéicos de Bovinos Nelore, Não-Castrados, Alimentados Com Rações Contendo Diferentes Níveis de Concentrado e de Proteína

Resumo - Foram utilizados 40 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg, sendo quatro novilhos de referência, quatro alimentados para manutenção e o restante distribuído em oito tratamentos, com quatro diferentes níveis de concentrado nas dietas (20; 40; 60 e 80%) e dois níveis de proteína bruta (PB) (15 e 18%). A fase de recria foi avaliada até 360 kg de peso vivo, e a fase de engorda até 450 kg de peso vivo. O volumoso utilizado foi feno de capim *Tyfton* (*Cynodon dactylon*). Após o abate todas as partes do corpo do animal foram pesadas e amostradas. As amostras foram liofilizadas para determinação de matéria seca, pré-desengorduradas com éter, posteriormente moídas e determinado os teores de nitrogênio total e extrato etéreo. Os conteúdos corporais de proteína e gordura foram determinados em função das concentrações destes nas várias partes do corpo. O conteúdo de energia corporal foi determinado pela equação $CE = 5,5405 \times \text{proteína corporal} + 9,3929 \times \text{gordura corporal}$. Os conteúdos de proteína, gordura e energia retidos no corpo foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, gordura ou energia, em função do logaritmo do PCVZ. Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de proteína, gordura, ou energia, em função do logaritmo do PCVZ, foram obtidas as exigências líquidas de proteína e energia, para ganho de 1 kg de PCVZ, a partir de equação $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, sendo a e b a intercepta e o coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de proteína ou energia. As exigências líquidas de energia para manutenção (ELm) foram estimadas como o anti-log da intercepta da equação obtida pela regressão linear entre o logaritmo da produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável (CEM). As exigências de energia líquida para ganho de peso de zebuínos não-castrados podem ser obtidas pela equação: $ELg = 0,0413 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{0,978}$. A ELm foi de 83,70 kcal/PCVZ^{0,75}, para animais não-castrados pertencentes à raça Nelore. Foi obtida a seguinte equação para estimativa da proteína retida (PR), em função

do GMD e da energia retida (ER): $PR = - 39,0169 + 200,638 \text{ GMD} + 0,4166 \text{ ER}$. A exigência líquida de proteína de Nelore, não-castrado diminuiu com o aumento do peso vivo, sendo de 183,22 e 173,72 g/kg GPCVZ para animais de 200 e 400 kg de peso vivo, respectivamente.

Palavras-chave: energia, exigências, Nelore, proteína

Body composition and Energy and Protein Requirements of Nellore Bulls Fed Diets With Different Concentrate and Protein Levels

Abstract - Forty Nellore bulls, with 240 kg initial live weight (LW), were used. Four were reference bulls, four were fed for maintenance, and the remaining were distributed in eight treatments, with four different concentrate levels in the diets (20; 40; 60 and 80%) and two levels of crude protein (CP) (15 and 18%). The growing phase was evaluated up to 360 kg of LW, and the fattening phase up to 450 kg of LW. The roughage used was Tyfton grass hay (*Cynodon dactylon*). After the slaughter, all animal body parts were weighted and sampled. The samples were freeze dried to determine the dry matter, pre-degreased with ether, grinded and total nitrogen and ethereal extract concentrations were determined. The protein and fat body contents were a function of their concentrations in the several parts of the body. The body energy content (EC) was determined by the equation: $EC = 5.5405 \times \text{body protein} + 9.3929 \times \text{body fat}$. The protein, fat and energy contents retained in the body were estimated by regression equations of the logarithm of protein, fat or energy body content, as a function of the logarithm of empty body weight (EBW). By deriving the prediction equations of body content of protein, fat, or energy, as a function of the logarithm of EBW, the net requirements of protein and energy, for gains of 1 kg EBW, were determined. The deriving equation was $Y = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, being a and b intercept and regression coefficient, respectively, of the prediction equations of protein or energy body contents. Net energy requirement for maintenance (NEm) was estimated as the intercept anti-log of the equation obtained by linear regression among the logarithm of heat production and the metabolizable energy intake. The net energy requirement for weight gain of zebu bulls can be obtained by the equation: $NEg = 0.0413 \times EBW^{0.75} \times \text{gain of EBW}^{0.978}$. The NEm for these animals was 83.70 kcal/EBW^{0.75}. The following equation was obtained to estimate the retained protein (RP), as a function of EBW gain and retained energy (RE): $RP = -39.0169 + 200.638 \text{ gain of EBW} + 0.4166 \text{ RE}$. The net protein requirement of Nellore bulls decreased with the increase of the LW, being 183.22 and 173.72 g/kg of EBW gain for animals of 200 and 400 kg of LW, respectively.

Key words: energy, Nellore, protein, requirements

Introdução

A melhoria no desempenho produtivo do rebanho nacional exige o aprofundamento de estudos que possibilitem estabelecer as exigências nutricionais de bovinos em condições brasileiras, considerando a peculiaridade dos animais, e que observem o tipo de alimento empregado, visando a elaboração de rações eficientes e de custo mínimo.

Na formulação de rações, ainda são utilizadas tabelas de exigências nutricionais determinadas em outros países, nos quais os resultados de pesquisa revelam diferenças nos requisitos entre raças e categorias de bovinos, estado fisiológico, regiões e, até mesmo, estações do ano.

O processo de crescimento é o resultado líquido de síntese e degradação e não só simples acréscimos de água, proteína, gordura e minerais no corpo. Existe um paralelismo entre os modelos de crescimento dos componentes químicos (água, proteína, cinzas e gordura) e físicos (músculos, ossos e tecidos adiposos) do corpo do animal. O crescimento de músculo e gordura parece variar largamente entre grupos de animais, ao passo que o crescimento de ossos parece ser semelhante, independente do tipo de bovino. Variações na distribuição destes componentes no corpo do animal podem conduzir a diferenças nos requisitos nutricionais entre raças e cruzamentos (ROBELIN e GEAY, 1984). As diferenças na composição do ganho de peso são responsáveis pela maior exigência de energia para ganho em animais num estágio mais avançado de maturidade fisiológica, pela maior exigência de animais precoces em relação aos tardios a um mesmo peso vivo, e pela maior exigência das fêmeas em relação aos machos inteiros (LANA, 1991).

Em 1963, Lofgreen e GARRETT introduziram o sistema de energia líquida para crescimento e engorda de gado de corte (LOFGREEN e GARRETT, 1968). O sistema separa os requisitos de energia líquida em requisitos de energia para manutenção e ganho de peso (crescimento e engorda). A soma das necessidades de manutenção e ganho representa as exigências líquidas de energia dos animais. Conhecendo-se as exigências líquidas, e levando-se em consideração os fatores de eficiência de utilização da energia alimentar para manutenção e ganho, obtém-se as exigências de energia

metabolizável. As exigências de energia para manutenção variam com o sexo, a raça, a idade, a composição corporal e o nível nutricional do animal (SILVA e LEÃO, 1979; SOLIS *et al.*, 1988). Variações nas exigências de manutenção podem, também, ser explicadas, em parte, por variações nas proporções de vários tecidos ou órgãos do corpo. Alguns estudos sugerem que a proteína do corpo, especialmente em órgãos viscerais, é metabolicamente muito mais ativa que o tecido adiposo e pode responder por diferenças em requisitos de manutenção, por unidade de $PV^{0,75}$, entre diferentes tipos biológicos e estágios de desenvolvimento. A reciclagem protéica e o transporte de íons através das células representam mais de 50% do gasto total de energia para manutenção (BALDWIN *et al.*, 1980). GARRETT (1980) observou que diferenças na intensidade de reciclagem protéica podem ser responsáveis pelos maiores requisitos de energia para manutenção, para um dado peso vivo, em raças bovinas que atingem a maturidade com pesos mais elevados, em machos inteiros em relação a castrados e destes em relação às fêmeas.

Os requisitos de energia líquida para manutenção para o gado de corte foram estimados como 77 kcal por unidade de tamanho metabólico (GARRETT, 1980; NRC, 1996). Segundo o NRC (1996), as exigências de energia para manutenção de raças zebuínas são menores que as encontradas quando se utilizam as equações de LOFGREEN e GARRETT (1968). Para o CNCPS (FOX *et al.*, 1992), os animais zebuínos apresentam exigências de 89% em relação ao valor básico de 77 kcal/kg^{0,75}, usado pelo NRC (1996).

As diferenças nas exigências de energia líquida para manutenção (ELm) entre grupos genéticos podem ser, em parte, explicadas por diferenças no tamanho de seus órgãos internos, que são maiores nos taurinos do que nos zebuínos. JORGE (1993) verificou menor tamanho de órgãos internos de animais Nelore em relação a animais mestiços europeu-zebu. Somando-se a isso, os zebuínos apresentaram menores depósitos de gordura interna (PERON *et al.*, 1993), que são metabolicamente mais ativos e têm influência nas exigências de manutenção (THOMPSON *et al.*, 1983).

SALVADOR (1980) obteve, para novilhos azebuados, ELm de 56 kcal/kg^{0,75}/dia. Trabalhando com animais da raça Nelore, GONÇALVES (1988) e FREITAS (1995) encontraram valores de 59,8 e 50,2 kcal/kg^{0,75}/dia, respectivamente. Para animais de quatro raças zebuínas (Gir, Tabapuã,

Guzerá e Nellore), PAULINO *et al.* (1999a) obtiveram valor de ELm de 60,4 kcal/kg^{0,75}/dia. Por outro lado, BOIN (1995) encontrou valor de 69,8 kcal/kg PCVZ^{0,75}/dia.

Os requisitos de energia líquida para crescimento (ELg) são estimados como a quantidade de energia depositada como matéria orgânica não gordurosa (a maior parte, proteína) mais aquela depositada como gordura (NRC, 1996).

O NRC (1984) ressalta valores variando de 1,2 a 8,0 Mcal/kg de ganho e o ARC (1980) sugere concentração de energia no ganho de peso variando de 8,6 MJ/kg, para animais de 235 kg de peso de corpo vazio, até 16 MJ/kg, para bovinos com 550 kg de peso do corpo vazio.

FONTES (1995), em análise conjunta de vários experimentos, encontrou diferenças na composição corporal e no ganho de energia entre animais castrados e não-castrados; portanto, as exigências líquidas para ganho foram diferentes, de forma que os requisitos nutricionais de bovinos de corte deverão ser estabelecidos separadamente para animais castrados e não-castrados. Os requisitos líquidos de energia estimados para bovinos de 400 kg de PCVZ foram 4,75 Mcal/kg de GPCVZ para Nellore não-castrado e 9,02 Mcal/kg de GPCVZ para Nellore castrado. Já BOIN (1995) encontrou requisitos de 3,5 e 4,4 Mcal/dia para animais Nellores não-castrados e de 5,0 e 6,2 Mcal/dia para Nellores castrados pesando 300 e 400 kg de PCVZ, respectivamente.

As exigências de proteína para manutenção representam as perdas metabólicas fecais, urinárias e descamações. A medida das perdas metabólicas é muito difícil, assim como a separação das perdas microbianas (células completas ou paredes celulares) nas fezes, das verdadeiras perdas metabólicas fecais.

O INRA (1988), utilizando resultados de estudos de balanço de N, que incluíam descamações e perdas metabólicas, urinárias e fecais, determinou que a exigência de proteína metabolizável para manutenção foi de 3,25 g/kg PCVZ^{0,75}/dia. SMUTS (1935) calculou esta mesma exigência em 3,52 g/kg PV^{0,75}/dia. WILKERSON *et al.* (1993) estimaram as exigências de proteína metabolizável para manutenção em 3,8 g/kg PV^{0,75}/dia, utilizando o crescimento

como critério, e não o balanço de N. Este foi o motivo que fez com que o NRC (1996) adotasse este valor.

Os requisitos líquidos de proteína para bovinos em crescimento e terminação são função do conteúdo de matéria seca livre de gordura no peso ganho, e variam com a raça, a classe sexual e a taxa de ganho de peso. São maiores para animais não-castrados do que para castrados e, dentro de um mesmo sexo, são maiores para animais de maturidade tardia do que para os de maturidade precoce (GEAY, 1984), provavelmente devido ao maior potencial para crescimento muscular de animais não-castrados e/ou, de maturidade tardia.

FONTES (1995), analisando, conjuntamente, vários experimentos, apresentou exigências líquidas de proteína para ganho de 1 kg de PCVZ, de animais Nelore + mestiços, de 0,189 e 0,174 kg para animais não-castrados com PCVZ de 200 e 400 kg, respectivamente.

Já os requisitos de proteína metabolizável (PM) são obtidos pela relação entre os requisitos líquidos e a eficiência de utilização da proteína. O AFRC (1993) preconizou a eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho de peso como 59%. Já o NRC (1996), considerando que a eficiência de utilização da PM varia de acordo com o PV, padronizou uma equação para estimativa da eficiência de utilização da PM para bovinos com peso vivo menor que 300 kg e, para animais com peso vivo maior que 300 kg, preconizou esta eficiência em 49,2%.

Os objetivos do presente trabalho foram determinar a composição corporal e as exigências de energia e proteína de animais Nelore não-castrados, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado e de proteína.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. Foram utilizados 40 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg. Quatro novilhos foram abatidos após o período de adaptação de 30 dias (grupo referência), servindo

de referência nos estudos subseqüentes. Quatro novilhos foram alimentados com uma dieta contendo 60% de concentrado e 15% de PB, em consumo restrito de 1,2% do peso vivo (grupo manutenção), para atender os requisitos energéticos de manutenção, calculados segundo o NRC (1996). Os 32 animais restantes foram pesados e distribuídos em oito tratamentos, com quatro níveis de concentrado nas dietas (20; 40; 60 e 80%) e dois níveis de PB (15 e 18%), na base da MS, em esquema fatorial 4 x 2 (níveis de concentrado x níveis de proteína), no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições na fase de recria e duas repetições na fase de engorda. A fase de recria foi avaliada de 240 kg até 360 kg de peso vivo, e a fase de engorda, de 360 kg até 450 kg de peso vivo. O volumoso foi composto de feno de capim Tifton (*Cynodon dactylon*). As rações foram formuladas de acordo com o NRC (1996). Todas as rações foram formuladas para conter próximo de 32% de compostos nitrogenados não protéicos. A composição bromatológica das dietas encontra-se na Tabela 1.

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma vez ao dia, e ajustados de forma a manter sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Foi realizada uma pesagem dos animais no início do experimento e, periodicamente, a cada 28 dias. À medida que um animal se aproximava do peso de abate preestabelecido, 360 ou 450 kg (recria e engorda, respectivamente), era pesado a intervalos menores. Antes do abate, os animais foram submetidos a jejum de 16 horas. Após o abate, o trato gastrointestinal foi pesado, esvaziado, lavado e seu peso, após escorrer a água, foi somado ao dos órgãos e das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e sangue) para determinação do PCVZ. A relação obtida entre o PCVZ e o peso vivo (PV) dos animais referência foi utilizada para a estimativa do PCVZ inicial dos animais que permaneceram no experimento. Dentro de cada tratamento, aleatoriamente foi sorteado um animal para representá-lo, do qual foram retiradas amostras da cabeça e de um membro anterior e de outro posterior, para, em seguida, proceder a separação física de músculos, gordura, ossos e couro.

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

Nível de concentrado (%)	20		40		60		80	
Teor de PB	15	18	15	18	15	18	15	18
MS %	88,21	88,28	88,05	88,09	87,79	87,92	87,58	87,67
PB ¹	15,67	18,85	15,10	17,63	15,11	18,26	14,52	17,11
EE ¹	2,30	2,05	3,03	1,76	2,46	2,13	1,95	1,93
FDN ^{1,2}	62,37	60,60	48,62	46,46	37,90	34,62	25,94	19,65
NDT ¹	73,80	73,16	77,73	79,33	79,61	81,46	81,94	78,39

¹ % na matéria seca.

² FDN corrigida para cinzas e proteína.

As amostras de sangue foram colhidas imediatamente após o abate, acondicionadas em recipiente de vidro e levadas à estufa de ventilação forçada, a 55-60°C, durante 48 a 72 horas, para determinação do teor de matéria seca (MS), sendo, a seguir, moídas em moinho de bola e acondicionadas em recipientes apropriados, para posteriores análises de nitrogênio total e extrato etéreo, conforme SILVA (1990), sendo que o teor de proteína foi obtido pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25.

A carcaça de cada animal foi dividida em duas meia-carcaças, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a -5°C, durante 18 horas. Decorrido este tempo, as meia-carcaças foram retiradas da câmara fria, e foi colhida e pesada uma amostra da meia-carcaça esquerda, correspondente à seção entre a 9^a e 11^a costelas (seção HH), para posteriores dissecação e predição das proporções de músculos, ossos e tecido adiposo na carcaça, segundo equações preconizadas por HANKINS e HOWE (1946):

Proporção de músculo: $Y = 16,08 + 0,80 X$;

Proporção de tecido adiposo: $Y = 3,54 + 0,80 X$; e

Proporção de ossos: $Y = 5,52 + 0,57X$.

em que

X = porcentagem dos componentes na seção HH.

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

Excetuando-se as amostras de sangue, as amostras compostas de órgãos (200 g) e de vísceras (200 g), músculos (200 g) e gordura (200 g), após moídas, e as de couro (100 g), ossos (100 g) e cauda (100 g), após seccionadas, foram acondicionadas em vidros com capacidade de 500 mL e levadas ao liofilizador, por um período de 24 a 72 horas, dependendo da amostra, para a determinação da matéria seca gordurosa (MSG).

Posteriormente, procedeu-se ao desengorduramento das referidas amostras, com lavagens sucessivas com éter de petróleo, obtendo-se a matéria seca pré-desengordurada (MSPD). Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de bola, para posteriores determinações de nitrogênio total e extrato etéreo, conforme SILVA (1990). A gordura removida no pré-desengorduramento foi calculada como a diferença entre a MSG e a MSPD e adicionada aos resultados obtidos para o extrato etéreo residual na MSPD, para determinação do teor total de gordura. A partir do conhecimento dos teores de proteína e extrato etéreo na MSPD, e do peso da amostra submetida ao pré-desengorduramento, determinaram-se os respectivos teores na matéria natural.

Os conteúdos corporais de gordura, proteína e água foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos, nas vísceras, no couro, no sangue, na cauda, na cabeça, nos pés e nos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da seção HH; estes últimos representaram a composição física da carcaça e, quanto a composição química, estimaram apenas o teor de proteína na carcaça. Foram construídas duas equações para estimar a porcentagem de lipídios e de água na carcaça, a partir da porcentagem de lipídios na seção HH (SILVA, 2001):

$$\% \text{ lipídios na carcaça} = 1,5113 + 0,6832 \cdot X, r^2 = 0,752$$

$$\% \text{ água na carcaça} = 71,8989 - 0,6006 \cdot X, r^2 = 0,864$$

onde, X = % de lipídio na seção HH.

A porcentagem de proteína da carcaça foi calculada pela multiplicação da composição física da carcaça (estimada pela seção HH) pela composição química dos respectivos constituintes da seção HH (músculo, ossos e gordura).

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

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

em que:

CE = conteúdo energético (Mcal);

X = proteína corporal (kg); e

Y = gordura corporal (kg).

Os conteúdos de gordura, proteína e energia retidos no corpo dos animais de cada tratamento, e para todos os tratamentos em conjunto, foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, gordura ou energia, em função do logaritmo do PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$$Y = a + bX + e$$

em que:

Y = logaritmo do conteúdo total de proteína (kg), gordura (kg) ou energia (Mcal) retido no corpo vazio;

a = constante;

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

X = logaritmo do PCVZ; e

e = erro aleatório.

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

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

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

em que:

Y' = conteúdo de gordura no ganho, ou exigência líquida de proteína ou energia;

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

X = PCVZ (kg).

Os requisitos de proteína metabolizável para manutenção (PMm) e ganho (PMg) e as exigências de proteína bruta foram obtidos segundo o NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1996).

Para a conversão do PV em PCVZ, dentro do intervalo de pesos incluído no trabalho, calculou-se a correlação entre o PCVZ dos 32 animais mantidos no experimento e o PV dos mesmos. Para conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV, utilizou-se o fator obtido a partir dos dados experimentais.

Foi efetuada uma equação de regressão entre a energia retida (ER) e o ganho diário de PCVZ (GDPCVZ), para determinado PCVZ, conforme preconizado pelo NRC (1984 e 1996).

A produção de calor em jejum ou as exigências líquidas de energia para manutenção (ELm) foram estimadas como o anti-log da intercepta da equação obtida pela regressão linear entre o logaritmo da produção de calor (PC) e o CEM, segundo LOFGREEN e GARRETT (1968).

As determinações de matéria seca (MS), compostos nitrogenados totais, extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN) foram feitas conforme técnicas descritas por SILVA (1990). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos do experimento de ÍTAVO (2001).

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV, 1995). As comparações entre as equações de regressão dos parâmetros avaliados para cada tratamento foram realizadas, de acordo com a metodologia recomendada por REGAZZI (1996), para testar identidade de modelos.

Resultados e Discussão

A relação obtida para estimativa do PCVZ, a partir do PV dos animais do presente trabalho foi: $PCVZ = PV * 0,8975$, próximo ao valor recomendado pelo NRC (1996), 0,891 e por VÉRAS (2000), 0,884.

A relação entre o GPCVZ e o GPV foi de 0,96. Portanto, nas condições do presente experimento, as exigências para ganho de 1 kg de PCVZ devem ser multiplicadas pelo fator 0,96 para se obterem as exigências líquidas para ganho de 1 kg de PV. O NRC (1996) utiliza a relação entre o GPCVZ e o GPV de 0,956.

Em virtude de o PCVZ ser influenciado pelo nível de concentrado (NC) na dieta (ROBELIN e GEAY, 1984), foi efetuada regressão do PCVZ em função do PV final, ou de abate, dos animais, e do NC nas rações. A equação obtida foi: $PCVZ = -12,6424 + 0,90588 PV + 0,235497 NC$, $R^2 = 0,99$.

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura (kg), proteína (kg) e energia (Mcal) no corpo vazio, em função do logaritmo do PCVZ, obtidos para cada tratamento e para todos os tratamentos em conjunto. O teste de identidade entre os modelos, aplicado às equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de gordura, proteína ou energia, em função do logaritmo do PCVZ, para os quatro níveis de concentrado na dieta, indicou não haver diferença entre os tratamentos. Portanto, pode-se recomendar o uso da

equação conjunta, que é comum aos quatro níveis de inclusão de concentrado nas rações.

De acordo com as equações obtidas para os tratamentos em conjunto, observaram-se aumentos nos conteúdos corporais de gordura (de 24,40 para 75,35 kg), proteína (de 35,63 para 75,33 kg) e energia (de 429,18 para 1138,45 Mcal), com aumento do PV dos animais de 200 para 450 kg. As concentrações de gordura, em g/kg de PCVZ, e de energia, em Mcal/kg de PCVZ, aumentaram, enquanto as de proteína, em g/kg de PCVZ, diminuíram com o aumento do PV (dados não demonstrados). Estes resultados estão de acordo com vários relatos na literatura (FONTES, 1995; PAULINO *et al.*, 1999b; FERREIRA *et al.*, 1999; VÉRAS, 2000).

As exigências líquidas de proteína, gordura e energia, por kg de ganho de PCVZ, são apresentados na Tabela 3. Para a conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV, basta multiplicar as primeiras pelo fator 0,96, obtido neste trabalho.

Observa-se, na Tabela 3, que os conteúdos de gordura e energia no ganho de PCVZ aumentaram com a elevação do PV ou do PCVZ. Porém, os valores obtidos, para a variação de PV estudada, são menores que os relatados por FONTES (1995), em compilação de vários trabalhos de exigências nutricionais com animais Nelore e por PAULINO *et al.* (1999b), com animais de quatro raças zebuínas, e estão próximos aos valores de VÉRAS (2000), com animais Nelore. Todos os dados citados são relativos a animais não-castrados, à semelhança deste experimento. Vale salientar, no entanto, que o peso de abate dos animais, nestes experimentos, variou até 500 kg de PV; portanto, foram maiores que o peso de abate no presente trabalho e no de VÉRAS (2000), de 450 kg. Este fato justifica a obtenção de maiores depósitos de gordura e maiores requisitos energéticos pelos animais dos referidos experimentos, visto que, à medida que o peso corporal se eleva, a concentração de gordura aumenta (BERG e BUTTERFIELD, 1976), com concomitante acréscimo nas exigências energéticas, já que o valor energético do ganho aumenta com a elevação do peso dos animais.

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

NC (%)	Parâmetro		
	Intercepto (a)	Coeficiente (b)	r^2
Gordura (kg)			
20	- 1,5494	1,2953	0,74
40	- 1,7056	1,3750	0,75
60	- 1,8541	1,4446	0,86
80	- 1,7684	1,4023	0,83
Conjunto	- 1,7474	1,3907	0,80
Proteína (kg)			
20	- 0,5227	0,9194	0,98
40	- 0,6345	0,9641	0,91
60	- 0,4093	0,8730	0,98
80	- 0,5229	0,9251	0,94
Conjunto	- 0,5291	0,9232	0,94
Energia (Mcal)			
20	- 0,0514	1,1406	0,87
40	- 0,0952	1,2097	0,89
60	- 0,1030	1,2182	0,92
80	- 0,0909	1,2114	0,92
Conjunto	- 0,0790	1,2030	0,90

Os requisitos líquidos protéicos decresceram, à medida que o PV dos animais se elevou, devido ao aumento da concentração de gordura em detrimento à de proteína, caracterizando menor ganho de proteína por kg de ganho de PCVZ. Segundo GRANT e HELFERICH (1991), isto se deve à desaceleração do crescimento muscular e ao desenvolvimento mais rápido do tecido adiposo, com a elevação do peso do animal.

Tomando por base um animal de 200 kg e um de 400 kg de PV, representando a recria e a engorda, respectivamente, os valores de exigências líquidas de proteína, aqui encontrados, são 7,1 e 15,8% maiores do que os obtidos por FONTES (1995) e 23,2 e 9,8% maiores do que os valores obtidos por PAULINO *et al.* (1999b) e VÉRAS (2000), respectivamente, para animais de 400 kg de PV.

Tabela 3 - Exigências líquidas de proteína (g) e energia (Mcal), por kg de GPCVZ, e conteúdo de gordura no ganho de peso do corpo vazio (g/kg GPCVZ) de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Exigência		Conteúdo de gordura (g/kg GPCVZ)
	Proteína (g/kg GPCVZ)	Energia (Mcal/kg GPCVZ)	
200	183,22	2,88	189,07
250	180,10	3,01	206,30
300	177,60	3,12	221,53
350	175,51	3,22	235,28
400	173,72	3,31	247,88
450	172,15	3,39	259,56

$$PCVZ = PV * 0,8975$$

Utilizando-se os dados do presente trabalho, foi obtida a seguinte equação para estimativa da PR (g/dia), em função do ganho de peso vivo em jejum (GPVJ), em kg/dia, e da ER (Mcal/dia): $PR = - 39,0169 + 200,638 \text{ GPVJ} + 0,4166 \text{ ER}$. O NRC (1996) e VÉRAS (2000) preconizam a equação $PR = \text{GPVJ} (268 - (29,4 (ER/\text{GPVJ})))$ e $PR = 0,416321 + 215,345 \text{ GPVJ} - 14,1352 \text{ ER}$, respectivamente, para estimativa dos requisitos líquidos de proteína para ganho (PR). Ao substituir o valor da ER para um novilho pesando 400 kg de PV e com ganho diário de peso vivo de 1 kg, de acordo com a equação de energia retida em função do PCVZ e do ganho de PCVZ, descrita posteriormente neste experimento, 3,27 Mcal/dia, na equação deste experimento, obteve-se retenção

líquida diária de proteína de 162,98 g. Substituindo estes mesmos dados nas equações do NRC (1996) e de VÉRAS (2000) obteve-se retenção líquida diária de proteína de 171,86 e 169,54 g, respectivamente, valores estes 5,4 e 4,0% maiores aos encontrados estimados neste experimento.

Na Tabela 4, são apresentadas as exigências de PM, calculadas conforme metodologia proposta pelo NRC (1996), utilizando-se os valores referentes às exigências líquidas de proteína para ganho de peso, relativos aos dados em conjunto. Como pode ser observado, os requisitos de PM aumentaram com a elevação do PV, o que era esperado, já que as exigências protéicas para manutenção são função do PV. Utilizou-se uma eficiência de utilização da PM para ganho de 49,2% para animais com PCVZ acima de 300 kg e, para animais com menos de 300 kg de PCVZ, a seguinte equação: $\text{Eficiência} = (83,4 - (0,114 \times \text{PCVZ}))$, segundo AINSLIE *et al.* (1993). Como os valores de exigências líquidas de proteína deste experimento foram valores próximos aos obtidos por VÉRAS (2000), trabalhando com animais Nelore e inteiros, os requisitos de PM são semelhantes. Para um animal de 400 kg de PV, ganhando 1 kg de PV, a exigência de PM, segundo dados deste experimento, é de 665 g, 8% superior ao recomendado pelo NRC (1996) para animais taurinos castrados apresentando este mesmo peso e a mesma taxa de ganho.

A partir dos requisitos de PM, apresentados na Tabela 4, e utilizando-se o protocolo recomendado pelo NRC (1996) para conversão dos requisitos totais de PM em exigências de proteína bruta (PB), foram calculados os requisitos diários totais de PB e as exigências de proteína degradada e não-degradada no rúmen (Tabela 5), utilizando-se o consumo médio de nutrientes digestíveis totais (NDT) obtido por SILVA (2001). A PMg (kg PCVZ) foi corrigida para ganho de PV pela multiplicação do fator (0,96) encontrado neste experimento. Observa-se, que a medida que aumenta o PV do animal, maior pode ser a participação da proteína degradável para o suprimento das exigências totais de PB, indicando que para animais na fase de engorda maiores níveis de nitrogênio não-proteico podem ser utilizados na dieta.

Tabela 4 - Exigências de proteína metabolizável para manutenção (PMm) e para ganho (PMg) de 1 kg de PCVZ (g/kg GPCVZ) de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	PMm ¹	PMg ²
200	202,10	291,11
250	238,91	311,48
300	273,92	336,96
350	307,49	356,72
400	339,88	353,08
450	371,27	349,90

PCVZ = PV * 0,8975

¹ 3,8 g/kg^{0,75}.

² Exigência líquidas/0,492 para PCVZ > 300 kg;

Exigência líquidas/(83,4 - (0,114 x PCVZ)) para PCVZ ≤ 300 kg.

Tabela 5 - Exigências de proteína degradada no rúmen (PDR), proteína não-degradável no rúmen (PNDR) e proteína bruta (PB), em g/dia, de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV), para manutenção e ganho de 1 kg de PV, e consumos médios de NDT (kg/dia)

PV (kg)	PDR	PNDR	PB	NDT (kg/dia)
200	432,16	256,22	688,38	3,32
250	540,21	240,26	780,47	4,16
300	648,25	228,16	876,41	4,99
350	756,29	207,40	963,69	5,82
400	864,33	157,09	1021,42	6,65
450	972,37	106,07	1078,44	7,48

PCVZ = PV * 0,8975

A relação do conteúdo de energia do ganho de peso sobre uma grande variação de consumos de energia metabolizável foi descrita, sob a forma de equação, por GARRETT (1980). A equação desenvolvida com novilhos de

raças britânicas descreve a relação entre a energia retida (ER) e o ganho diário de peso de corpo vazio (GDPCVZ) para determinado peso de corpo vazio (PCVZ) e é a equação adotada pelo NRC (1996):

$$ER = 0,0635 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{1,097}$$

A equação de regressão obtida para descrever a relação entre a retenção diária de energia (ER), em Mcal/dia, e o ganho diário de PCVZ (GDPCVZ), em kg/dia, a determinado PCVZ, foi:

$$ER = 0,0413 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{0,978} (r^2 = 0,49).$$

A partir desta equação, a ER de um animal com GDPCVZ igual a 1 kg e PV de 400 kg, é de 3,27 Mcal/dia. Utilizando este mesmo exemplo e a equação decrita por VÉRAS (2000) ($ER = 0,045 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{1,1113}$, $r^2 = 0,80$), que trabalhou com Nelores inteiros, a ER seria de 3,69 Mcal/dia. Fazendo-se a correção da equação do NRC (1996) que descreve uma ER para animais castrados, ou seja, diminuindo 18%, pois animais castrados têm exigências energéticas 18% maiores que os não-castrados, ER de um novilho inteiro de porte médio seria igual a 4,11 Mcal/dia, 25,69% maior que as exigências obtidas neste experimento.

O fato de a ER obtida com os dados do presente trabalho ser menor que a encontrada pela equação proposta pelo NRC (1984, 1996) pode, em parte, ser explicado pelas menores quantidade de gordura entremeada (marmoreio) e gordura total observadas em zebuínos, em relação à maioria dos taurinos.

Pela regressão do logaritmo da produção de calor (PC), em função do consumo de energia metabolizável (CEM), em kcal/PCVZ^{0,75}/dia, foi obtida a equação $\text{Log PC} = 1,923 + 0,0015 \text{ CEM}$, $r^2 = 0,80$, cujo antilog do intercepto indicou o valor de 83,70 kcal/PCVZ^{0,75}/dia como exigência de energia líquida de manutenção (ELm) dos animais. A partir desta equação, obteve-se o consumo de EM no equilíbrio, ou seja, o ponto no qual a PC foi igual ao CEM, de 131,92 kcal/PCVZ^{0,75}/dia.

Este valor é maior que o relatado por PAULINO *et al.* (1999a), que obtiveram 60,38 kcal/kg^{0,75}/dia como exigência de ELm para zebuínos, porém é bastante próximo aos obtidos por VÉRAS (2000), de 82,79 kcal/PCVZ^{0,75}/dia,

para Nelore não-castrados e, possivelmente, menor ao obtido por FERRELL e JENKINS (1998), de $82,8 \text{ kcal/kg}^{0,75}/\text{dia}$, para animais Brahman, devido a unidade expressa que deve ser sempre considerada. BOIN (1995) encontrou Elm variando de 69,8 a 79,8 $\text{kcal/kg PCVZ}^{0,75}$.

Segundo o NRC (1996), animais não-castrados têm requisitos de ELm 15% maiores que machos castrados e novilhas ($77 \text{ kcal/kg}^{0,75}/\text{dia}$), segundo LOFGREEN e GARRETT (1968), zebuínos são 10% menos exigentes que taurinos. Assim, a exigência de ELm dos animais do presente experimento, segundo proposição do NRC (1996), seria de $79,70 \text{ kcal/kg}^{0,75}/\text{dia}$. Calculando-se a ELm em função do PV, para os dados deste experimento, obteve-se um valor de $\text{ELm} = 77,2 \text{ kcal/kg}^{0,75}/\text{dia}$.

Para os dados do presente trabalho, as exigências líquidas diárias de energia para manutenção, para animais com peso vivo de 200, 250, 300, 350, 400 e 450 kg, estão apresentadas na Tabela 6. Estes resultados são maiores que os relatados por PAULINO *et al.* (1999a), com zebuínos, de 4,35; 4,89; 5,40 e 5,90 Mcal/dia, respectivamente, para 300, 350, 400 e 450 kg PV, e bastante semelhantes aos encontrados por VÉRAS (2000).

Tabela 6 - Exigência líquida diária de energia para manutenção de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	ELm (Mcal/dia)
200	4,10
250	4,85
300	5,56
350	6,25
400	6,90
450	7,54

$$\text{PCVZ} = \text{PV} * 0,8975$$

Conclusões

As exigências de energia líquida para ganho de peso de zebuínos não-castrados podem ser obtidas pela equação: $ER = 0,0413 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{0,978}$.

O requisito energético para manutenção foi de 83,70 kcal/PCVZ^{0,75}, para animais não-castrados pertencentes à raça Nelore.

A exigência líquida de proteína para animais Nelore pode ser obtida pela equação: $PR = - 39,0169 + 200,638 \text{ GPVJ} + 0,4166 \text{ ER}$.

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 ruminants livestock*. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 351p.
- AINSLIE, S.J., FOX, D.G., PERRY, T.C. *et al.* 1993. Predicting amino acid adequacy of diets fed to Holstein steers. *J. Anim. Sci.*, 71: 1312-1319.
- BALDWIN, R.L.; SMITH, N.E.; TAYLOR, J. *et al.* 1980. Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. *J. Anim. Sci.*, 51(6): 1416-1428.
- 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 zebuínos. In: PEREIRA, J.C. ed. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. *Anais...* Viçosa, MG: CARD, 1995, p.457-466.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F., *et al.* 1999. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, 28(2):352-360.
- FERRELL, C.L., JENKINS, T.G. 1998. 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. *J. Anim. Sci.*, 76:647-657.
- 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., SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D. *et al.* 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. *J. Anim. Sci.*, 70(11):3578-3596.
- FREITAS, J.A. *Composição corporal e exigência de energia e proteína de bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos não castrados, em confinamento.* Viçosa: UFV, 1995. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- GARRETT, W.N. 1980. Factors influencing energetic efficiency of beef production. *J. Anim. Sci.*, 51 (6):1434-1440.
- 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 das carcaças de zebuínos, taurinos e bubalinos.* Viçosa, MG: UFV, 1988. 238p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- GRANT, A. L., HELFERICH, W.G. 1991. An overview of growth. In: PEARSON, A. M. DUTSON, T.R. (Eds.). *Growth regulation in farm animals*. London: Elsevier Applied Science. p.1-15.
- HANSKINS, O.G.; HOWE, P.E. 1946 *Estimation of the composition of beef carcasses and cuts.* s.e. USDA (Thecnical Bulletin-USDA, 926).
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE - INRA. 1988. *Alimentation des bovines, ovins, et caprins.* JARRIGE, R. (Ed.) Paris: INRA.
- ÍTAVO, L.C.V. *Consumo, digestibilidade e eficiência microbiana de novilhos alimentados com 20, 40, 60 e 80% de concentrado.* Viçosa, MG: UFV, 2001. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- JORGE, A.M. *Ganho de peso, conversão alimentar e características de carcaça de bovinos e bubalinos.* Viçosa: UFV, 1993. 110p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- LANA, R.P. *Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de 5 grupos raciais, em confinamento.* Viçosa: UFV, 1991. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.

- LOFGREEN, G.P. & GARRETT, W.N. A. 1968. System for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J.Anim.Sci.*, 27(3): 793-806.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1984. *Nutrient requirement of beef cattle*. 6^a ed. Washington, D.C. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. *Nutrient requirement of beef cattle*. 7^a ed. Washington, D.C. 242p.
- PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. *et al.* 1999a. Exigências de energia para manutenção de bovinos zebuínos não-castrados em confinamento. *Rev. Bras. Zootec.*, 28(3): 621-626.
- PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. *et al.* 1999b. Composição corporal e exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos de quatro raças zebuínas. *Rev. Bras. Zootec.*, 28(3): 627-633.
- PERON, A.J.; FONTES, C.A.A.; GALVÃO, J.G. *et al.* 1993. Tamanho de órgãos internos e distribuição da gordura corporal, em novilhos de cinco grupos genéticos, submetidos a alimentação restrita e *ad libitum*. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 22(2): 813-819.
- REGAZZI, J.A. 1996. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. *Pesq. Agropec. Bras.*, 31(1):1-17.
- ROBELIN, J.; GEAY, Y. 1984. Body composition of cattle as affected by physiological status, breed, sex and diet. *Herbivore nutrition in the subtropical and tropics*, 525-547.
- SALVADOR, M. *Exigências de energia e proteína para engorda de novilhos azebuados*. Viçosa, MG: UFV, 1980. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa, MG: UFV. 165p.
- SILVA, F.F. *Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (de energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína*. Viçosa, MG: UFV, 2001, 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.

- SILVA, J.F. & LEÃO, M.I. 1979. *Fundamentos de nutrição de ruminantes*. Piracicaba, Livroceres,. 380p.
- SMUTS, D. 1935. The relation between the basal metabolism and the endogenous nitrogen metabolism, with particular reference to the maintenance requirement of protein. *J. Nutr.*, 9:403-433.
- SOLIS, J.C.; BYERS, F.M.; SCHELLING, G.T.; *et al.* 1988. Maintenance requirements and energetic efficiency of cows of different breed types. *J.Anim.Sci.*, 66(3): 764-773.
- THOMPSON, W.R.; MEISKE, J.C.; GOODRICH, R.D. *et al.* 1983. Influence of body composition on energy requirement of beef cows during winter. *J. Anim. Sci.*, 56(5): 1241-1252.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 1995. *SAEG - Sistema de análises estatísticas e genética*. Viçosa, MG. (Apostila).
- VÉRAS, A.S.C. *Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado*. Viçosa, MG: UFV, 2000. 192p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- WILKERSON, V.A., KLOPFENSTEIN, T.J., BRITTON, R.A. *et al.* 1993. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v.71, p.2777-2784.

Eficiência de Utilização da Energia Metabolizável Para Manutenção e Ganho de Peso e Exigências de Energia Metabolizável e de Nutrientes Digestíveis Totais de Bovinos Nelore Não-Castrados

Resumo - Foram utilizados 40 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg, sendo quatro novilhos de referência, quatro alimentados para manutenção e o restante distribuído em oito tratamentos, com quatro diferentes níveis de concentrado nas dietas (20; 40; 60 e 80%) e dois níveis de proteína bruta (PB) (15 e 18%). A fase de recria foi avaliada até 360 kg de peso vivo, e a fase de engorda até 450 kg de peso vivo. O volumoso utilizado foi feno de capim *Tyfton* (*Cynodon dactylon*). O consumo de matéria seca (MS) suficiente para manter o equilíbrio de energia foi calculado dividindo-se o consumo de energia metabolizável (EM) suficiente para manutenção, de $131,92 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}$, pela concentração de EM (kcal/kg de MS) da dieta, em cada tratamento. A concentração de energia líquida de cada ração para manutenção (ELm) foi obtida dividindo-se a produção de calor em jejum, $83,70 \text{ kcal/kgPCVZ}^{0,75}$, pelo consumo de MS para manter o equilíbrio de energia, expresso em g de MS/PCVZ^{0,75}. A concentração de ELg foi calculada dividindo-se a energia retida por dia, em kcal/PCVZ^{0,75}, pelo consumo de MS acima das necessidades de manutenção, expresso em g MS/PCVZ^{0,75}. As eficiências de utilização da EM (EUEM) para manutenção (km) e ganho de peso (kf) foram estimadas a partir da relação entre os teores de energia líquida, para manutenção ou ganho, respectivamente, em função da EM da dieta e a kf também foi estimada como o coeficiente de regressão linear entre a ER e o CEM, juntamente com os dados relativos aos animais designados de manutenção. Os requisitos de EM para manutenção e ganho foram obtidos pelas relações entre as exigências líquidas e as respectivas EUEM. As exigências de NDT foram calculadas dividindo-se as exigências de EM por 0,82, obtendo-se as exigências de energia digestível (ED) e, posteriormente, dividindo-se as exigências de ED por 4,409. A eficiência de utilização da EM para manutenção (km) foi calculada em 0,63. E as eficiências de utilização da EM para ganho (kf) foram estimadas em 0,30;

0,35; 0,38 e 0,43, respectivamente, para as concentrações de EM da dieta de 2,65; 2,84; 2,92 e 2,90 Mcal/kg de MS, obtidas para os níveis de 20, 40, 60 e 80% de concentrado. As exigências de EM, ED e NDT para manutenção foram calculadas em $132,9$ e $162,0$ kcal/PCVZ^{0,75}, e $36,7$ g/PCVZ^{0,75}, respectivamente.

Palavras-chave: eficiência de utilização, energia metabolizável, Nelore

**Efficiency of Metabolizable Energy Utilization for Maintenance and Weight
Gain and Metabolizable Energy and Total Digestible Nutrients
Requirements of Nellore Bulls**

Abstract - Forty Nellore bulls, with 240 kg initial live weight (LW), were used. Four were reference bulls, four were fed for maintenance, and the remaining were distributed in eight treatments, with four different concentrate levels in the diets (20; 40; 60 and 80%) and two levels of crude protein (CP) (15 and 18%). The growing phase was evaluated up to 360 kg of LW, and the fattening phase up to 450 kg of LW. The roughage used was Tyfton grass hay (*Cynodon dactylon*). The dry matter (DM) intake enough to maintain the energy balance was calculated dividing the metabolizable energy (ME) consumption enough for maintenance, of 131.92 kcal/EBW^{0.75}, by the ME concentration (kcal/kg of DM) of the diet, in each treatment. The net energy concentration of each ration for maintenance (NEm) was obtained by dividing the heat production in fasting, 83.70 kcal/kg EBW^{0.75}, by the DM consumption to maintain the energy balance, expressed in g of DM/EBW^{0.75}. The NEg concentration was calculated by dividing the energy retained per day, in kcal/EBW^{0.75}, by the DM consumption above the maintenance needs, expressed in g DM/EBW^{0.75}. The ME efficiencies of utilization (MEEU) for maintenance (km) and for weight gain (kf) were calculated from the relationship among the net energy concentration, for maintenance or gain, respectively, in function of the ME of the diet and the kf was also calculated as the linear regression coefficient between retained energy and the ME intake, together with the data of the maintenance animals. The ME requirements for maintenance and gain were obtained by the relationship between the net demands and the respective MEEU. The TDN requirements were calculated dividing the ME requirements by 0.82, obtaining the digestible energy (DE) demands and, later, dividing the DE requirements by 4.409. The MEEU for maintenance (km) was 0.63 and the MEEU for gain (kf) were 0.30; 0.35; 0.38 and 0.43, respectively, for diet ME concentrations of 2.65; 2.84; 2.92 and 2.90 Mcal/kg of DM, obtained for the concentrate

levels of 20, 40, 60 and 80%. The ME, DE and TDN maintenance requirements were 132.9 and 162.0 kcal/EBW^{0.75}, and 36.7 g/EBW^{0.75}, respectively.

Key words: efficiency of utilization, metabolizable energy, Nellore

Introdução

Analisando os dados publicados em condições brasileiras por BOIN (1995), FONTES (1995) e VALADARES FILHO (1995), observa-se que, apesar de já terem sido publicados vários dados sobre exigências nutricionais de bovinos no Brasil, existe uma carência de fatores para a conversão das exigências líquidas em exigências dietéticas. Na formulação de rações, ainda são utilizadas tabelas de exigências nutricionais determinadas em outros países, nos quais os resultados de pesquisa revelam diferenças nos requisitos entre raças e categorias de bovinos, estado fisiológico, regiões e até mesmo estações do ano.

A partir do conhecimento dos requisitos líquidos e, levando-se em consideração os fatores de eficiência de utilização da energia do alimento para manutenção e ganho, são obtidas as exigências dietéticas. Portanto, o conhecimento da eficiência de utilização da energia metabolizável (EUEM) da dieta é necessário para a determinação das exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais (NDT).

Segundo SILVA e LEÃO (1979), as exigências energéticas dos animais são as de mais difícil determinação, porque a EUEM é variável para os diferentes processos fisiológicos, além do fato destes requisitos serem influenciados pelo clima, trabalho muscular e, principalmente, pela concentração de EM da dieta.

As estimativas das EUEM para manutenção (k_m) e ganho (k_f) são obtidas a partir de equações não-lineares entre a EL_m e a energia metabolizável (EM) da dieta e entre a EL_g e a EM da dieta, respectivamente (GARRETT, 1980a,b). A k_f também pode ser estimada como o coeficiente de regressão linear entre a energia retida (ER) e o consumo de energia metabolizável (CEM), segundo o NRC (1996) e FERRELL e JENKINS (1998a,b).

A eficiência de utilização da energia metabolizável da ração não está muito bem estabelecida para ruminantes. O NRC (1984) mostra valores de eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção variando de 57,6 a 68,6% e, para ganho, de 29,6 a 47,3%, conforme os teores de EM da ração. GARRETT (1980a) relata que resultados experimentais mostram que a

eficiência de utilização da EM na síntese de proteína varia entre 10 e 40%, enquanto que, para síntese de gordura, a eficiência varia de 60 a 80%.

As variações no balanço da energia são dependentes do nível de ingestão de alimentos, que é influenciado por interações entre os alimentos, denominadas efeito associativo. A adição de concentrado a dietas volumosas aumenta parcialmente a EUEM para manutenção e ganho (NRC, 1984), em virtude das reduções da produção de metano, da ruminação e do incremento calórico (VAN SOEST, 1994). A eficiência de utilização da energia ingerida tende a ser maior para dietas concentradas, quando comparadas a volumosas, devido aos menores requisitos líquidos para manutenção (ARC, 1980). Também, alimentos volumosos de melhor qualidade são mais eficientes que os de pior qualidade (VAN SOEST, 1994).

Diferenças nas taxas metabólicas dos vários órgãos e vísceras também podem influenciar a utilização da energia. CATTON e DHUYVETTER (1997) relataram que os tecidos viscerais, embora compreendam pequena porção do peso corporal, consomem, aproximadamente, 50% da energia para manutenção. Por outro lado, o tecido muscular, que constitui cerca de 41% da massa corporal, consome apenas 23% do total da energia requerida para manutenção.

GARRETT (1980a) relatou que resultados experimentais mostraram que a eficiência de utilização da EM na síntese de proteína variou entre 10 e 40%, enquanto, para síntese de gordura, esta variação estava entre 60 e 80%. Segundo RATTRAY e JOYCE (1976), os ganhos de peso associados com altas deposições de gordura foram energeticamente mais eficientes, mas menos eficientes em relação à conversão de alimentos em peso vivo, quando comparados a ganhos com pequena deposição de gordura. Isto ocorre porque os tecidos adiposos, nos quais ocorre grande parte do aumento de peso vivo, contêm teores mais elevados de matéria seca (LANA, 1991) que os músculos (80 x 30%, aproximadamente).

O objetivo deste trabalho foi determinar a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso e as exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais para bovinos Nelore não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e de proteína.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. Foram utilizados 40 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg. Quatro novilhos foram abatidos após o período de adaptação de 30 dias (grupo referência), servindo de referência nos estudos subseqüentes. Quatro novilhos foram alimentados com uma dieta contendo 60% de concentrado e 15% de proteína bruta (PB) em quantidade restrita de 1,2% do peso vivo (grupo manutenção), para atender aos requisitos energéticos de manutenção, calculados segundo o NRC (1996). Os 32 animais restantes foram pesados e distribuídos em oito tratamentos, com diferentes níveis de concentrado nas dietas (20, 40, 60 e 80%) e dois níveis de PB (15 e 18%), na base da MS, em esquema fatorial 4 x 2 (níveis de concentrado x níveis de proteína), no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições na fase de recria e duas repetições na fase de engorda. A fase de recria foi avaliada de 240 kg até 360 kg de peso vivo e a fase de engorda de 360 kg até 450 kg de peso vivo. O volumoso foi composto de feno de capim-Tifton (*Cynodon dactylon*). As rações foram formuladas de acordo com o NRC (1996). Todas as rações foram formuladas para conter próximo de 32% de compostos nitrogenados não protéicos. A composição bromatológica das dietas encontra-se na Tabela 1.

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

Nível de concentrado (%)	20		40		60		80	
Teor de PB	15	18	15	18	15	18	15	18
MS %	88,21	88,28	88,05	88,09	87,79	87,92	87,58	87,67
PB ¹	15,67	18,85	15,10	17,63	15,11	18,26	14,52	17,11
EE ¹	2,30	2,05	3,03	1,76	2,46	2,13	1,95	1,93
FDN ^{1,2}	62,37	60,60	48,62	46,46	37,90	34,62	25,94	19,65
NDT ¹	73,80	73,16	77,73	79,33	79,61	81,46	81,94	78,39

¹ % na matéria seca.

² FDN corrigida para cinzas e proteína.

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma vez ao dia, e ajustados de forma a manter sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Foi realizada uma pesagem dos animais no início do experimento e, periodicamente, a cada 28 dias. À medida que um animal se aproximava do peso de abate preestabelecido, 360 ou 450 kg (recria e engorda, respectivamente), era pesado a intervalos menores. Após o abate, o trato gastrintestinal foi pesado e seu peso foi somado aos dos órgãos e das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e sangue) para determinação do PCVZ. Os conteúdos corporais de gordura, proteína e água foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos, nas vísceras, no couro, no sangue, na cauda, na cabeça, nos pés e nos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da seção HH.

As concentrações de energia líquida das dietas foram calculadas segundo HARRIS (1970). Os valores de EM da dieta foram calculados considerando-se que 1 kg de NDT é igual a 4,409 Mcal de energia digestível (ED) e 1 Mcal de ED, a 0,82 Mcal de EM (SILVA e LEÃO, 1979).

O consumo de MS suficiente para manter o equilíbrio de energia foi calculado dividindo-se o consumo de EM suficiente para manutenção, de 131,92

kcal/PCVZ^{0,75} (SILVA, 2001), pela concentração de EM (kcal/kg de MS) da dieta, em cada tratamento.

A concentração de energia líquida de cada ração para manutenção (ELm) foi obtida dividindo-se a produção de calor em jejum, 83,70 kcal/kgPCVZ^{0,75}, pelo consumo de MS para manter o equilíbrio de energia, expresso em g de MS/PCVZ^{0,75}; enquanto o consumo de MS acima das necessidades de manutenção foi obtido subtraindo-se do consumo total de MS (g de MS/PCVZ^{0,75}), o consumo de MS suficiente para o equilíbrio de energia (g de MS/PCVZ^{0,75}), para cada ração. A concentração de ELg foi calculada dividindo-se a energia retida por dia, em kcal/PCVZ^{0,75}, pelo consumo de MS acima das necessidades de manutenção, expresso em g MS/PCVZ^{0,75}.

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

Os requisitos de EM para manutenção e ganho foram obtidos pelas relações entre as exigências líquidas e as respectivas EUEM, estimadas segundo GARRETT (1980b). As exigências de NDT foram calculadas dividindo-se as exigências de EM por 0,82, obtendo-se as exigências de energia digestível (ED) e, posteriormente, dividindo-se as exigências de ED por 4,409.

As exigências para ganho de 1 kg de PCVZ foram multiplicadas pelo fator 0,96 para se obterem as exigências líquidas para ganho de 1 kg de PV, conforme relação obtida entre ganho de peso de corpo vazio e ganho de peso vivo.

As determinações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN) foram feitas conforme técnicas descritas por SILVA (1990). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos do experimento de ÍTAVO (2001).

Resultados e Discussão

Na Tabela 2, são apresentados os teores de NDT, as concentrações de EM das dietas e os valores calculados de ELM e ELg, além das k_m e k_f calculadas, e as estimativas das k_f segundo o NRC (1996) e FERRELL e JENKINS (1998a,b).

Utilizando a equação de GARRETT (1980a), recomendada pelo NRC (1996), a estimativa da concentração de ELM de uma ração com teor de EM de 2,60 e 2,90 Mcal/kg MS é 1,69 e 1,94 Mcal/kg MS, respectivamente, e a estimativa da concentração de ELg destas mesmas rações é 1,08 e 1,30 Mcal/kg MS, respectivamente. Estes valores estão próximos aos encontrados, neste trabalho, para as dietas com concentração de EM semelhante. Já VÉRAS (2000), trabalhando com animais Nelore, encontrou, para uma dieta com 2,60 Mcal de EM/kg MS, uma menor concentração de ELM (1,46 Mcal/kg MS) e uma maior concentração de ELg (1,27 Mcal/kg MS). A k_m estimada para uma dieta com 2,6 Mcal de EM/kg MS, segundo GARRETT (1980a), seria de 65,1%, valor próximo ao obtido no presente trabalho e VÉRAS (2000) obteve uma k_m de 56% para dietas com EM variando de 2,10 a 2,60 Mcal/kg MS.

As equações que geraram os resultados para a estimativa das k_f como sendo os coeficientes de regressão das relações lineares entre a ER (Y) e o CEM (X), para os animais de cada tratamento (20, 40, 60 e 80% de concentrado), segundo preconizado pelo NRC (1996) e FERRELL e JENKINS (1998a,b), foram: $Y = - 1,4704 + 0,2555 X$, $r^2 = 0,18$; $Y = - 1,3669 + 0,2544 X$, $r^2 = 0,45$; $Y = - 2,6804 + 0,3247 X$, $r^2 = 0,88$ e $Y = - 3,6587 + 0,4048 X$, $r^2 = 0,67$. Portanto, as k_f estimadas apresentaram valores inferiores às k_f calculadas e ambas as formas foram inferiores aos valores encontrados por VÉRAS (2000). FERREIRA *et al.* (1999), oferecendo dietas com EM variando de 2,30 e 2,70 Mcal/kg MS, a animais F1 Simental x Nelore, observaram k_f próximas às deste experimento (0,23 a 0,42).

Tabela 2 - Consumo de matéria seca (CMS) para manutenção e para ganho, em kg/dia, teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), concentrações de energia metabolizável (EM), energia líquida para manutenção (ELm) e energia líquida para ganho (ELg), e eficiência de utilização da energia metabolizável (EUEM) calculada para manutenção (k_m) e EUEM calculada e estimada para ganho de peso (k_f), em função do nível de concentrado (NC) na dieta

Item	Nível de concentrado na dieta			
	20	40	60	80
CMS manutenção (g/PCVZ ^{0,75})	49,66	46,47	45,27	45,53
CMS ganho (g/ PCVZ ^{0,75})	49,73	58,60	54,69	40,66
NDT (%)	73,44	78,64	80,67	80,16
EM (Mcal/kg de MS)	2,65	2,84	2,92	2,90
ELm (Mcal/kg de MS)	1,68	1,80	1,85	1,84
ELg (Mcal/kg de MS)	0,81	1,02	1,10	1,26
k_m ¹	0,63	0,63	0,63	0,63
k_f ¹	0,30	0,35	0,38	0,43
k_f ²	0,26	0,25	0,32	0,40

¹ Calculada a partir dos dados do presente trabalho.

² Estimada segundo o NRC (1996), utilizando-se dados do presente trabalho.

O ajuste de uma equação relacionando as concentrações de ELg em função das concentrações de EM das dietas do presente trabalho, apresentou-se na forma linear, sendo $ELg = - 3,2033 + 1,5045 EM$, $r^2 = 0,11$. A partir desta relação foram estimadas as eficiências de utilização da EM de duas dietas com teores diferentes de EM (2,7 e 2,9 Mcal/kg MS) e as respectivas exigências de EM e NDT, conforme será demonstrado na Tabela 4. VÉRAS (2000) e FERREIRA *et al.* (1999) obtiveram uma relação cúbica entre ELg e EM, com os seguintes modelos: $ELg = - 54,764 EM^3 + 391,28 EM^2 - 927,84 EM + 731,13$, $R^2 = 0,64$, $ELg = 4,871 EM^3 - 37,609 EM^2 + 97,642 EM - 84,232$, $R^2 = 0,93$; respectivamente.

As exigências de EM, ED e NDT para manutenção, para diferentes pesos vivos e de corpo vazio, são demonstradas na Tabela 3, na qual se observam

aumentos nestes requisitos, à medida que o peso corporal se eleva, apresentando a mesma tendência das exigências líquidas de energia para manutenção.

Considerando-se a k_m obtida de 0,63, e o valor de 83,70 kcal/kgPCVZ^{0,75} como requisito líquido de energia para manutenção (SILVA, 2001), as exigências de EM para manutenção seriam de 132,9 kcal/PCVZ^{0,75}; as de ED, 162,0 kcal/PCVZ^{0,75}; e as de NDT, 36,7 g/PCVZ^{0,75}, valores estes um pouco inferiores aos encontrados por VÉRAS (2000), com Nelores não-castrados e por FERREIRA *et al.* (1999), com F1 Simental x Nelore.

Tabela 3 - Exigências diárias de energia metabolizável (EM) e energia digestível (ED), expressos em Mcal/dia, e requisitos de NDT (kg/dia), para manutenção de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	EM (Mcal/dia)	ED (Mcal/dia)	NDT (kg/dia)
200	6,52	7,95	1,80
250	7,70	9,39	2,13
300	8,83	10,77	2,44
350	9,91	12,09	2,74
400	10,96	13,36	3,03
450	11,97	14,60	3,31

$$PCVZ = PV * 0,8975$$

Na Tabela 4, são apresentadas as estimativas dos requisitos de ELg, em Mcal/ kg GPV, de EM para ganho de peso, em Mcal por kg de ganho de PV (Mcal/kg GPV), e de NDT, em kg/kg de GPVJ, utilizando-se a relação entre os requisitos líquidos estimados para os dados em conjunto, por SILVA (2001), e as k_f para as concentrações de EM de 2,7 e 2,9 Mcal/kg de MS, obtidas no presente trabalho. Apenas foram utilizados os valores relativos às exigências líquidas de

energia dos dados em conjunto porque o teste de identidade de modelos efetuado por SILVA (2001) indicou não haver diferença entre os tratamentos.

As exigências de EM aumentaram à medida que o peso corporal se elevou, o que concorda com o AFRC (1993), que estimou aumento nos requisitos de EM para ganho de 1 kg, de 79 para 95 MJ/dia, com a elevação do peso corporal de 300 para 400 kg, respectivamente.

Tabela 4 - Estimativa dos requisitos de energia líquida para ganho de peso (ELg), em Mcal/kg de ganho de peso vivo (GPV), de energia metabolizável (EM), em Mcal/kg GPV, e de nutrientes digestíveis totais (NDT), em kg/kg GPV, em função das concentrações de EM da dieta (Mcal/kg de MS), e das respectivas eficiências de utilização da energia metabolizável para ganho de peso (k_f), em %, de bovinos Nelore, para diferentes pesos vivo (PV)

PV (kg)	EM da dieta					
	2,7 (k _f = 0,318)			2,9 (k _f = 0,400)		
	Exigência					
	ELg	EM	NDT	ELg	EM	NDT
200	1,94	6,11	1,69	1,94	4,86	1,34
250	2,30	7,23	2,00	2,30	5,75	1,59
300	2,64	8,28	2,29	2,64	6,59	1,82
350	2,96	9,30	2,57	2,96	7,40	2,05
400	3,27	10,28	2,84	3,27	8,18	2,26
450	3,57	11,23	3,11	3,57	8,93	2,47

$$PCVZ = PV * 0,8975$$

As exigências líquidas e totais para diferentes pesos vivos e taxas de ganho de peso vivo estão apresentadas na Tabela 5. As exigências totais de EM (manutenção + ganho de 1 kg de PV) e de NDT de um animal pesando 400 de PV foram de 21,24 Mcal/dia e 5,87 kg/dia, respectivamente. O requisito de NDT é semelhante ao recomendado pelo NRC (1984) para um bovino não-castrado de porte médio, com peso vivo aproximado de 400 kg (900 lb), ganhando cerca de 1

kg/dia (2 lb), que é próximo a 6,0 kg/dia (13,23 lb). VÉRAS (2000) encontrou exigência de NDT para esta mesma categoria, com a mesma taxa de ganho de peso, de 5,30 kg/dia.

Tabela 5 - Exigências nutricionais de energia e proteína para animais Nelore não-castrados, nas fases de recria e engorda

Peso vivo, kg		200	250	300	350	400	450	500
Exigências de manutenção								
ELm ¹	Mcal/d	4,10	4,85	5,56	6,25	6,90	7,54	8,16
PMm ²	g/d	202,1	238,9	273,9	307,5	339,9	371,3	401,8
Exigências para ganho		ELg requerida para ganho, Mcal/d ³						
GMD	0,70 kg/d	1,37	1,62	1,86	2,09	2,31	2,52	2,73
	1,00 kg/d	1,94	2,30	2,64	2,96	3,27	3,57	3,87
	1,30 kg/d	2,51	2,97	3,41	3,82	4,23	4,62	5,00
		PM requerida para ganho, g/d ^{4,5}						
GMD	0,70 kg/d	162,07	176,59	193,92	207,93	208,11	208,29	208,47
	1,00 kg/d	258,09	281,17	308,73	331,00	331,27	331,52	331,77
	1,30 kg/d	354,10	385,76	423,55	454,08	454,42	454,75	455,07
Exigências totais		EM, Mcal/d ⁶						
GMD	0,70 kg/d	10,83	12,80	14,68	16,48	18,21	19,89	21,53
	1,00 kg/d	12,63	14,93	17,12	19,22	21,24	23,20	25,11
	1,30 kg/d	14,42	17,04	19,54	21,94	24,25	26,49	28,67
		NDT, kg/d ⁷						
GMD	0,70 kg/d	3,00	3,54	4,06	4,56	5,04	5,50	5,96
	1,00 kg/d	3,49	4,13	4,73	5,32	5,87	6,42	6,95
	1,30 kg/d	3,99	4,71	5,41	6,07	6,71	7,33	7,93
		PB, g/d ⁸						
GMD	0,70 kg/d	542	618	696	767	815	862	908
	1,00 kg/d	685	774	867	950	999	1046	1092
	1,30 kg/d	828	930	1038	1133	1182	1229	1275

Considerando:

¹ELm = 83,7 kcal/PCVZ^{0,75} (SILVA, 2001);

²PMm = 3,8 g/kg^{0,75} (NRC, 1996);

³ELg = 0,0413 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{0,978} (SILVA, 2001);

⁴PR = - 39,02 + (0,4166 * Elg) + (200,64 * GMD) (SILVA, 2001);

⁵PM = exigências líquidas/0,492 para PCVZ > 300 kg ou
exigências líquidas/(83,4 - (0,114 x PCVZ)) para PCVZ ≤ 300 kg (NRC, 1996);

⁶k_m = 0,63 e k_f = 0,32 (dieta com 2,7 Mcal/kg MS);

⁷NDT = EM/0,82/4,409 (NRC, 1996); e

⁸PB = PM total/0,672 (NRC, 1996).

As exigências líquidas para ganho de PCVZ foram convertidas para ganho de PV segundo multiplicação pelo fator 0,96, segundo SILVA (2001).

Conclusões

A eficiência de utilização da EM para manutenção (k_m) e para ganho (k_f) foram semelhantes às recomendadas pelo NRC (1996) para dietas com teor de EM dentro da faixa utilizada neste experimento.

As exigências totais de EM, ED e NDT encontrados neste experimento, para animais Nelore, indicam serem inferiores ao recomendado pelo NRC (1996).

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 ruminants livestock*. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 351p.
- BOIN, C. Alguns dados sobre exigências de energia e de proteína de zebuínos. In: PEREIRA, J.C. ed. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. *Anais...* Viçosa, MG: CARD, 1995, p.457-466.
- CATTON, J.S., DHUYVETTER, D.V. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: Requirements and responses. *J. Anim. Sci.*, 75:533-542.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C., *et al.* 1999. Eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso e exigências de energia metabolizável e nutrientes digestíveis totais de bovinos F1 Simental x Nelore. *Rev. Bras. Zootec.* 28(2):368-373.
- FERRELL, C.L., JENKINS, T.G. 1998a. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: I. Angus, Belgian Blue, Hereford, and Piedmontese Sires. *J. Anim. Sci.*, 76:637-646.
- FERRELL, C.L., JENKINS, T.G. 1998b. 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. *J. Anim. Sci.*, 76:647-657.
- 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: CARD, 1995, p.419-455.
- GARRETT, W.N. 1980a. Energy utilization by growing cattle as determined in 72 comparative slaughter experiments. 1980. In: MOUNT, L.E. (ed.) SYMPOSIUM OF ENERGY METABOLISM, 8, Cambridge, 1980. *Proceedings...* Butterworths, London:EAAP Publ. n.28. p.3-7.

- GARRETT, W.N. 1980b. Factors influencing energetic efficiency of beef production. *J. Anim. Sci.*, 51(6):1434-1440.
- HARRIS, L.F. 1970. *Nutrition research technique for domestic and wild animal*. v.1, Logan, Utah, paginação descontínua.
- ÍTAVO, L.C.V. *Consumo, digestibilidade e eficiência microbiana de novilhos alimentados com 20, 40, 60 e 80% de concentrado*. Viçosa, MG: UFV, 2001. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- LANA, R.P. *Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de 5 grupos raciais, em confinamento*. Viçosa: UFV, 1991. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1984. *Nutrient requirements of beef cattle*. 6. ed. Washington, D.C. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7.ed. Washington, D.C. 242p.
- RATTRAY, P.D., JOYCE, J.P. 1976. Utilization of metabolizable energy for fat and protein deposition in sheep. *J. Agric.*, 19(2):299-305.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa, MG: UFV. 165p.
- SILVA, F.F. *Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (de energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína*. Viçosa, MG: UFV, 2001, 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- SILVA, J.F., LEÃO, M.I. 1979. *Fundamentos de nutrição dos ruminantes*. Piracicaba: Livroceres. 380p.
- VALADARES FILHO, S.C. Nutrição de bovinos de corte: Problemas e perspectivas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995. Brasília. *Anais...* Brasília, DF:SBZ, 1995. p.156-161.
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2 ed., Ithaca: Cornell University Press. 476p.

VÉRAS, A.S.C. *Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado*. Viçosa, MG: UFV, 2000. 192p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

Composição Corporal e Requisitos Líquidos e Dietéticos de Macroelementos Minerais de Bovinos Nelore Não-Castrados

Resumo - Foram utilizados 40 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg, sendo quatro novilhos de referência, quatro alimentados para manutenção e o restante distribuído em oito tratamentos, com quatro diferentes níveis de concentrado nas dietas (20; 40; 60 e 80%) e dois níveis de proteína bruta (PB) (15 e 18%). A fase de recria foi avaliada até 360 kg de peso vivo, e a fase de engorda até 450 kg de peso vivo. O volumoso utilizado foi feno de capim *Tyfton* (*Cynodon dactylon*). Após o abate todas as partes do corpo do animal foram pesadas e amostradas. As amostras foram liofilizadas para determinação de matéria seca, pré-desengorduradas com éter, posteriormente moídas e determinado os teores de macroelementos minerais. Os conteúdos corporais de Ca, P, Mg e Na foram determinados em função das concentrações destes nas várias partes do corpo. Os conteúdos de proteína, gordura e energia retidos no corpo foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal dos macroelementos minerais em função do logaritmo do PCVZ. Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal dos macroelementos minerais em função do logaritmo do PCVZ, foram obtidas as exigências líquidas destes, para ganho de 1 kg de PCVZ, a partir de equação $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, sendo a e b a intercepta e o coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais dos macroelementos minerais. Houve diminuição nas concentrações dos cinco macroelementos estudados no corpo vazio e no ganho de corpo vazio, com a elevação do peso vivo. As relações g Ca/100g de proteína retida e g P/100g de proteína retida foram iguais a 6,44 e 4,78.

Palavras-chave: exigências, macrominerais, Nelore

Body Composition and Net and Dietary Macrominerals Requirements of Nellore Bulls

Abstract - Forty Nellore bulls, with 240 kg initial live weight (LW), were used. Four were reference bulls, four were fed for maintenance, and the remaining were distributed in eight treatments, with four different concentrate levels in the diets (20; 40; 60 and 80%) and two levels of crude protein (CP) (15 and 18%). The growing phase was evaluated up to 360 kg of LW, and the fattening phase up to 450 kg of LW. The roughage used was Tyfton grass hay (*Cynodon dactylon*). After the slaughter, all animal body parts were weighted and sampled. The samples were freeze dried to determine the dry matter, pre-degreased with ether, grinded and the concentrations of macrominerals were determined. The Ca, P, Na and Mg contents in the body were determined in function of their concentrations in the several parts of the body. The macrominerals contents retained in the body were determined by regression equations of the logarithm of the macrominerals contents in the body, in function of the logarithm of empty body weight (EBW). By deriving the prediction equations of macrominerals body content, in function of the logarithm of EBW, it was obtained the net macrominerals requirements, for gains of 1 kg of EBW, through the equation $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, being "a" and "b" intercept and the regression coefficient, respectively, of the prediction equations of macrominerals body contents in the body. There was a decrease in the empty body and in the gain of empty body concentrations of the five macrominerals studied, with the elevation of the live weight. The relationships g Ca/100g of retained protein and g P/100g of retained protein were 6.44 and 4.78, respectively.

Key words: macrominerals, Nellore, requirements

Introdução

Os requisitos nutricionais de macroelementos minerais são, geralmente, estimados pelo método fatorial (ARC, 1980). Este método baseia-se nas quantidades líquidas depositadas no corpo do animal para atender o crescimento, a engorda e a gestação, além daquelas necessárias para a produção de leite e o crescimento de lã. Às exigências líquidas de crescimento são acrescidas as quantidades necessárias para atender as perdas inevitáveis do corpo, ou seja, as secreções endógenas, que são conhecidas como exigências líquidas de manutenção. A soma das frações de manutenção e produção vai constituir a exigência líquida total, a qual, corrigida por um coeficiente de absorção do elemento inorgânico no aparelho digestivo do animal, vai resultar na exigência dietética do mineral (SILVA, 1995).

A retenção de minerais depende da composição do ganho. Maiores deposições de gordura reduzem as deposições de elementos inorgânicos e, conseqüentemente, seus requisitos pelos animais, já que as concentrações de minerais no tecido adiposo são menores que nos músculos e ossos. Portanto, fatores como sexo, grupo genético, peso e idade dos animais influenciam os requisitos minerais. Animais castrados são menos exigentes em elementos minerais que os não-castrados e animais de maturidade precoce são menos exigentes em elementos minerais que os de maturidade tardia (FONTES, 1995).

Outros fatores, como o nível de produção, as interrelações entre os minerais, ou entre as frações orgânicas e inorgânicas do alimento, a disponibilidade e a forma química do elemento nos ingredientes da dieta, nutrição prévia, entre outros, influenciam os requisitos de minerais (SILVA e LEÃO, 1979; SILVA, 1995; NRC, 1996).

O NRC (1996) estimou os requisitos líquidos de Ca e P para ganho de peso, em função do ganho diário de proteína, sendo para o Ca de 13,5 e 8,5 g/dia, para o ganho de 1 kg de PV de animais com 200 e 450 kg de PV, respectivamente, e de 7,5 e 4,8 g/dia para o fósforo com a mesma taxa de ganho e os mesmos PV. Para Mg e Na, este conselho recomendou médias de 0,1 e 0,06-0,08% na MS da dieta, respectivamente, como requisitos dietéticos.

O AFRC (1991) recomenda exigências líquidas de Ca em 13,9 e 11,3 g/dia para animais de 200 e 500 kg de PV, ganhando 1 kg de PV/dia, respectivamente e de P em 7,7 e 6,6 g/dia, respectivamente para animais de 200 e 500 kg de PV. O ARC (1980) assume exigência líquida para ganho de Mg fixa (0,45 g/kg), independente do PCVZ do animal e para o Na de 2,8 e 4,9 g/dia para animais com 200 e 500 kg de PV.

Com relação aos coeficientes de absorção verdadeiro dos macrominerais, o NRC (1996) recomenda valores médios para o Ca e P de 50 e 68%, respectivamente, e uma faixa de variação de 10 a 37% para o Mg. O AFRC (1991) cita valores médios de absorção do Ca e P de 68 e 58 %, e o ARC (1980) de 17 e 91% para o Mg e Na, respectivamente.

No Brasil, a partir da década de 80, foram desenvolvidos alguns trabalhos de determinação de exigências líquidas de macrominerais (EZEQUIEL, 1987; LANA, 1991; PIRES, 1991; SOARES, 1994; FERREIRA *et al.*, 1999; PAULINO *et al.*, 1999; VÉRAS, 2000), no sentido de se obterem informações que permitam fazer estimativas de exigências nutricionais que mais se adequem às condições brasileiras. FONTES (1995) realizou a análise conjunta de alguns destes trabalhos e observou que as concentrações dos macrominerais (Ca, P, Mg e Na) no corpo vazio decresceram com a elevação do peso corporal. Para um animal de 400 kg de PV, FONTES (1995) encontrou exigências líquidas para ganho de 1 kg de PV de Ca, P, Mg e Na de 12,25; 7,22; 0,37 e 0,89, respectivamente.

São escassos os trabalhos de pesquisa sobre secreções endógenas de minerais em ruminantes, no Brasil. EZEQUIEL (1987) encontrou perdas endógenas totais (fecais+urinárias) de Ca e P e apenas urinária de Na, para animais Nelore, de 33,2 e 17,56 mg/kg de PV e 3,8 mg/kg de PV, respectivamente. Os valores de perdas endógenas para Ca e P estão bem acima e as de Na abaixo das recomendações do ARC (1980). Segundo SILVA (1995), as informações sobre os coeficientes de absorção de macrominerais inorgânicos, em bovinos alimentados com rações comuns, também são escassas e, em sua revisão, encontrou médias de coeficientes de absorção real de Ca e P de 68,4 e 72,3%, respectivamente, variando muito entre os grupos genéticos. Para o magnésio, o valor foi extremamente alto (52,2%),

comparado com o do ARC (1980), de 17%, e, para o Na, foi, em média, baixo (63,2%), em relação a 91% adotado pelo ARC (1980).

As informações disponíveis, no Brasil, sobre os requisitos de macroelementos minerais para bovinos de corte, segundo SILVA (1995), não são uniformes. BUTTERY (1996) atribuiu, pelo menos parte dos resultados inconsistentes, a erros na predição dos requisitos de minerais.

Este trabalho foi realizado objetivando avaliar o efeito de diferentes níveis de concentrado sobre a composição corporal e as exigências líquidas e dietéticas dos macroelementos inorgânicos (cálcio, fósforo, magnésio e sódio), de bovinos Nelore não-castrados.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. Foram utilizados 40 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg. Quatro novilhos foram abatidos após o período de adaptação de 30 dias (grupo referência), servindo de referência nos estudos subseqüentes. Quatro novilhos foram alimentados com uma dieta contendo 60% de concentrado e 15% de PB, em quantidade restrita de 1,2% do peso vivo (grupo manutenção), para atender aos requisitos energéticos de manutenção, calculados segundo o NRC (1996). Os 32 animais restantes foram pesados e distribuídos em oito tratamentos, com quatro diferentes níveis de concentrado nas dietas (20; 40; 60 e 80%) e dois níveis de PB (15 e 18%), na base da MS, em esquema fatorial 4 x 2 (níveis de concentrado x níveis de proteína), no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições na fase de recria e duas repetições na fase de engorda. A fase de recria foi avaliada de 240 kg até 360 kg de peso vivo e a fase de engorda de 360 kg até 450 kg de peso vivo. O volumoso foi composto de feno de capim-Tifton (*Cynodon dactylon*). As rações foram formuladas de acordo com o NRC (1996). Todas as rações foram formuladas para conter próximo de 32% de compostos nitrogenados não protéicos. A composição bromatológica das dietas encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e sódio (Na) das dietas experimentais

Nível de concentrado (%)	20		40		60		80	
Teor de PB	15	18	15	18	15	18	15	18
MS %	88,21	88,28	88,05	88,09	87,79	87,92	87,58	87,67
PB ¹	15,67	18,85	15,10	17,63	15,11	18,26	14,52	17,11
EE ¹	2,30	2,05	3,03	1,76	2,46	2,13	1,95	1,93
FDN ^{1,2}	62,37	60,60	48,62	46,46	37,90	34,62	25,94	19,65
NDT ¹	73,80	73,16	77,73	79,33	79,61	81,46	81,94	78,39
Ca ¹	0,48	0,49	0,50	0,53	0,57	0,52	0,74	0,67
P ¹	0,35	0,37	0,31	0,39	0,32	0,36	0,44	0,34
Mg ¹	0,19	0,20	0,17	0,18	0,14	0,16	0,12	0,14
Na ¹	0,08	0,09	0,10	0,07	0,10	0,09	0,10	0,15

¹ % na matéria seca.

² FDN corrigida para cinzas e proteína.

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma vez ao dia, e ajustados de forma a manter sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Foi realizada uma pesagem dos animais no início do experimento e, periodicamente, a cada 28 dias. À medida que um animal se aproximava do peso de abate preestabelecido, 360 ou 450 kg (recria e engorda, respectivamente), era pesado a intervalos menores. Após o abate, o trato gastrointestinal foi pesado, e seu peso foi somado aos dos órgãos e das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e sangue), para determinação do PCVZ.

Os conteúdos corporais de macroelementos minerais foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos, nas vísceras, no couro, no sangue, na cauda, na cabeça (músculo, gordura e ossos), nos pés (tendão e ossos) e nos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da seção HH.

A solução mineral para determinação dos macroelementos minerais foi preparada por via úmida. Após as devidas diluições, o teor de P foi determinado por colorimetria; os de Ca e Mg, em espectrofotômetro de absorção atômica; e o de Na, em espectrofotômetro de chama.

Para predição das quantidades líquidas de macroelementos inorgânicos retidos no corpo dos animais de cada tratamento, e para todos os tratamentos em conjunto, utilizaram-se equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de Ca, P, Mg ou Na, em função do logaritmo do PCVZ, conforme o seguinte modelo:

$$Y = a + bX + e$$

em que:

Y = logaritmo do conteúdo total do macroelemento inorgânico (kg) retido no corpo vazio;

a = constante;

b = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo do macroelemento inorgânico, em função do logaritmo do PCVZ;

X = logaritmo do PCVZ; e

e = erro aleatório.

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

Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de macroelementos inorgânicos, em função do logaritmo do PCVZ, foram obtidas as equações de predição das exigências líquidas de Ca, P, Mg e Na para ganho de 1 kg de PCVZ, do tipo:

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

em que:

Y' = exigência líquida do macroelemento inorgânico;

a e b = intercepta e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de macroelementos inorgânicos; e

X = PCVZ (kg).

As comparações entre as equações de regressão dos parâmetros avaliados para cada tratamento foram realizadas, de acordo com a metodologia recomendada por REGAZZI (1996), para testar identidade de modelos.

Para estimar as exigências de manutenção e, posteriormente, somar às exigências para ganho, para obter as exigências dietéticas totais, foram adotadas as recomendações do ARC (1980) e do AFRC (1991) para as perdas endógenas totais de Ca, P, Mg e Na, e a biodisponibilidade destes elementos nos alimentos, segundo o ARC (1980) e o NRC (1996), conforme pode ser visualizado na Tabela 2.

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

Elemento (kg)	Perdas endógenas totais ²	Biodisponibilidade (%)
Ca	$[-0,74+0,0079PV+0,66CMS^3]$	50 ¹
P	$1,6*[-0,06+0,693CMS]$	68 ¹
Mg	3,0 mg/kg PV/dia	17 ²
Na	6,8 mg/kg PV/dia	91 ²

¹ Dados obtidos do NRC (1996);

² Dados obtidos do ARC (1980) e do AFRC (1991);

³ Considerando consumo de MS de 2,4% do PV.

Os requisitos dietéticos dos elementos minerais foram estimados a partir da relação entre os requisitos líquidos, obtidos por meio das equações em conjunto obtidas neste trabalho, e os respectivos coeficientes médios de absorção aparente, para cada elemento mineral, recomendados pelo NRC (1996).

Para predição do PCVZ a partir do PV, foi utilizada a relação geral obtida por SILVA (2001), ajustada para todos os dados: $PCVZ = 0,8975 * PV$. O fator para a conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV foi obtido a partir da multiplicação pelo fator 0,96, obtido no referido trabalho.

As determinações de matéria seca (MS), compostos nitrogenados totais, extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN) foram feitas conforme técnicas descritas por SILVA (1990). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos do experimento de ÍTAVO (2001).

Resultados e Discussão

Na Tabela 3, são apresentados os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), e sódio (Na) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (PCVZ), obtidos para cada nível de concentrado nas dietas e para todos tratamentos em conjunto. Como o teste de identidade de modelos, aplicado às equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal dos elementos minerais, em função do logaritmo do PCVZ, para os quatro níveis de concentrado na dieta, indicou não haver diferença entre os tratamentos, foram utilizadas as equações relativas aos dados em conjunto.

As exigências líquidas de Ca, P, Mg e Na, por kg de ganho de PCVZ são apresentadas na Tabela 4. Os resultados demonstraram diminuição nas concentrações dos macrominerais estudados, principalmente Ca, P e Na, com o aumento do peso vivo (PV), o que era esperado, pois vários autores já observaram tal tendência (FERREIRA *et al.*, 1999; PAULINO *et al.*, 1999; VÉRAS, 2000). Isto pode ser explicado pelo aumento da gordura corporal, com a elevação do PV dos animais, e, segundo FONTES (1995) e SILVA (1995), quanto maior a deposição de gordura, menores os depósitos de minerais, além do fato de o tecido adiposo geralmente não conter quantidades apreciáveis de macrominerais. As exigências líquidas de Ca estimadas (13,05 a 10,90 g/dia) estão de acordo com os valores preconizados pelo AFRC (1991) (13,9 a 11,6 g/dia), mas os valores de P (9,21 a 8,16 g/dia) estão mais elevados do que os do referido conselho (7,7 a 6,7 g/dia), para os diversos PV (200 a 450 kg).

Tabela 3 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo do conteúdo de cálcio, fósforo, magnésio, potássio ou sódio (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (kg) de bovinos Nelore, para os diferentes níveis de concentrado (NC) na ração, e em conjunto e coeficientes de determinação (r^2)

NC (%)	Parâmetro		
	Intercepto (a)	Coeficiente (b)	r^2
Cálcio (kg)			
20	- 0,8794	0,6010	0,31
40	- 1,9317	1,0612	0,63
60	- 1,1958	0,7542	0,67
80	- 1,0126	0,6617	0,51
Conjunto	- 1,2764	0,7785	0,50
Fósforo (kg)			
20	- 1,7997	0,9259	0,87
40	- 1,9746	0,9978	0,87
60	- 1,7851	0,9222	0,85
80	- 1,1311	0,6292	0,36
Conjunto	- 1,6279	0,8504	0,67
Magnésio (kg)			
20	- 3,1704	0,8766	0,69
40	- 3,8673	1,1746	0,77
60	- 3,0885	0,8363	0,76
80	- 3,2940	0,9233	0,93
Conjunto	- 3,3639	0,9565	0,76
Sódio (kg)			
20	- 2,1911	0,7726	0,75
40	- 2,1871	0,7750	0,78
60	- 1,8682	0,6451	0,78
80	- 2,3066	0,8340	0,74
Conjunto	- 2,1592	0,7653	0,75

A exigência líquida de Ca, para um animal de 400 kg PV, foi de 11,19 g. Este valor é superior aos valores obtidos FERREIRA *et al.* (1999), PAULINO *et al.* (1999) e VÉRAS (2000), e próximo aos obtidos pelo AFRC (1991) e por FONTES (1995), em análise conjunta de vários trabalhos. Os valores

observados no presente trabalho são menores que 14 g/kg de ganho de PV, preconizado pelo ARC (1980) como exigência líquida diária de Ca para ganho de 1 kg. Pode-se observar uma grande variação nas exigências líquidas deste mineral, podendo ser influenciadas pelo grupo racial, clima, alimentação etc.

Já em relação ao P, o requisito líquido de um animal pesando 400 kg (8,31 g) foi quase 100% superior aos observados por FERREIRA *et al.* (1999) e PAULINO *et al.* (1999), porém mais próximo dos relatados por FONTES (1995), de 6,87, pelo NRC (1996), de 8 g, e por VÉRAS (2000), de 7,53 g, para animais não-castrados.

Os valores de exigências líquidas de Ca e P, obtidos no presente trabalho, são maiores que os observados por FONTES (1995), para animais castrados, confirmando que estes últimos depositam gordura mais precocemente, aumentando o teor de gordura corporal, com conseqüente diluição do conteúdo corporal de minerais e redução dos respectivos requisitos líquidos.

Tabela 4 - Exigências líquidas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), e sódio (Na), em g por kg de ganho de peso do corpo vazio, de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Exigência líquida			
	Ca	P	Mg	Na
200	13,05	9,21	0,33	1,57
250	12,42	8,91	0,33	1,49
300	11,93	8,67	0,32	1,43
350	11,53	8,48	0,32	1,38
400	11,19	8,31	0,32	1,33
450	10,90	8,16	0,32	1,30

$$PCVZ = PV * 0,8975$$

Utilizando-se os requisitos líquidos de proteína, obtidos por SILVA (2001), para um animal pesando 400 kg, e as exigências líquidas de Ca e P

obtidas no presente trabalho, as relações g Ca/100g de proteína retida e g P/100g de proteína retida foram iguais a 6,44 e 4,78, respectivamente. VÉRAS (2000) obteve uma relação próxima para o P (4,76) e inferior para o Ca (5,17). O NRC (1996) preconiza relações de 7,10 e 3,90 para Ca e P, respectivamente.

As exigências líquidas de Mg, verificadas no presente trabalho, são semelhantes às estimadas pelo ARC (1980) e por FERREIRA *et al.* (1999), porém superiores às encontradas por PAULINO *et al.* (1999) e VÉRAS (2000), para zebuínos. Já FONTES (1995), obteve estimativas superiores às deste experimento, para exigências líquidas de Mg. Os resultados obtidos para Na foram superiores às estimativas de FONTES (1995) e PAULINO *et al.* (1999), e mais próximos das de FERREIRA *et al.* (1999).

A partir dos coeficientes médios de absorção verdadeira, recomendados pelo NRC (1996) para Ca e P, 50 e 68%, respectivamente, e pelo ARC (1980) para Mg e Na, 17 e 91%, respectivamente, e das estimativas das exigências líquidas para ganho, foram estimados os requisitos dietéticos de Ca, P, Mg e Na, por kg de ganho de PV, aplicando o fator 0,96, encontrado neste experimento, para corrigir a exigência líquida para GPCVZ em exigência para GPV (Tabela 5).

As exigências dietéticas de Ca para ganho, para um animal ganhando 1 kg por dia, estão próximas às preditas pelo NRC (1996), que variam de 27 a 17 g/dia para animais de 200 e 450 kg de PV, respectivamente. Já as exigências de P, estimadas neste experimento, foram sempre maiores que as recomendadas pelo NRC (1996), para os vários PV.

Tabela 5 - Exigências dietéticas para ganho de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e sódio (Na), em g/kg ganho de peso vivo (GPV), de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Exigência dietética para ganho (g/kg GPV)			
	Ca ¹	P ²	Mg ³	Na ⁴
200	25,05	13,01	1,86	1,65
250	23,84	12,58	1,85	1,57
300	22,90	12,25	1,83	1,50
350	22,13	11,97	1,82	1,45
400	21,49	11,73	1,81	1,41
450	20,93	11,52	1,80	1,37

PCVZ = PV * 0,8975

¹ Absorção verdadeira = 50 %; ² Absorção verdadeira = 68 %; ³ Absorção verdadeira = 17 %; ⁴ Absorção verdadeira = 91 %.

Estão na Tabela 6 as exigências totais (manutenção + ganho de 1 kg PV) dos macroelementos minerais estudados. Diferentemente da exigência para ganho, as exigências dietéticas totais aumentam com o PV do animal, devido à participação das exigências para manutenção, que se somam a ela, estarem em função do PV do animal. As exigências totais de Ca encontram-se próximas às recomendações do NRC (1996), mas as de P apresentam valores sempre superiores aos do referido conselho. PAULINO *et al.* (1999), trabalhando com várias raças de zebuínos e adotando as recomendações do AFRC (1991) para estimar as perdas endógenas dos macroelementos minerais, obtiveram exigências dietéticas totais de Ca inferiores e de P, Mg e Na semelhantes às deste experimento. Especificamente para Mg, as exigências líquidas para ganho representam uma pequena parcela das exigências dietéticas, tendo em vista a baixa disponibilidade do Mg alimentar, conforme já observado e citado por FONTES (1995).

Se for considerado um consumo de MS constante, durante as fases de recria e engorda de um bovino, as exigências dietéticas totais estimadas neste experimento, expressas em % da MS, demonstraram uma tendência de diminuição, com o aumento do PV, para Ca, P, Mg e Na. Apenas para

exemplificar, um animal de 200 kg de PV, consumindo 2,4% do seu PV em MS e ganhando 1 kg de PV, teria exigências totais de Ca, P, Mg e Na, expressas em % da MS, de 0,66; 0,43; 0,11 e 0,065, respectivamente. Já um animal de 400 kg de PV, consumindo os mesmos 2,4% do PV em MS e ganhando o mesmo PV, teria uma exigência total de 0,39; 0,28; 0,09 e 0,05% da MS, respectivamente, para Ca, P, Mg e Na. As exigências recomendadas pelo NRC (1996) para estes mesmos minerais são de 0,68; 0,33; 0,10 e 0,07% da MS e 0,32; 0,19; 0,10 e 0,07% da MS, para bovinos de 200 e 400 kg de PV, respectivamente, ganhando 1 kg de PV e consumindo 2,4% do PV em MS.

Tabela 6 - Exigências dietéticas totais (manutenção + ganho de 1 kg PV) de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e sódio (Na), em g/dia e em % da MS para um consumo de 2,4% do PV, de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Exigência dietética total							
	Ca		P		Mg		Na	
	g/dia	% MS	g/dia	% MS	g/dia	% MS	g/dia	% MS
200	31,50	0,66	20,70	0,43	5,39	0,11	3,15	0,07
250	32,74	0,55	22,23	0,37	6,26	0,10	3,43	0,06
300	34,23	0,48	23,84	0,33	7,13	0,10	3,75	0,05
350	35,89	0,43	25,52	0,30	8,00	0,10	4,07	0,05
400	37,65	0,39	27,24	0,28	8,87	0,09	4,40	0,05
450	39,51	0,37	29,00	0,27	9,74	0,09	4,73	0,04

$$PCVZ = PV * 0,8975$$

Conclusões

Houve diminuição nas concentrações dos quatro macroelementos estudados no corpo vazio e no ganho de corpo vazio, com a elevação do peso vivo.

As relações g Ca/100g de proteína retida e g P/100g de proteína retida foram iguais a 6,44 e 4,78, respectivamente.

As exigências líquidas de Ca foram semelhantes e as de P maiores que as preconizadas pelo AFRC (1991) e pelo NRC (1996). As exigências líquidas de Mg e Na foram semelhantes às relatadas pelo NRC (1996).

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1991. Technical committee on responses to nutrients, Report 6. A reappraisal of the calcium and phosphorous requirements of sheep and cattle. *Nut. Abs. Rev.*, 61(9):576-612.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1980. *The nutrient requirements of ruminants livestock*. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 351p.
- BUTTERY, P.J. 1996. Interaction between diet and the response of ruminants to metabolism modifiers. In: GARNSWORTHY, P.C., COLE, D.J.A. (Ed.). *Recent developments in ruminant nutrition*, 3.ed. 1996. UK:Nottingham University, p.341-350.
- EZEQUIEL, J.M.B. *Exigências de proteína e minerais de bovídeos: frações endógenas*. Viçosa, MG, UFMG, 1987. 131p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1987.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., MUNIZ, E.B., et al. 1999. Composição corporal e exigências líquidas de macroelementos minerais de bovinos F1 Simental x Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, 28(2):361-367.
- 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.
- FREITAS, J.A. *Composição corporal e exigência de energia e proteína de bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos não castrados, em confinamento*. Viçosa: UFV, 1995. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- GONÇALVES, L.C. *Digestibilidade, composição corporal, exigências nutricionais e características das carcaças de zebuínos, taurinos e bubalinos*. Viçosa, MG: UFV, 1988. 238p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.

- ÍTAVO, L.C.V. *Consumo, digestibilidade e eficiência microbiana de novilhos alimentados com 20, 40, 60 e 80% de concentrado*. Viçosa, MG: UFV, 2001. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- LANA, R.P. *Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de 5 grupos raciais, em confinamento*. Viçosa: UFV, 1991. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. *Nutrients requirements of beef cattle*. 7. Ed. Washington, D.C. 242p.
- PAULINO, M.F., FONTES, C.A.A., JORGE, A.M., et al. 1999. Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas. *Rev. Bras. Zootec.*, 28(3):634-641.
- PIRES, K.C. Exigências de proteína, energia e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) de bovinos não castrados de três grupos genéticos. Viçosa, MG: UFV, 1991. 125p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- REGAZZI, J.A. 1996. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. *Pesq. Agropec. Bras.*, 31(1):1-17.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa, MG: UFV. 165p.
- SILVA, F.F. *Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (de energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína*. Viçosa, MG: UFV, 2001, 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- 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.
- SILVA, J.F., LEÃO, M.I. 1979. *Fundamentos de nutrição dos ruminantes*. Piracicaba: Livrocere. 380p.

SOARES, J.E. Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) para ganho de peso em bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos. Viçosa: UFV, 1994. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.

VÉRAS, A.S.C. *Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado*. Viçosa, MG: UFV, 2000. 192p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

Exigências Líquidas de Aminoácidos para Ganho de Peso de Nelores Não-Castrados

Resumo - Foram utilizados 40 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg, sendo quatro novilhos de referência, quatro alimentados para manutenção e o restante distribuído em oito tratamentos, com quatro diferentes níveis de concentrado nas dietas (20; 40; 60 e 80%) e dois níveis de proteína bruta (PB) (15 e 18%). A fase de recria foi avaliada até 360 kg de peso vivo, e a fase de engorda até 450 kg de peso vivo. O volumoso utilizado foi feno de capim *Tyfton* (*Cynodon dactylon*). Após o abate todas as partes do corpo do animal foram pesadas e amostradas. As amostras foram liofilizadas para determinação de matéria seca, pré-desengorduradas com éter, posteriormente moídas e determinado os teores de aminoácidos. As exigências líquidas de aminoácidos para ganho de peso foram calculadas segundo o método fatorial no qual o ganho de proteína foi multiplicado pela composição aminoacídica do corpo vazio. A exigência líquida de aminoácidos para manutenção foi estimada. A soma das exigências metabolizável para manutenção e ganho compôs a exigência total de aminoácidos metabolizáveis. As exigências líquidas para ganho de aminoácidos diminuíram com o aumento do peso vivo do animal. A exigência total de aminoácidos metabolizáveis, expresso em % do total de aminoácidos essenciais, não varia muito com o aumento do peso vivo e o valor médio é de 2,66; 15,11; 6,09; 8,64; 9,26; 18,48; 8,33; 12,01 e 19,41 para metionina, lisina, histidina, fenilalanina, treonina, leucina, isoleucina, valina e arginina, respectivamente.

Palavras-chave: aminoácidos, exigências, Nelore

Net Amino Acids Requirements for Weight Gain of Nellore Bulls

Abstract - Forty Nellore bulls, with 240 kg initial live weight (LW), were used. Four were reference bulls, four were fed for maintenance, and the remaining were distributed in eight treatments, with four different concentrate levels in the diets (20; 40; 60 and 80%) and two levels of crude protein (CP) (15 and 18%). The growing phase was evaluated up to 360 kg of LW, and the fattening phase up to 450 kg of LW. The roughage used was Tyfton grass hay (*Cynodon dactylon*). After the slaughter, all animal body parts were weighted and sampled. The samples were freeze dried to determine the dry matter, pre-degreased with ether, grinded and the concentrations of amino acids were determined. The net amino acids requirements for gain were calculated according to the factorial method, in which the protein gain was multiplied by the empty body amino acids composition. The net amino acids requirements for maintenance were estimated. The sum of the metabolizable requirements for maintenance and gain composed the total metabolizable amino acids requirements. The net amino acids requirements for gain decreased with the increase of the animal's live weight. The total metabolizable amino acids requirements, expressed in percentage of the total essential amino acids, did not vary a lot as live weight increased, and the mean values were 2.66; 15.11; 6.09; 8.64; 9.26; 18.48; 8.33; 12.01 and 19.41 for methionine, lysine, histidine, phenylalanine, threonine, leucine, isoleucine, valine and arginine, respectively.

Key words: amino acids, needs, Nellore

Introdução

Nas últimas décadas, considerável atenção foi dada à determinação de requisitos de proteínas para ruminantes, tendo sido proposta uma série de sistemas ou modelos, baseados, principalmente, nas frações protéicas degradáveis e não degradáveis dos alimentos, deixando o campo aberto para a predição de exigências em aminoácidos (AA).

Não há dúvidas de que ruminantes e não-ruminantes devem receber quantidade suficiente de AA essenciais (AAE) para atender às necessidades de manutenção e produção. No caso de ruminantes, no entanto, a situação é mais complexa devido às particularidades do metabolismo intermediário, às transformações que os alimentos sofrem durante a fermentação ruminal e às dificuldades de se conhecerem os AAs disponíveis para absorção no duodeno, oriundos de uma mistura de proteínas microbiana, dietética não degradável no rúmen e endógena (RODRIGUEZ, 1996).

Portanto, conhecendo-se as exigências líquidas de proteína, a composição em AAs dos tecidos e do leite e a eficiência de utilização de cada AAE, pode-se calcular as exigências diárias de AA essenciais absorvidos no intestino delgado (ID), (VALADARES FILHO, 1997).

Para atender essas exigências, resta saber qual é a quantidade de AAs absorvidos fornecida pelas fontes protéicas não degradadas no rúmen e pela proteína microbiana. Considera-se que a proporção de proteína verdadeira na proteína microbiana é de 60% e que a digestibilidade desta no intestino delgado foi assumida como 100% (SNIFFEN *et al.*, 1992). Além disso, a quantidade de proteína microbiana sintetizada é dada em função da disponibilidade de carboidratos no rúmen, assumindo-se valor médio de 0,4 g de MS microbiana/g de carboidrato degradado no rúmen e que as bactérias possuem, em média, 10% de compostos nitrogenados (RUSSELL *et al.*, 1992). Então, a quantidade de AAs microbianos absorvidos no intestino delgado pode ser obtida pela multiplicação da quantidade de proteína verdadeira microbiana digestível que chega ao ID, pelos seus respectivos teores de AAs.

A quantidade de AAs da PNDR disponível para absorção é calculada pelo CNCPS, considerando as frações B₁, B₂ e B₃ da proteína. Inicialmente, a proteína dos alimentos é fracionada em A, B₁, B₂, B₃ e C, conforme

metodologia descrita por LICITRA *et al.* (1996). A fração A não contribui com AA e a fração C é considerada não degradada no rúmen e indisponível para o animal. Segundo SNIFFEN *et al.* (1992), o escape percentual das frações B₁, B₂ e B₃ é dado pela fórmula: $\text{escape} = Kp / (Kp + Kd)$, onde Kp é a taxa de passagem do alimento e Kd, a taxa de digestão da respectiva fração. Conhecendo-se as quantidades de cada fração protéica que chega ao ID, multiplicam-se estas quantidades pelos valores de 100, 100 e 80 %, respectivamente, para as frações B₁, B₂ e B₃, obtendo-se, dessa forma, a quantidade de PNDR absorvida no ID para cada alimento. A quantidade de cada AAE absorvido no ID, pode ser calculada multiplicando-se a PNDR absorvida no ID pelos seus respectivos teores de AAs essenciais. O sistema considera que a composição em AAE da PNDR é similar à da proteína dietética.

RICHARDSON e HATFIELD (1978) tentaram determinar o primeiro, o segundo e o terceiro AAs limitantes, em novilhos em crescimento, canulados no abomaso e recebendo uma dieta purificada essencialmente livre de proteína, mas presumindo ser adequada em nitrogênio total. A excreção urinária de nitrogênio, em novilhos infundidos com L-metionina, foi menor do que em novilhos infundidos com lisina, treonina ou triptofano. A Infusão de metionina, lisina e treonina aumentou a retenção de nitrogênio acima daquela obtida quando metionina e lisina foram infundidas. Metionina, lisina e treonina foram os três primeiros AAs limitantes em bovinos em crescimento, como indicado pelo balanço de nitrogênio e os três AAs no plasma, quando a proteína microbiana foi essencialmente a única fonte de proteína. Em estudos com carneiros recebendo infusões intragástricas, STORM e ORSKOV (1984) demonstraram que a metionina e a lisina limitaram a retenção de nitrogênio quando a proteína microbiana foi a única fonte de proteína. A arginina e a histidina também pareceram ser potencialmente limitantes neste trabalho. Mas, muitos outros AAE são freqüentemente co-limitantes para o crescimento de novilhos, e a resposta máxima é atingida quando proteínas intactas são fornecidas após o rúmen comparadas com o fornecimento de um ou dois AAs considerados limitantes (MERCHEN e TITGEMEYER, 1992)

O objetivo deste experimento foi determinar as exigências líquidas de aminoácidos essenciais para ganho de peso de Nelore, nas fases de recria e engorda.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. Foram utilizados 36 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg. Quatro novilhos foram abatidos após o período de adaptação de 30 dias (grupo referência), servindo de referência nos estudos subseqüentes. Os 32 animais restantes foram pesados e distribuídos em oito tratamentos, com quatro níveis de concentrado (20; 40; 60 e 80%) e dois níveis de PB (15 e 18%) nas dietas, na base da MS, esquema fatorial 4 x 2 (de concentrado x níveis de proteína), no delineamento inteiramente casualizado em com quatro repetições na fase de recria e duas repetições na fase de engorda. A fase de recria foi avaliada de 240 kg até 360 kg de peso vivo e a fase de engorda de 360 kg até 450 kg de peso vivo. O volumoso foi composto de feno de capim-Tifton (*Cynodon dactylon*). As rações foram formuladas de acordo com o NRC (1996). Todas as rações foram formuladas para conter próximo de 32% de compostos nitrogenados não protéicos. A composição bromatológica das dietas encontra-se na Tabela 1.

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma vez ao dia, e ajustados de forma a manter sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Foi realizada uma pesagem dos animais no início do experimento e, periodicamente, a cada 28 dias. À medida que um animal se aproximava do peso de abate preestabelecido, 360 ou 450 kg (recria e engorda, respectivamente), era pesado a intervalos menores. Após o abate, o trato gastrointestinal foi pesado, e seu peso foi somado aos dos órgãos e das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e sangue), para determinação do PCVZ.

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

Nível de concentrado (%)	20		40		60		80	
Teor de PB	15	18	15	18	15	18	15	18
MS %	88,21	88,28	88,05	88,09	87,79	87,92	87,58	87,67
PB ¹	15,67	18,85	15,10	17,63	15,11	18,26	14,52	17,11
EE ¹	2,30	2,05	3,03	1,76	2,46	2,13	1,95	1,93
FDN ^{1,2}	62,37	60,60	48,62	46,46	37,90	34,62	25,94	19,65
NDT ¹	73,80	73,16	77,73	79,33	79,61	81,46	81,94	78,39

¹ % na matéria seca.

² FDN corrigida para cinzas e proteína.

A composição de aminoácidos do corpo vazio foi determinada em função das concentrações percentuais destes nas amostras de músculo e em uma amostra composta de vísceras, órgãos, couro, sangue, cauda, cabeça (músculo, gordura e ossos), pés (tendão e ossos) e constituintes separados (gordura e ossos) da seção HH, já liofilizadas, pré-desengorduradas e moídas. O peso utilizado de cada constituinte, na amostra composta, foi proporcional à sua contribuição no total de proteína do corpo vazio, após a liofilização, pré-desengorduramento e moagem dos mesmos em separado. Aproximadamente 150 mg de proteína da amostra foram hidrolisados com solução de ácido clorídrico 6 N, por 21 horas, a 110° C. As amostras foram filtradas em filtro de papel Whatman nº 1 e 1 ml foi transposto para um balão de 50 ml com posterior secagem em nitrogênio. Completou-se o volume do balão e as amostras foram analisadas em analisador de aminoácidos HITACHI L8500A.

As exigências líquidas de aminoácidos para ganho de peso foram calculadas segundo o método fatorial proposto por O'CONNOR *et al.* (1993), no qual o ganho de proteína (SILVA, 2001) foi multiplicado pela composição aminoacídica do corpo vazio. Também foram previstas as quantidades líquidas de aminoácidos retidos no corpo dos animais de cada tratamento, e para todos os tratamentos em conjunto, utilizando-se equações de regressão do logaritmo

do conteúdo corporal de aminoácidos, em função do logaritmo do PCVZ, conforme o seguinte modelo:

$$Y = a + bX + e$$

em que:

Y = logaritmo do conteúdo total do aminoácidos (kg) retido no corpo vazio;

a = constante;

b = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo do aminoácidos, em função do logaritmo do PCVZ;

X = logaritmo do PCVZ; e

e = erro aleatório.

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

Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de aminoácidos, em função do logaritmo do PCVZ, foram obtidas as equações de predição das exigências líquidas de aminoácidos para ganho de 1 kg de PCVZ, do tipo:

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

em que:

Y' = exigência líquida do aminoácido;

a e b = intercepta e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de aminoácidos; e

X = PCVZ (kg).

As comparações entre os parâmetros das equações de regressão avaliados para cada tratamento foram realizadas, de acordo com a metodologia recomendada por REGAZZI (1996), para testar identidade de modelos.

As exigências líquidas de aminoácidos para manutenção foram estimadas a partir da estimativa da proteína bruta endógena basal (PBEB = $2,1875 \cdot PV^{0,75}$; AFRC, 1993) e da proteína bruta de descamação (PBD = $0,1125 \cdot PV^{0,75}$; AFRC, 1993), multiplicadas pela composição aminoacídica do corpo vazio, obtida neste experimento, e da queratina (Block e Bolling, 1951, citados por

O'CONNOR *et al.*, 1993), respectivamente, conforme apresentado na Tabela 2. Os aminoácidos metabolizáveis foram calculados utilizando o fator de eficiência (FE) dos aminoácidos para ganho, $FE = 0,83 - (0,00114 \cdot PCVZ)$, segundo AINSLIE *et al.* (1993), e, para manutenção, segundo os valores descritos por EVANS e PATTERSON (1985). A soma das exigências metabolizáveis para manutenção e ganho compôs a exigência total de aminoácidos metabolizáveis. Dentre os aminoácidos essenciais, não foi analisado o triptofano, devido a dificuldades de análise. Para os valores de metionina utilizou-se o valor médio do corpo vazio de três experimentos sumarizados por AINSLIE *et al.* (1993), devido a falhas na análise deste AA.

As determinações de matéria seca (MS), compostos nitrogenados totais, extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN) foram feitas conforme técnicas descritas por SILVA (1990). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos do experimento de ÍTAVO (2001).

Resultados e Discussão

A composição aminoacídica do corpo vazio (Tabela 2) apresentou-se semelhante aos valores de uma média de três experimentos citados por AINSLIE *et al.* (1993), à exceção da arginina, que apresentaram valores maiores do que os citados na literatura.

As exigências líquidas para ganho, em g/kg de ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), calculada pelo método fatorial, estão apresentadas na Tabela 3. Na Tabela 4, são apresentados os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos dos aminoácidos no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (PCVZ), obtidos para cada nível de concentrado nas dietas e para todos tratamentos em conjunto. Como o teste de identidade de modelos, aplicado às equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal dos elementos minerais, em função do logaritmo do PCVZ, para os quatro níveis de concentrado na dieta, indicou não haver diferença entre os modelos, foram utilizadas as equações relativas aos dados em

conjunto para o cálculo das exigências líquidas para ganho pelo método de equações, conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 2 - Composição de aminoácidos dos músculos, conjunto (sangue, couro, órgãos, vísceras, ossos e gordura), todos os tecidos do corpo vazio, de bovinos Nelore e da queratina (g/100 g de proteína)

Aminoácidos*	Músculos	Conjunto	Corpo vazio	Queratina ¹
Aminoácidos essenciais				
Met ²	-	-	2,00	1,00
Lys	7,56	4,84	5,91	3,20
His	3,13	1,80	2,39	1,00
Phe	3,67	3,11	3,34	3,70
Thr	4,32	2,92	3,52	7,20
Leu	7,49	5,71	6,42	10,00
Ile	3,68	2,27	2,88	5,00
Val	4,11	4,23	4,18	6,00
Arg	7,14	8,00	7,59	3,80
Aminoácidos não essenciais				
Asp	8,83	7,17	7,88	-
Ser	3,94	3,90	3,91	-
Glu	15,36	11,86	13,36	-
Gly	5,76	20,02	13,79	-
Ala	5,97	9,20	7,78	-
Tyr	3,09	1,66	2,29	-
Cys	1,86	0,60	1,15	-

* Met= Metionina; Lys= Lisina; His= Histidina; Phe= Fenilalanina; Thr= Treonina; Leu= Leucina; Ile= Isoleucina; Val= Valina, Arg= Arginina, Asp= Aspartato, Ser= Serina, Glu= Glutamato, Gly= Glicina, Ala= Alanina, Tyr= Tirosina e Cys= Cisteína.

¹ Block e Bolling (1951), citados por O'CONNOR *et al.* (1993).

² Média de três experimentos reunidos por AINSLIE *et al.* (1993).

As exigências líquidas para ganho de aminoácidos, calculadas pelos dois métodos apresentaram valores próximos. As exigências líquidas, calculadas pelo método fatorial, diminuíram com o aumento do peso vivo do animal, fato esperado, em função das exigências serem calculadas com as exigências de proteína líquida para ganho, obtidas por SILVA (2001), que apresentaram um decréscimo em consequência do maior acúmulo de gordura com o aumento do peso vivo (PV). Já as exigências líquidas calculadas pelo método de equações aumentaram com o aumento do peso vivo do animal, para alguns aminoácidos (Lys, His, Phe, Thr, Leu, Ile, Asp, Glu, Tyr e Cys) e diminuíram para outros (Val, Arg, Ser, Gly e Ala). Como a literatura (ZINN, 1988, O'CONNOR *et al.*, 1993, WILKERSON *et al.*, 1993) recomenda o cálculo das exigências de aminoácidos pelo método fatorial, as considerações subsequentes serão realizadas para os valores obtidos por este método. Mas, pode-se observar que as exigências líquidas de aminoácidos podem ser calculadas pelo método de equações e, possivelmente, tenha coerência, pois, provavelmente, nem todos os aminoácidos apresentam a mesma tendência de diminuição com o aumento do peso vivo do animal.

Tabela 3 - Exigências líquidas de aminoácidos para ganho (g/kg de GPCVZ), de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV), calculada pelo método fatorial

PV (kg)	200	250	300	350	400	450
Exigência líquida						
Met	2,33	2,75	3,15	3,54	3,91	4,27
Lys	10,82	10,64	10,49	10,36	10,26	10,17
His	4,37	4,30	4,24	4,19	4,14	4,11
Phe	6,12	6,02	5,94	5,87	5,80	5,75
Thr	6,46	6,35	6,26	6,19	6,12	6,07
Leu	11,76	11,56	11,40	11,27	11,15	11,05
Ile	5,28	5,19	5,12	5,06	5,01	4,96
Val	7,66	7,53	7,43	7,34	7,27	7,20
Arg	13,91	13,68	13,49	13,33	13,19	13,07
Asp	14,44	14,19	13,99	13,83	13,69	13,56
Ser	7,17	7,05	6,95	6,87	6,80	6,74
Glu	24,49	24,07	23,73	23,46	23,22	23,01
Gly	25,27	24,84	24,49	24,20	23,96	23,74
Ala	14,26	14,02	13,83	13,66	13,52	13,40
Tyr	4,20	4,13	4,07	4,02	3,98	3,95
Cys	2,11	2,07	2,05	2,02	2,00	1,99

$$\text{PCVZ} = \text{PV} * 0,8975$$

Tabela 4 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de lisina, histidina, fenilalanina, treonina, leucina, isoleucina, valina, arginina, aspartato, serina, glutamato, glicina, alanina, tirosina e cisteína em kg, no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (kg) de bovinos Nelore, para os diferentes níveis de concentrado (NC) na dieta, e em conjunto (CONJ) e os respectivos coeficientes de determinação (r^2)

NC (%)	Parâmetro		
	Intercepto (a)	Coeficiente (b)	r^2
Lisina (kg)			
20	- 1,9010	0,9755	0,89
40	- 2,3177	1,1529	0,90
60	- 1,9758	1,0074	0,90
80	- 1,8064	0,9353	0,70
CONJ.	- 2,0000	1,0177	0,85
Histidina (kg)			
20	- 2,7899	1,1650	0,92
40	- 3,3922	1,4306	0,86
60	- 2,7179	1,1353	0,78
80	- 2,7992	1,1748	0,91
CONJ.	- 2,9403	1,2329	0,85
Fenilalanina (kg)			
20	- 2,1951	0,9979	0,96
40	- 2,3441	1,0563	0,84
60	- 2,1491	0,9770	0,94
80	- 2,1969	0,9989	0,94
CONJ.	- 2,2220	1,0079	0,92
Treonina (kg)			
20	- 2,3151	1,0537	0,96
40	- 2,5115	1,1367	0,94
60	- 2,1950	1,0015	0,87
80	- 2,2950	1,0471	0,94
CONJ.	- 2,3338	1,0617	0,93

Tabela 4 - Continuação...

NC (%)	Parâmetros		
	Intercepta (a)	Coeficiente (b)	r ²
Leucina (kg)			
20	- 1,9566	1,0192	0,96
40	- 1,9809	1,0145	0,52
60	- 1,8384	0,9699	0,88
80	- 1,9426	1,0140	0,93
CONJ.	- 1,9261	1,0023	0,78
Isoleucina (kg)			
20	- 2,3777	1,0436	0,93
40	- 2,7385	1,2009	0,89
60	- 2,2072	0,9664	0,87
80	- 2,2771	0,9998	0,89
CONJ.	- 2,4051	1,0548	0,88
Valina (kg)			
20	- 1,9259	0,9244	0,94
40	- 2,2912	1,0860	0,76
60	- 1,8812	0,9034	0,92
80	- 1,9012	0,9129	0,91
CONJ.	- 2,0056	0,9591	0,86
Arginina (kg)			
20	- 1,8070	0,9946	0,94
40	- 1,7091	0,9417	0,56
60	- 1,5393	0,8679	0,52
80	- 1,6781	0,9365	0,94
CONJ.	- 1,6798	0,9338	0,71

Tabela 4 - Continuação...

NC (%)	Parâmetros		
	Intercepta (a)	Coeficiente (b)	r ²
Aspartato (kg)			
20	- 1,9426	1,0458	0,96
40	- 2,1048	1,1137	0,96
60	- 1,8253	0,9935	0,93
80	- 1,8772	1,0184	0,93
CONJ.	- 1,9392	1,0435	0,95
Serina (kg)			
20	- 2,1277	0,9903	0,95
40	- 2,2388	1,0434	0,95
60	- 2,0383	0,9603	0,92
80	- 2,1173	0,9934	0,93
CONJ.	- 2,1312	0,9991	0,94
Glutamato (kg)			
20	- 1,7111	1,0464	0,95
40	- 1,8740	1,1147	0,94
60	- 1,5259	0,9647	0,93
80	- 1,5782	0,9892	0,92
CONJ.	- 1,6719	1,0286	0,94
Glicina (kg)			
20	- 0,9397	0,7470	0,79
40	- 0,7596	0,6676	0,77
60	- 0,7011	0,6437	0,36
80	- 0,8247	0,6911	0,79
CONJ.	- 0,7968	0,6834	0,60

Tabela 4 - Continuação...

NC (%)	Parâmetros		
	Intercepta (a)	Coeficiente (b)	r ²
Alanina (kg)			
20	- 1,3903	0,8247	0,92
40	- 1,4442	0,8456	0,92
60	- 1,3172	0,7925	0,77
80	- 1,3583	0,8080	0,91
CONJ.	- 1,3747	0,8165	0,89
Tirosina (kg)			
20	- 2,5854	1,0786	0,91
40	- 2,9438	1,2400	0,70
60	- 2,4286	1,0165	0,74
80	- 2,5543	1,0721	0,93
CONJ.	- 2,6398	1,1067	0,80
Cisteína (kg)			
20	- 3,3189	1,2037	0,81
40	- 3,3164	1,2450	0,84
60	- 3,0602	1,1616	0,50
80	- 3,3001	1,2526	0,90
CONJ.	- 3,2125	1,2141	0,75

Tabela 5 - Exigências líquidas de aminoácidos para ganho (g/kg de GPCVZ), de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV), calculadas pelo método de equações

PV (kg)	200	250	300	350	400	450
Exigência líquida						
Lys	11,16	11,20	11,24	11,27	11,29	11,32
His	4,74	4,99	5,21	5,40	5,57	5,72
Phe	6,30	6,31	6,32	6,32	6,33	6,34
Thr	6,78	6,87	6,95	7,02	7,08	7,13
Leu	12,02	12,03	12,03	12,04	12,04	12,04
Ile	5,51	5,58	5,64	5,69	5,73	5,76
Val	7,66	7,59	7,53	7,48	7,44	7,41
Arg	13,84	13,64	13,47	13,33	13,22	13,11
Asp	15,05	15,19	15,32	15,42	15,51	15,59
Ser	7,35	7,35	7,35	7,35	7,35	7,35
Glu	25,40	25,56	25,69	25,81	25,90	25,99
Gly	21,10	19,66	18,56	17,68	16,95	16,33
Ala	13,30	12,77	12,35	12,00	11,71	11,46
Tyr	4,41	4,52	4,61	4,68	4,75	4,81
Cys	2,26	2,37	2,47	2,55	2,62	2,69

$$PCVZ = PV * 0,8975$$

A partir da estimativa das exigências líquidas de aminoácidos para manutenção determinaram-se as exigências metabolizáveis de aminoácidos para manutenção, utilizando os fatores de utilização de 0,85 para metionina, lisina, histidina, fenilalanina, treonina e arginina e de 0,66 para leucina, isoleucina e valina, conforme sugerido por EVANS e PATTERSON (1985). Estas exigências, mais as exigências de aminoácidos metabolizáveis para ganho, estão apresentadas na Tabela 6. Não existem dados sobre exigências de aminoácidos para zebuínos publicados na literatura consultada, até o momento, no Brasil.

Tabela 6 - Exigências de aminoácidos metabolizáveis para manutenção (AAMm) e para ganho (AAMg) de 1 kg de PCVZ (g/kg GPCVZ) de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Met	Lys	His	Phe	Thr	Leu	Ile	Val	Arg
AAMm									
200	1,48	8,31	3,34	4,83	5,33	12,22	5,54	7,92	10,66
250	1,75	9,82	3,94	5,72	6,30	14,45	6,54	9,36	12,60
300	2,01	11,26	4,52	6,55	7,23	16,57	7,50	10,73	14,45
350	2,25	12,64	5,08	7,36	8,11	18,60	8,42	12,05	16,22
400	2,49	13,98	5,61	8,13	8,97	20,55	9,31	13,32	17,93
450	2,72	15,27	6,13	8,88	9,79	22,45	10,17	14,55	19,58
AAMg									
200	3,70	17,20	6,95	9,73	10,26	18,69	8,39	12,18	22,11
250	4,76	18,40	7,43	10,41	10,98	19,99	8,98	13,03	23,65
300	5,98	19,91	8,04	11,26	11,88	21,63	9,72	14,10	25,59
350	7,44	21,79	8,80	12,33	13,00	23,67	10,63	15,43	28,00
400	9,21	24,16	9,76	13,67	14,42	26,25	11,79	17,11	31,06
450	11,44	27,22	10,99	15,40	16,24	29,58	13,29	19,28	34,99

$$PCVZ = PV * 0,8975$$

Somando-se as exigências metabolizáveis para manutenção e ganho, chega-se às exigências metabolizáveis totais, que estão apresentadas na Tabela 7, expressas em g/dia e em porcentagem do total de AAE. MERCHEN e TITGEMEYER (1992) estimaram as exigências de treonina, valina, metionina+cisteína, isoleucina, leucina, histidina, lisina, arginina, fenilalanina+tirosina e triptofano em 9,14; 10,96; 8,05; 10,39; 16,01; 6,02; 16,52; 5,59; 15,09 e 2,26% do total de AAE, respectivamente, para manutenção e ganho de 1 kg de PV de um novilho de 250 kg de PV. Pode-se observar que estes valores estão relativamente próximos aos encontrados neste experimento, à exceção da arginina, que apresenta um valor bem acima do citado por MERCHEN e TITGEMEYER (1992).

Tabela 7 - Exigências totais de aminoácidos (manutenção + ganho de 1 kg de PCVZ), expressas em g/dia e em % do total de aminoácidos essenciais, de bovinos Nelore, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	Met	Lys	His	Phe	Thr	Leu	Ile	Val	Arg
g/dia									
200	6,19	25,51	10,28	14,56	15,59	30,91	13,93	20,09	32,77
250	7,31	28,22	11,37	16,13	17,28	34,44	15,53	22,39	36,25
300	8,39	31,17	12,56	17,81	19,10	38,20	17,22	24,83	40,04
350	9,42	34,43	13,87	19,68	21,11	42,27	19,06	27,47	44,22
400	10,42	38,14	15,37	21,80	23,38	46,81	21,11	30,42	48,98
450	11,38	42,49	17,12	24,28	26,04	52,03	23,46	33,82	54,57
% aminoácidos essenciais									
200	3,64	15,17	6,11	8,66	9,27	18,38	8,29	11,95	19,49
250	3,87	15,13	6,10	8,64	9,26	18,46	8,32	12,00	19,43
300	4,01	15,10	6,09	8,63	9,26	18,51	8,34	12,03	19,40
350	4,07	15,09	6,08	8,63	9,25	18,53	8,35	12,04	19,38
400	4,06	15,09	6,08	8,63	9,25	18,52	8,35	12,04	19,38
450	3,99	15,11	6,09	8,63	9,26	18,50	8,34	12,02	19,40

$$\text{PCVZ} = \text{PV} * 0,8975$$

A Tabela 8 apresenta as exigências diárias totais de aminoácidos metabolizáveis, em g/dia, de um bovino de 250 a 450 kg de PV, com várias taxas de ganho. Nota-se uma diferença para a exigência de metionina do presente trabalho, por exemplo, para manutenção + 1 kg de ganho de peso de um animal com 250 kg de PV (7,8 g/dia), comparada com os resultados de WILKERSON *et al.* (1993), que estimaram as exigências para manutenção + 0,49 kg de ganho de uma novilha Holandês com o mesmo peso em 11,9 g/dia. Já CAMPBELL *et al.* (1997), trabalhando com animais holandeses, acharam exigências diárias de metionina metabolizável de 8,4 g para animais com PV próximo de 200 kg. As exigências de lisina, treonina, valina, isoleucina, leucina e fenilalanina encontram-se, também, inferiores aos valores encontrados por WILKERSON *et al.* (1993), mas proporcionalmente mais próximos. Esta

diferença pode ser explicada em função das possíveis diferenças na composição corporal. Simpfendorfer (1974), citado por AINSLIE *et al.* (1993), confere a animais da raça Holandesa, com PV próximo a 250 kg, um corpo com teores de proteína e de lipídios de 18,46 e 9,70%, respectivamente. Os animais deste experimento apresentaram, com este mesmo PV, teores corporais de proteína e de lipídios de 17,34 e 12,02%, respectivamente. Nota-se um menor teor de proteína e um maior teor de gordura no corpo dos animais deste experimento, o que pode explicar a menor exigência de aminoácidos. As exigências de histidina encontram-se intermediárias aos valores encontrados por ZINN (1988) e WILKERSON *et al.* (1993) e a de arginina (45,45 g/dia) encontra-se com um valor bem acima do relatado por ZINN (1988) (18,4 g/dia), para animais de 250 kg de PV e ganhando 1,5 kg de PV/dia.

Tabela 8 - Exigências nutricionais de aminoácidos para animais Nelore não-castrados

PV (kg)	GMD (kg/d)	Aminoácidos								
		Met	Lys	His	Phe	Thr	Leu	Ile	Val	Arg
250	0,5	3,77	15,79	6,35	9,09	9,86	20,93	9,46	13,58	20,27
250	1,0	7,08	25,58	10,31	14,63	15,70	31,57	14,24	20,52	32,86
250	1,5	10,40	35,38	14,26	20,17	21,55	42,21	19,02	27,45	45,45
250	2,0	13,72	45,17	18,22	25,71	27,39	52,86	23,80	34,39	58,03
300	0,5	4,22	17,80	7,16	10,25	21,28	23,67	10,69	15,36	22,85
300	1,0	7,85	28,54	11,50	16,32	29,79	35,33	15,94	22,96	36,65
300	1,5	11,49	39,27	15,83	22,40	23,94	47,00	21,18	30,56	50,45
300	2,0	15,12	50,01	20,17	28,47	30,35	58,67	26,42	38,17	64,25
350	0,5	4,70	19,87	8,00	11,45	12,43	26,45	11,95	17,17	25,51
350	1,0	8,72	31,76	12,79	18,17	19,52	39,36	17,75	25,58	40,79
350	1,5	12,75	43,64	17,59	24,89	26,61	52,28	23,55	33,99	56,06
350	2,0	16,77	55,52	22,39	31,62	33,70	65,19	29,36	42,41	71,34
400	0,5	5,23	22,07	8,88	12,71	13,79	29,35	13,26	19,05	28,33
400	1,0	9,73	35,37	14,25	20,24	21,73	43,81	19,76	28,47	45,43
400	1,5	14,24	48,68	19,62	27,76	29,67	58,26	26,25	37,89	62,54
400	2,0	18,74	61,99	25,00	35,29	37,61	72,72	32,75	47,31	79,64
450	0,5	5,83	24,46	9,84	14,08	15,28	32,44	14,66	21,05	31,40
450	1,0	10,95	39,58	15,94	22,63	24,30	48,87	22,04	31,76	50,83
450	1,5	16,07	54,69	22,05	31,19	33,32	65,30	29,42	42,46	70,26
450	2,0	21,19	69,81	28,16	39,74	42,34	81,73	36,80	53,17	89,70

Conclusões

As exigências líquidas de metionina, lisina, histidina, fenilalanina, treonina, leucina, isoleucina, valina e arginina para ganho de um Nelore com 350 kg de peso vivo foram de 3,54; 10,36; 4,19; 5,87; 6,19; 11,27; 5,06; 7,34 e 13,33 g/dia.

As exigências totais de aminoácidos metabolizáveis, expressas em porcentagem do total de aminoácidos essenciais, apresentaram pouca variação com o aumento do peso vivo, sendo obtidos valores médios de 3,94; 15,11; 6,09; 8,64; 9,26; 18,48; 8,33; 12,01 e 19,41 para metionina, lisina, histidina, fenilalanina, treonina, leucina, isoleucina, valina e arginina, respectivamente.

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1993. *Energy and protein requeriments of ruminants*. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International. 159p.
- AINSLIE, S.J., FOX, D.G., PERRY, T.C. *et al.* 1993. Predicting amino acid adequacy of diets fed to Holstein steers. *J. Anim. Sci.*, 71: 1312-1319.
- CAMPBELL, C.G., TITGEMEYER, E.C., ST-JEAN, G. 1997. Sulfur amino acid utilization by growing steers. *J. Anim. Sci.*, 75:230-238.
- EVANS, E.H., PATTERSON, R.J. 1985. Use of dynamic modeling seen as good way to formulate crude protein, amino acid requirements for cattle diets. *Feedstuffs*, 57(42):24-26.
- ÍTAVO, L.C.V. *Consumo, digestibilidade e eficiência microbiana de novilhos alimentados com 20, 40, 60 e 80% de concentrado*. Viçosa, MG: UFV, 2001. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, J.P. 1996. Standardiztion of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 57(4): 347-358.
- MERCHEN, N.R., TITGEMEYER, E.C. 1992. Manipulation of amino acid supply to the growing ruminant. *J. Anim. Sci.*, 70:3238-3247.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. *Nutrients requirements of beef cattle*. 7. Ed. Washington, D.C. 242p.
- O'CONNOR, J. D.; SNIFFEN, C. J.; FOX, D. G. *et al.* 1993. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. IV - Predicting aminoacid adequacy. *J. Anim. Sci.*, 71:1298-1311.
- REGAZZI, J.A. 1996. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. *Pesq. Agropec. Bras.*, 31(1):1-17.
- RICHARDSON, C.R., HATFIELD, E.E. 1978. The limiting amino acids in growing cattle. *J. Anim. Sci.*, 46:740-748.

- RODRIGUEZ, N.M. Exigências em aminoácidos para vacas de alta produção. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL E SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES. *Anais...* Campinas, 1996. Campinas: CBNA, 1996. p.102-137.
- RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. *et al.* 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Rumen fermentation. *J. Anim. Sci.*, 70(11): 3551-3561.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa, MG: UFV. 165p.
- SILVA, F.F. *Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (de energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína*. Viçosa, MG: UFV, 2001, 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. *et al.* 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II - Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, 70(11): 3562-3577.
- STORM, E., ORSKOV, E.R. 1984. The nutritive value of rumen micro-organisms in ruminants. 4. The limiting amino acids of microbial protein in growing sheep determined by a new approach. *Br. J. Nutr.*, 52:613-621.
- VALADARES FILHO, S.C. Digestão pós-ruminal de proteína e exigências de aminoácidos para ruminantes. In: TEIXEIRA, J.C. (Ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES. *Anais...*Lavras, 1997. Lavras:UFLA, 1997. p.87-114.
- WILKERSON, V.A., KLOPFENSTEIN, T.J., BRITTON, R.A., *et al.* 1993. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing cattle. *J. Anim. Sci.*, 71:2777-2784.
- ZINN, R.A. 1988. Crude protein and amino acid requirements of growing-finishing Holstein steers gaining 1,43 kilograms per day. *J. Anim. Sci.*, 66:1755-1763.

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

Resumo - Foram utilizados dados parciais ou totais de vários experimentos sobre exigências nutricionais de bovinos, nos quais, foi usada a técnica do abate comparativo, abate de uma amostra representativa dos animais experimentais no início do período de alimentação e determinação da composição do corpo vazio. As determinações dos teores de extrato etéreo, proteína e macrominerais foram realizadas segundo métodos tradicionais. Para estudo das exigências, os animais foram agrupados em categorias raciais, como: Zebuínos, F1 (E x Z), Mestiços leiteiros e Holandeses. A determinação da energia corporal foi obtida a partir dos teores corporais de proteína e gordura. Os conteúdos de gordura, proteína, energia, Ca, P, Mg, Na e K retidos no corpo dos animais de cada grupamento racial foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, gordura, energia, Ca, P, Mg, Na e K em função do logaritmo do peso de corpo vazio (PCVZ). As exigências líquidas de proteína, energia, Ca, P, Mg, Na e K foram obtidas a partir de equação $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, sendo "a" e "b" o intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de gordura, proteína, energia, Ca, P, Mg, Na ou K. A energia líquida para manutenção (ELm) foi obtida através dos valores médios, de todos os trabalhos, para os diferentes grupos raciais. As eficiências de utilização da energia metabolizável (EUEM) para manutenção (k_m) e ganho de peso (k_f) foram estimadas a partir da relação entre os teores de energia líquida, para manutenção ou ganho, respectivamente, em função da EM da dieta. Para a análise dos dados todos agrupados, entre animais zebuínos e F1 (E x Z) e entre animais mestiços leiteiros e Holandeses, aplicou-se o teste de identidade de modelos. A relação ganho de PCVZ/ganho de peso vivo em jejum (GPVJ) dos animais zebuínos, F1, mestiços leiteiros e Holandeses foi 0,96; 1,00; 0,94 e 0,86, respectivamente. As equações obtidas para estimativa da proteína retida (PR), em função do GPVJ e da energia retida (ER) foram: $PR = -17,6968 + 192,31 \text{ GPVJ} - 3,8441 \text{ ER}$, para animais zebuínos e $PR = 31,4045 + 107,039 \text{ GPVJ} + 5,632 \text{ ER}$, para F1. As energias líquidas para ganho (ELg) podem ser

obtidas pelas equações $ELg = 0,0435 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{0,8241}$, para animais zebuínos e $ELg = 0,0377 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{1,0991}$, para animais F1. A média dos valores de ELM para zebuínos, F1, mestiços leiteiros e Holandeses foram 71,30; 70,77; 79,65 e 88,97 kcal/PCVZ^{0,75}, respectivamente. As EUEM para manutenção (k_m) e ganho (k_f), variaram de 0,65 a 0,63 e de 0,25 a 0,37, respectivamente, para dietas com concentração de EM variando de 2,2 a 2,7 Mcal/kg de matéria seca. A exigência de P foi superior e as de Na e K inferiores às recomendações do NRC (1996). As exigências de Ca e Mg foram semelhantes às do NRC (1996).

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

Net and dietary energy, protein and macrominerals requirements of beef cattle in Brazil

Abstract - Partial or total data, from several works, on nutritional requirements of bovine, were utilized. In all the experiments, the comparative slaughter technique was used, with the slaughter of a representative sample of the experimental animals at the beginning of the feeding period and the determination of the empty body composition. The determination of the ethereal extract, protein and macrominerals contents was accomplished according to traditional methods. To study the nutrients requirements, the animals were grouped in breed categories, as: Zebu, F1 (E x Z), Dairy crossbreds and Holstein. The determination of the body energy was obtained from the protein and fat contents in the body. The fat, protein, energy, Ca, P, Mg, Na and K contents retained in the animal's body of each breed group were estimated by regression equations of the logarithm of protein, fat, energy, Ca, P, Mg, Na and K contents in the body, in function of the logarithm of empty body weight (EBW). The net protein, energy, Ca, P, Mg, Na and K requirements were determined by the equation $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, being a and b intercept and the regression coefficient, respectively, of the prediction equations of fat, protein, energy, Ca, P, Mg, Na or K contents in the body. The net energy requirement for maintenance (NEm) was estimated as the mean value for the different breed groups from all the works. The metabolizable energy efficiencies of utilization (MEEU) for maintenance (k_m) and for weight gain (k_f) were calculated from the relationship among the net energy concentration, for maintenance or gain, respectively, in function of the ME of the diet. To analyse all the grouped data, the data from zebu and F1 (E x Z) animals, and the data from dairy crossbred and Holstein animals, the identity of models test was applied. The zebu, F1, dairy crossbred and Holstein animals EBW gain/BW gain relationship were 0.96, 1.00, 0.94 and 0.86, respectively. The equations to estimate the retained protein (RP), in function of BW gain (BWG) and retained energy (RE), were: $RP = -17.6968 + 192.31 \text{ BWG} - 3.8441 \text{ RE}$, for zebu and $RP = 31.4045 + 107.039 \text{ BWG} + 5.632 \text{ RE}$, for F1 animals. The net energy requirement for gain (NEg) can be obtained by the equations $NEg = 0.0435 \cdot EBW^{0.75} \cdot EBWG^{0.8241}$, for

zebu animals, and $NE_g = 0.0377 * EBW^{0.75} * EBWG^{1.0991}$, for F1 animals. The NEm mean values for zebu, F1, dairy crossbred and Holstein were 71.30; 70.77; 79.65 and 88.97, respectively. The MEEU for maintenance (k_m) and for gain (k_f) varied from 0.65 to 0.63 and from 0.25 to 0.37, respectively, for diets with ME concentration varying from 2.2 to 2.7 Mcal/kg of dry matter. The P requirement was superior and Na and K were inferior to the NRC (1996) recommendations. The Ca and Mg requirements were similar to that of NRC (1996).

Key words: bull, crossbred, energy efficiency, F1, Holstein, requirement, zebu

Introdução

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

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

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

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

animal. BOIN (1995), analisando três experimentos que utilizaram animais Nelore inteiros, obteve valores de ELM variando de 69,8 a 78 kcal/PCVZ^{0,75}. Dos trabalhos individuais realizados na Universidade Federal de Viçosa, os valores de ELM, para animais zebuínos inteiros, variaram desde 47 kcal/PCVZ^{0,75} (SALVADOR, 1980) até 82,79 kcal/PCVZ^{0,75} (VÉRAS, 2000).

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

O NRC (1996) estimou os requisitos líquidos de Ca e P para ganho de peso, em função do ganho diário de proteína, sendo para o Ca de 13,5 e 8,5 g/dia, para o ganho de 1 kg de PV de animais com 200 e 450 kg de PV, respectivamente, e de 7,5 e 4,8 g/dia para o fósforo com a mesma taxa de ganho e os mesmos PV. Para Mg, K e Na, este conselho recomendou médias de 0,1, 0,6 e 0,06-0,08% na MS da dieta, respectivamente, como requisitos dietéticos. No Brasil, a partir da década de 80, foram desenvolvidos alguns trabalhos de determinação de exigências líquidas de macrominerais (EZEQUIEL, 1987; LANA, 1991; PIRES, 1991; SOARES, 1994; PAULINO et

al., 1999; VÉRAS, 2000). FONTES (1995) realizou a análise conjunta de alguns destes trabalhos e observou que as concentrações dos macrominerais (Ca, P, Mg, K e Na) no corpo vazio decresceram com a elevação do peso corporal. Para um animal de 400 kg de PV, FONTES (1995) encontrou exigências líquidas para ganho de 1 kg de PV de Ca, P, Mg, K e Na de 12,25; 7,22; 0,37; 1,76 e 0,89, respectivamente.

Os requerimentos dietéticos dos nutrientes são obtidos a partir da correção dos requisitos líquidos por um fator de eficiência de utilização. Talvez esteja aí uma das maiores dificuldades em determinação na experimentação animal e são poucos os dados nacionais.

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

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

Com relação aos coeficientes de absorção dos macrominerais, o NRC (1996) recomendou valores médios para o Ca e P de 50 e 68%, respectivamente e uma faixa de variação de 10 a 37% para o Mg. O AFRC (1991) citou valores médios de absorção do Ca e P de 68 e 58 %, e o ARC (1980) de 100, 17 e 91% para o K, Mg e Na, respectivamente. Segundo SILVA (1995), as informações sobre os coeficientes de absorção de macrominerais inorgânicos, no Brasil, em bovinos alimentados com rações comuns, também são escassas e, em sua revisão, encontrou médias de coeficientes de

absorção real de Ca e P de 68,4 e 72,3%, respectivamente, variando muito entre os grupos genéticos. Para o magnésio, o valor foi extremamente alto (52,2%), comparado com o do ARC (1980), de 17%, e, para o Na, foi, em média, baixo (63,2%), em relação a 91% adotado pelo ARC (1980). Para o K, o valor médio foi 62,7%.

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

Material e Métodos

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

Tabela 1 - Autores, dados experimentais e dados utilizados dos mesmos para análise conjunta

Autores	Raça	PVI	PA	CS	Nº An	Exigências líquidas para ganho							
						PB	Ener	Ca	P	Mg	Na	K	ELm
SALVADOR, 1980	Azebuado	350	144 d	I	40								X
TEIXEIRA, 1984	Nelore	213	420	I	10	X	X						
	Mestiço Leiteiro	213	420	I	30	X	X						X
	Holandês	213	420	I	10	X	X						X
PIRES, 1991	Nelore	252	450	I	22	X	X	X	X	X	X	X	
	F1 Marchig/Nel	330	500	I	22	X	X	X	X	X	X	X	X
	F1 Limousin/Nel	339	500	I	22	X	X	X	X	X	X	X	X
SOARES, 1994	Nelore	295	450	I	16			X	X	X	X	X	
	F1 Angus/Nel	405	500	I	14			X	X	X	X	X	
	Mestiço Leiteiro	358	500	I	16			X	X	X	X	X	
BOIN, 1995	Nelore	170	440	I									X
FREITAS, 1995	Nelore	295	450	I	16	X	X						
	F1 Angus/Nel	405	500	I	14	X	X						
	Mestiço Leiteiro	358	500	I	16	X	X						
PAULINO, 1996	Nelore	376	450	I	15	X	X	X	X	X	X	X	X
	Tabapuã	369	450	I	16	X	X	X	X	X	X	X	X
	Guzerá	362	450	I	16	X	X	X	X	X	X	X	X
	Gir	358	450	I	16	X	X	X	X	X	X	X	X
ARAÚJO, 1997	Mestiço Leiteiro	60	300	I	48								X
ROCHA, 1997	Holandês	202	300	I	16								X
SIGNORETTI, 1998	Holandês	78	300	I	52	X	X	X	X	X	X	X	X
FERREIRA, 1998	F1 Simental/Nel	354	500	I	29	X	X	X	X	X	X	X	
VÉRAS, 2000	Nelore	330	450	I	35	X	X	X	X	X		X	X
VELOSO, 2001	F1 Limousin/Nel	330	500	I	50	X	X	X	X	X	X	X	X
SILVA, 2001	Nelore	240	450	I	40	X	X	X	X	X	X		X

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

As exigências foram agrupadas em categorias raciais, como:

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

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

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

em que

CE = conteúdo energético (Mcal);

X = proteína corporal (kg); e

Y = gordura corporal (kg).

Os conteúdos de gordura, proteína, energia, Ca, P, Mg, Na e K retidos no corpo dos animais de cada grupamento racial foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, gordura, energia, Ca, P, Mg, Na ou K em função do logaritmo do PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$$Y = a + bX + e$$

em que

Y = logaritmo do conteúdo total de proteína (kg), gordura (kg), energia (Mcal), Ca (kg), P (kg), Mg (kg), Na (kg) ou K (kg) retido no corpo vazio;

a = constante;

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

X = logaritmo do PCVZ; e

e = erro aleatório.

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

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

em que

Y' = conteúdo de gordura no ganho, ou exigência líquida de proteína, energia, Ca, P, Mg, Na e K;

a e b = intercepta e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de gordura, proteína, energia, Ca, P, Mg, Na ou K; e

X = PCVZ (kg).

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

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

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

Os requisitos de proteína metabolizável para manutenção (PMm) e ganho (PMg) e as exigências de proteína bruta foram obtidos segundo o NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1996).

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

Para estimar as exigências de manutenção e, posteriormente, somar às exigências para ganho, para obter as exigências dietéticas totais, foram adotadas as recomendações do ARC (1980) e do AFRC (1991) para as perdas endógenas totais de Ca, P, Mg, Na e K, e a biodisponibilidade destes elementos nos alimentos, segundo o ARC (1980) e o NRC (1996), conforme pode ser visualizado na Tabela 2.

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

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

¹ Dados obtidos do NRC (1996);

² Dados obtidos do ARC (1980) e do AFRC (1991);

³ Considerando consumo de MS de 2,4% do PV.

Para a análise dos dados todos agrupados, entre animais zebuínos e F1 (E x Z) e entre animais mestiços leiteiros e Holandeses, aplicou-se o teste de identidade de modelos, proposto por REGAZZI (1996), nas equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura, proteína, energia, Ca, P, Mg, Na ou K no corpo vazio, em função do logaritmo do peso do corpo vazio.

Resultados e Discussão

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

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

Grupo genético	PCVZ/PV	GPCVZ/GPVJ
1. Zebu	0,8809	0,9628
2. F1 (E x Z)	0,8852	1,0065
3. Mestiço leiteiro	0,8309	0,9424
4. Holandês	0,8327	0,8552 $\pm$ 0,0185

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

Na Tabela 5 estão as exigências líquidas de proteína (g) e energia (Mcal), por kg de GPCVZ, e conteúdo de gordura no ganho de peso do corpo vazio (g/kg GPCVZ) em função do peso vivo (PV) ou do PCVZ de cada grupo genético. Os animais zebuínos apresentaram menor exigência líquida de proteína para ganho e um maior conteúdo de gordura e conseqüentemente maior exigência líquida de energia para ganho que os outros grupos genéticos. Para os animais zebuínos e os F1 a exigência líquida de proteína diminuiu e o conteúdo de gordura no ganho e a exigência líquida de energia aumentaram com o aumento do PCVZ. Para os animais mestiços leiteiros de forma não esperada, a exigência líquida de proteína praticamente não alterou com o aumento do PCVZ e o conteúdo de gordura no ganho e a exigência líquida de energia diminuíram com o aumento do PCVZ. Em relação aos animais Holandeses, a exigência líquida de proteína aumentou com o aumento do PCVZ, mas o conteúdo de gordura no ganho e a exigência líquida de energia,

também, aumentaram com o aumento do PCVZ. FONTES (1995) analisando conjuntamente vários experimentos encontrou exigências líquidas de proteína para ganho de 1 kg de PCVZ de 171 e 150 g para animais da raça Nelore com peso vivo de 200 e 400 kg de PV, respectivamente, e de 188 e 167 g para animais F1 (E x Z) com peso vivo de 200 e 450 kg de PV, respectivamente. Para a energia as exigências líquidas foram de 3,21 a 4,75 Mcal, para animais da raça Nelore com peso vivo de 200 e 400 kg de PV, respectivamente, e de 2,77 e 4,30 Mcal para animais F1 (E x Z) com peso vivo de 200 e 450 kg de PV, respectivamente. Todos estes resultados referem-se a machos não-castrados.

Tabela 4 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura (kg), proteína (kg) e energia (Mcal) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso de corpo vazio (kg) de diferentes grupos genéticos e os respectivos coeficientes de determinação (r^2)

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

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

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

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

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

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

BORGES (2000).

As exigências dietéticas de proteína metabolizável para manutenção (PMm) e ganho (PMg) e de proteína bruta (PB) estão apresentadas na Tabela 7. As exigências dietéticas totais serão sempre corrigidas para ganho de PV utilizando o fator obtido dos animais utilizados da análise em conjunto para cada grupo genético, conforme apresentado na Tabela 1. A exigência de PMm foi calculada segundo a recomendação do NRC (1996) de 3,8 g de PMm/ kg de $PV^{0,75}$. Utilizou-se uma eficiência de utilização da PM para ganho de 49,2% para animais com PCVZ acima de 300 kg e, para animais com menos de 300 kg de PCVZ, a seguinte equação: Eficiência = $(83,4 - (0,114 \times PCVZ))$, segundo AINSLIE *et al.* (1993). A exigência de PB foi obtida dividindo a

exigência total de PM por 0,67, segundo o NRC (1996), considerado para uma dieta que supre 80% da PM pela proteína microbiana e 20% por proteína não-degradada no rúmen (PNDR). Observa-se que para um consumo de MS fixo para todas as fases em 2,4% do PV, as exigências de PB diminuíram com o aumento do PV, fato esperado devido ao aumento do conteúdo de gordura e diminuição do conteúdo de proteína no ganho com o aumento do PV do animal.

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

A Tabela 8 apresenta os requisitos de proteína degradável no rúmen (PDR) e de PNDR, em função do PV ou do PCVZ. Para a estimativa das exigências de PDR utilizou-se o protocolo do NRC (1996), com a PDR (g) sendo = $1,11 \times \text{proteína microbiana (g)}$; e a proteína microbiana (g) sendo = $130 \times \text{consumo NDT (kg)}$. À medida que aumenta o PV do animal, a porcentagem da exigência da PB suprida pela PDR aumenta. Para animais zebuínos e Holandeses com PV acima de 450 kg a quantidade de PDR fornecida, por uma dieta com 66% de NDT e assumindo um consumo de MS de 2,4% do PV, foi suficiente para suprir a exigência total de PB. Com o aumento do teor de energia da dieta (72% de NDT), para estes mesmos grupos genéticos, um animal com 400 kg de PV já não necessita de PNDR para suprir as exigências totais de PB. Para animais F1 e mestiços leiteiros a proteína microbiana é capaz de suprir as exigências totais de PB para animais com PV acima de 500 e 450 kg para dietas com 66 e 72% de NDT, respectivamente.

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

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

¹ 3,8 g/kg^{0,75}

² Exigências líquidas/0,492 p/ PCVZ > 300 kg; Exigências líquidas/(83,4 - (0,114 x PCVZ)) p/ PCVZ ≤ 300 kg

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

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

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

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

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

A Tabela 9 apresenta os valores individuais da ELM calculados segundo os autores e a partir destes dados foi calculada a média dos valores de ELM com os respectivos desvio padrão para os vários grupos genéticos. Não foi possível trabalhar com os dados em conjunto por falta de padronização e informações nos trabalhos consultados. Esta apresentado na Tabela 9, também, o único dado de ELM de fêmea zebu. Segundo o NRC (1996), animais não-castrados têm requisitos de ELM 15% maiores que machos castrados e novilhas ($77 \text{ kcal/kg}^{0,75}/\text{dia}$), e segundo LOFGREEN e GARRETT (1968), zebuínos são 10% menos exigentes que taurinos. Assim, a exigência de ELM de animais zebuínos não-castrados, segundo proposição do NRC (1996), seria de $79,70 \text{ kcal/kg}^{0,75}/\text{dia}$. A média do valor de ELM de animais zebuínos ($71,3 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}$) obtida foi 11,8% inferior ao recomendado pelo NRC (1996). A ELM dos animais F1 foi bem próxima ao dos animais zebuínos. A média da ELM dos mestiços leiteiros ($79,65 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}$) apresentou valor bem próximo ao recomendado pelo NRC (1996) e a dos animais Holandeses um valor 11,6% superior ao referido conselho. Em raças com aptidão leiteira, os maiores depósitos de gordura encontram-se nos componentes “não-carcaça”, diferentemente das tradicionais raças de corte, em que os depósitos periféricos são mais pronunciados, ocasionando menor exigência para manutenção destes últimos (OWENS *et al.*, 1995). Deve-se acrescentar a isto, o maior tamanho do trato gastrointestinal e do fígado, principalmente, dos animais com potencial para elevada produção de leite (FOX *et al.*, 1992). CATTON e DHUYVETTER (1997) relataram que os tecidos viscerais, embora em menor proporção no corpo dos animais, são de considerável importância para os

requisitos energéticos de manutenção, pois consomem cerca de 50% do total desta energia.

Tabela 9 - Valores individuais e médios das exigências líquidas para manutenção ($\text{kcal/PCVZ}^{0,75}$ ou $\text{kcal/PV}^{0,75}$) para os diferentes grupos genéticos

Autor	Nº Animais	ELm	
		kcal/PCVZ ^{0,75}	kcal/PV ^{0,75}
Zebuínos			
SALVADOR, 1980	40	56,00	-
BOIN, 1995	-	73,62	-
PAULINO, 1996	63	60,38	-
VÉRAS, 2000	35	82,79	-
SILVA, 2001	40	83,70	-
F1 (E x Z)			
PIRES, 1991	22	67,92	-
PIRES, 1991	22	68,03	-
VELOSO, 2001	50	76,36	-
Mestiço leiteiro			
TEIXEIRA, 1984	30	78,00	-
ARAÚJO, 1997	16	81,30	-
Holandeses			
TEIXEIRA, 1984	10	88,00	-
ROCHA, 1997	16	68,44	-
SIGNORETTI, 1998	52	110,46	-
Fêmea zebu			
BORGES, 2000	16	61,02	55,87
Grupo genético		Valores médios	
1. Zebu	> 178	71,30 ± 12,69	64,83
2. F1 (E x Z)	94	70,77 ± 4,84	64,58
3. Mestiço leiteiro	46	79,65 ± 2,33	69,32
4. Holandês	78	88,97 ± 21,03	77,56

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

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

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

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

Tabela 11 - Exigências nutricionais de energia e proteína para animais zebuínos não-castrados

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

Considerando:

¹ELm = 71,30 kcal/PCVZ^{0,75},

²PMm = 3,8 g/kg^{0,75} (NRC, 1996);

³ELg = 0,0435 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{0,8241},

⁴PR = - 17,6968 + 192,31*GPVJ - 3,8441*ER ;

⁵PM = exigências líquidas/0,492 para PCVZ > 300 kg ou
exigências líquidas/(83,4 - (0,114 x PCVZ)) para PCVZ ≤ 300 kg (NRC, 1996);

⁶k_m = 0,64 e k_f = 0,33 (dieta com 2,5 Mcal/kg MS);

⁷NDT = EM/0,82/4,409 (NRC, 1996); e

⁸PB = PM total/0,67 (NRC, 1996).

Tabela 12 - Exigências nutricionais de energia e proteína para animais F10 (E x Z) não-castrados

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

Considerando:

¹ELm = 70,77 kcal/PCVZ^{0,75};

²PMm = 3,8 g/kg^{0,75} (NRC, 1996);

³ELg = 0,0377 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{1,0991};

⁴PR = 31,4045 + 107,039 GPVJ + 5,632 ER;

⁵PM = exigências líquidas/0,492 para PCVZ > 300 kg ou
exigências líquidas/(83,4 - (0,114 x PCVZ)) para PCVZ ≤ 300 kg (NRC, 1996);

⁶k_m = 0,64 e k_f = 0,33 (dieta com 2,5 Mcal/kg MS);

⁷NDT = EM/0,82/4,409 (NRC, 1996); e

⁸PB = PM total/0,67 (NRC, 1996).

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

Os resultados demonstraram diminuição nas concentrações dos macrominerais estudados, principalmente Ca, P e Na, com o aumento do peso vivo (PV), o que era esperado, pois vários autores já observaram tal tendência (FONTES, 1995, SILVA, 1995). Na Tabela 14 estão as exigências líquidas de macrominerais para ganho. Os animais zebuínos apresentaram as menores exigências líquidas de P, Mg e Na, mas as maiores de K. Os animais F1 apresentaram as maiores exigências líquidas de Na e Ca, este último sendo elevado também para os animais Holandeses. E as maiores exigências líquidas de Mg foram obtidas pelos mestiços leiteiros.

A partir dos coeficientes médios de absorção verdadeira, recomendados pelo NRC (1996) para Ca e P, 50 e 68%, respectivamente, e pelo ARC (1980) para Mg, Na e K, 17, 91 e 100%, respectivamente, e das estimativas das exigências líquidas para ganho, foram estimados os requisitos dietéticos de Ca, P, Mg, Na e K, por kg de ganho de PV, após a conversão da exigência líquida para GPCVZ em exigência para GPV.

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

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

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

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

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

Estão na Tabela 15 as exigências totais (manutenção + ganho de 1 kg PV) dos macroelementos minerais estudados. Diferentemente da exigência para ganho, as exigências dietéticas totais aumentam com o PV do animal, devido à participação das exigências para manutenção, que se somam a ela, estarem em função do PV do animal. As exigências totais de Ca encontram-se próximas às recomendações do NRC (1996), mas as de P apresentam valores sempre superiores aos do referido conselho. Especificamente para Mg e K, as exigências líquidas para ganho representam uma pequena parcela das exigências dietéticas, tendo em vista a baixa disponibilidade do Mg alimentar e as elevadas exigências de manutenção de K, conforme já observado e citado por FONTES (1995).

Se for considerado um consumo de MS constante, durante as fases de recria e engorda de um bovino, as exigências dietéticas totais estimadas neste experimento, expressas em % da MS, demonstraram uma tendência de diminuição, com o aumento do PV, para Ca, P, Mg e Na e apresentaram-se praticamente constantes para o K. As exigências recomendadas pelo NRC (1996) para Ca, P, Mg, K e Na são de 0,68; 0,33; 0,10; 0,07 e 0,60 % da MS e 0,32; 0,19; 0,10, 0,07 e 0,60% da MS, para bovinos de 200 e 400 kg de PV, respectivamente, ganhando 1 kg de PV e consumindo 2,4% do PV em MS.

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

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

Conclusões

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

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

Os animais zebuínos apresentaram ELM quase 18,7% inferior à recomendação do NRC (1996).

A exigência de fósforo foi superior e as de Na e K inferiores às recomendações do NRC (1996).

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1991. Technical committee on responses to nutrients, Report 6. A reappraisal of the calcium and phosphorous requirements of sheep and cattle. *Nut. Abs. Rev.*, 61(9):576-612.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1993. *Energy and protein requeriments of ruminants*. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International. 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1980. *The nutrient requirements of ruminants livestock*. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 351p.
- AINSLIE, S.J., FOX, D.G., PERRY, T.C. *et al.* 1993. Predicting amino acid adequacy of diets fed to Holstein steers. *J. Anim. Sci.*, 71: 1312-1319.
- ARAÚJO, G.G.L. *Consumo, digestibilidade, desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso*. Viçosa, MG: UFV, 1997. 104p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- BOIN, C. Alguns dados sobre exigências de energia e de proteína de zebuínos. In: PEREIRA, J.C. ed. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. *Anais...* Viçosa, MG: CARD, 1995, p.457-466.
- BORGES, A.L.C.C. *Exigências nutricionais de proteína e energia de novilhas das raças Guzerá e Holandesa*. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2000. 90p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2000.
- CATTON, J.S., DHUYVETTER, D.V. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: Requirements and responses. *J. Anim. Sci.*, 75:533-542.
- EZEQUIEL, J.M.B. *Exigências de proteína e minerais de bovídeos: frações endógenas*. Viçosa, MG, UFMG, 1987. 131p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1987.

- FERREIRA, M.A. *Desempenho, exigências nutricionais e eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore*. Viçosa, MG: UFV, 1998. 97p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., MUNIZ, E.B., *et al.* 1999. Composição corporal e exigências líquidas de macroelementos minerais de bovinos F1 Simental x Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, 28(2):361-367.
- 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., SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D. *et al.* 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. *J. Anim. Sci.*, 70(11):3578-3596.
- FREITAS, J.A. *Composição corporal e exigência de energia e proteína de bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos não castrados, em confinamento*. Viçosa: UFV, 1995. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- GARRETT, W.N. 1980. Factors influencing energetic efficiency of beef production. *J. Anim. Sci.*, 51 (6):1434-1440.
- GONÇALVES, L.C. *Digestibilidade, composição corporal, exigências nutricionais e características das carcaças de zebuínos, taurinos e bubalinos*. Viçosa, MG: UFV, 1988. 238p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- LANA, R.P. *Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de 5 grupos raciais, em confinamento*. Viçosa: UFV, 1991. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- LOFGREEN, G.P. & GARRETT, W.N. A. 1968. System for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 27(3): 793-806.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1984. *Nutrient requirement of beef cattle*. 6ª ed. Washington, D.C. 90p.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. *Nutrients requirements of beef cattle*. 7. Ed. Washington, D.C. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 2001. *Nutrients requirements of dairy cattle*. 7. Ed. Washington, D.C. 381p.
- 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.*, 73:3152-3172.
- 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. 80 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- PAULINO, M.F., FONTES, C.A.A., JORGE, A.M., *et al.* 1999. Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas. *Rev. Bras. Zootec.*, 28(3):634-641.
- PIRES, K.C. Exigências de proteína, energia e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) de bovinos não castrados de três grupos genéticos. Viçosa, MG: UFV, 1991. 125p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- REGAZZI, J.A. 1996. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. *Pesq. Agropec. Bras.*, 31(1):1-17.
- ROCHA, E.O. *Estudo de desaleitamento precoce, exigências nutricionais e características produtivas de bovinos de origem leiteira, para corte*. Viçosa, MG: UFV, 1997. 152p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- SALVADOR, M. *Exigências de energia e proteína para engorda de novilhos azebuados*. Viçosa, MG: UFV, 1980. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- SIGNORETTI, R.D. *Consumo, digestibilidade, composição corporal, exigências nutricionais e eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso de bezerros Holandeses*. Viçosa, MG: UFV, 1998. 156p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.

- SILVA, F.F. *Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (de energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e terminação, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína*. Viçosa, MG: UFV, 2001, 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- 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.
- SOARES, J.E. *Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) para ganho de peso em bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos*. Viçosa: UFV, 1994. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- TEIXEIRA, J. C. *Exigências de energia e proteína, composição e área corporal e principais cortes da carcaça em seis grupos genéticos de bovídeos*. Viçosa, MG: UFV, 1984. 94p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- VALADARES, R.F.D. *Níveis de proteína em dietas de bovinos: consumo, digestibilidade, eficiência microbiana, amônia ruminal, uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina*. Belo Horizonte, MG, UFMG, 1997. 103p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.
- VELOSO, C.M. *Composição corporal e exigências nutricionais de bovinos F1 Limousin x Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado*. Viçosa, MG: UFV, 2001. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- VÉRAS, A.S.C. *Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado*. Viçosa, MG: UFV, 2000. 192p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

RESUMO E CONCLUSÕES

Foram utilizados 40 novilhos Nelore inteiros, com peso vivo médio inicial de 240 kg, sendo quatro novilhos de referência e quatro alimentado para manutenção, o restante distribuído em oito tratamentos, com quatro diferentes níveis de concentrado nas dietas (20, 40, 60 e 80%) e dois níveis de proteína bruta (PB) (15 e 18%). As fases de recria e de engorda foram avaliadas até 360 e 450 kg de peso vivo, respectivamente. O volumoso utilizado foi feno de capim *Tifton* (*Cynodon dactylon*). Avaliaram-se os consumos dos nutrientes, os ganhos médios diários de peso vivo (GMD), de peso de corpo vazio (GMPVZ) e de carcaça (GC) e a conversão alimentar (CA). Após o abate, foram determinados os rendimentos de carcaça, as porcentagens dos cortes básicos, o comprimento de carcaça, a área de olho de lombo, a espessura de gordura subcutânea, a composição física e química da carcaça. Foram selecionadas 8 meia-carcaças para a realização de uma dissecação completa e determinação das composições física e química da carcaça que foram comparadas com a composição obtida da seção HH. De cada animal abatido, foram pesados todos os órgãos e vísceras. As amostras de todas as partes do corpo do animal foram liofilizadas e determinado os teores de nitrogênio total, extrato etéreo, macrominerais e aminoácidos. Os conteúdos de proteína, gordura, energia, macrominerais e aminoácidos retidos no corpo foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, gordura, energia, macrominerais ou aminoácidos em função do logaritmo do PCVZ. Obteve-se as exigências líquidas de proteína, gordura, energia, macrominerais ou aminoácidos, para ganho de 1 kg de PCVZ, a partir de equação $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, sendo a e b a intercepta e o coeficiente de regressão das equações de predição dos conteúdos corporais dos nutrientes. As exigências líquidas de energia para manutenção (ELm) foram estimadas como o anti-log da intercepta da equação obtida pela regressão linear entre o logaritmo da produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável (CEM). As eficiências de utilização da EM (EUEM) para manutenção (k_m) e ganho de peso (k_f) foram estimadas a partir da relação entre os teores de energia líquida, para manutenção ou ganho, respectivamente, em função da EM da dieta. Foram

tirados dados parciais ou totais de vários trabalhos sobre exigências nutricionais de bovinos. Em todos os experimentos, foi usada a técnica do abate comparativo, abate de uma amostra de animais referência e determinação da composição do corpo vazio. A determinação dos teores de extrato etéreo, proteína e macrominerais foi realizada segundo métodos tradicionais. Para estudo das exigências, os animais foram agrupados em categorias raciais, como: Zebuínos, F1 (E x Z), Mestiços leiteiros e Holandeses. A determinação das exigências nutricionais e das eficiências de utilização da EM foram realizadas de forma semelhante ao citado anteriormente. O consumo de MS foi influenciado ($P > 0,01$) pelo nível de concentrado na fase de recria, com consumo máximo de 2,59% PV com 42,60% de concentrado e na fase de engorda, apresentou média de 1,80% PV. O aumento do teor de proteína bruta da dieta, de 15 para 18%, aumentou ($P < 0,01$) o consumo de MS, na fase de recria, mas não influenciou o consumo na fase de engorda. Os níveis de concentrado das dietas não influenciaram ($P > 0,01$) os consumos de MO, PB e NDT, nas fases de recria e de engorda. Os GMD, GMPCVZ, GC e CA não foram influenciados ($P > 0,01$) pelos níveis de concentrado da dieta. O teor de PB da dieta influenciou positivamente ($P < 0,01$) o GMD nas duas fases. Na fase de recria, os níveis de concentrado da dieta não influenciaram ($P > 0,01$) os rendimentos de carcaça, já na fase de engorda, o aumento da inclusão de concentrado na dieta aumentou linearmente ($P < 0,01$) o rendimento de carcaça em relação ao PV. Não foi verificado efeito dos níveis de concentrado e dos teores de PB da dieta ($P > 0,01$) sobre os cortes básicos estudados. Foram construídas equações para estimar a porcentagem de lipídios e de água na carcaça, a partir da porcentagem de lipídios na seção HH: % lipídios na carcaça = $1,5113 + 0,6832 \cdot X$, $r^2 = 0,752$; % água na carcaça = $71,8989 - 0,6006 \cdot X$, $r^2 = 0,864$; onde, X = % de lipídio na seção HH. Os teores de PB influenciaram positivamente ($P < 0,01$) apenas os pesos absolutos e relativos dos rins, pulmões e fígado. Os pesos relativos do rúmen+retículo, estômagos e trato gastrointestinal apresentaram comportamento linear decrescente com o aumento dos níveis de concentrado, não ocorrendo nenhum efeito dos níveis de concentrado e de PB sobre a maioria dos órgãos e vísceras. As exigências de energia líquida para ganho de peso de zebuínos não-castrados podem ser obtidas pela equação: $ELg = 0,0413 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{0,978}$. A ELM foi de

83,70 kcal/PCVZ^{0,75}, para animais Nelore não-castrados. Foi obtida a seguinte equação para estimativa da proteína retida: $PR = - 39,0169 + 200,638 \text{ GMD} + 0,4166 \text{ ER}$. A eficiência de utilização da EM para manutenção (k_m) foi calculada em 0,63. E as eficiências de utilização da EM para ganho (k_f) foram estimadas em 0,30; 0,35; 0,38 e 0,43, respectivamente, para as concentrações de EM da dieta de 2,65; 2,84; 2,92 e 2,90 Mcal/kg de MS. Houve diminuição nas concentrações dos cinco macronutrientes estudados no corpo vazio e no ganho de corpo vazio, com a elevação do peso vivo. As relações g Ca/100g de proteína retida e g P/100g de proteína retida foram iguais a 6,44 e 4,78. As exigências líquidas para ganho de aminoácidos diminuíram com o aumento do peso vivo do animal. A exigência total de aminoácidos metabolizáveis, expresso em % do total de aminoácidos essenciais, não varia muito com o aumento do peso vivo e o valor médio é de 2,66; 15,11; 6,09; 8,64; 9,26; 18,48; 8,33; 12,01 e 19,41 para metionina, lisina, histidina, fenilalanina, treonina, leucina, isoleucina, valina e arginina, respectivamente. A relação ganho de PCVZ/ganho de peso vivo em jejum (GPVJ) dos animais zebuínos, F1, mestiços leiteiros e Holandeses foi 0,96; 1,00; 0,94 e 0,86, respectivamente. As equações obtidas para estimativa da proteína retida (PR), em função do GPVJ e da energia retida (ER) foram: $PR = - 17,6968 + 192,31 \text{ GPVJ} - 3,8441 \text{ ER}$, para animais zebuínos e $PR = 31,4045 + 107,039 \text{ GPVJ} + 5,632 \text{ ER}$, para F1. As energias líquidas para ganho (ELg) podem ser obtidas pelas equações $ELg = 0,0435 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{0,8241}$, para animais zebuínos e $ELg = 0,0377 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{1,0991}$, para animais F1. A média dos valores de ELM para zebuínos, F1, mestiços leiteiros e Holandeses foram 71,30; 70,77; 79,65 e 88,97, respectivamente. As EUEM para manutenção (k_m) e ganho (k_f), variaram de 0,65 a 0,63 e de 0,25 a 0,37, respectivamente, para dietas com concentração de EM variando de 2,2 a 2,7 Mcal/kg de matéria seca. A exigência de P é superior e as de Na e K são inferiores às recomendações do NRC (1996). As exigências de Ca e Mg são semelhantes às do NRC (1996).

Nas condições em que este experimento foi conduzido, conclui-se que:

1. Os teores de PB das dietas de animais zebuínos são maiores que os recomendados pelo NRC (1996).
2. Possivelmente o melhor nível de concentrado na dieta de zebuínos esteja entre 40 e 60%.
3. O aumento dos níveis de concentrado na dieta pode aumentar o rendimento de carcaça.
4. A seção HH pode ser utilizada para estimar a composição física e o teor de proteína da carcaça, não sendo recomendada para estimar os teores de água e extrato etéreo, confirmando a necessidade do desenvolvimento de equações específicas para diferentes grupos genéticos.
5. Maiores teores de PB da dieta podem aumentar a porcentagem de músculo e diminuir a de gordura na carcaça.
6. Quando o volumoso possui bom valor nutritivo ($NDT > 60\%$), os níveis de concentrado não influenciam o peso dos órgãos. Já, maiores teores de PB na dieta podem elevar o peso dos rins, pulmões e fígado.
7. Os pesos do rúmen-retículo e do omaso são menores em dietas com maiores níveis de concentrado.
8. As exigências de energia líquida para ganho de peso de zebuínos não-castrados podem ser obtidas pela equação: $ER = 0,0413 \times PCVZ^{0,75} \times GDPCVZ^{0,978}$.
9. O requisito energético para manutenção foi de $83,70 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}$, para animais não-castrados pertencentes à raça Nelore.
10. A exigência líquida de proteína de Nelore, não-castrado diminuiu com o aumento do peso vivo, sendo de 183,22 e 173,72 g/kg GPCVZ para animais de 200 e 400 kg de peso vivo, respectivamente.
11. A eficiência de utilização da EM para manutenção (k_m) foi calculada em 0,63. E as eficiências de utilização da EM para ganho (k_f) foram estimadas em 0,30; 0,35; 0,38 e 0,43, respectivamente, para as concentrações de EM da dieta de 2,65; 2,84; 2,92 e 2,90 Mcal/kg de MS, obtidas para os níveis de 20, 40, 60 e 80% de concentrado.

12. As exigências de EM, ED e NDT para manutenção foram calculadas em 132,9 e 162,0 kcal/PCVZ^{0,75}, e 36,7 g/PCVZ^{0,75}, respectivamente.
13. Houve diminuição nas concentrações dos cinco macromelementos estudados no corpo vazio e no ganho de corpo vazio, com a elevação do peso vivo.
14. As relações g Ca/100g de proteína retida e g P/100g de proteína retida foram iguais a 6,44 e 4,78, respectivamente.
15. As exigências líquidas de Ca foram semelhantes e as de P maiores que as preconizadas pelo AFRC (1991) e pelo NRC (1996). As exigências líquidas de Mg e Na foram semelhantes às relatadas pelo NRC (1996).
16. As exigências líquidas de metionina, lisina, histidina, fenilalanina, treonina, leucina, isoleucina, valina e arginina para ganho de um Nelore com 350 kg de peso vivo são de 3,54; 10,36; 4,19; 5,87; 6,19; 11,27; 5,06; 7,34 e 13,33 g/dia.
17. A exigência total de aminoácidos metabolizáveis, expressa em porcentagem do total de aminoácidos essenciais, não varia muito com o aumento do peso vivo e os valores médios são 3,94; 15,11; 6,09; 8,64; 9,26; 18,48; 8,33; 12,01 e 19,41 para metionina, lisina, histidina, fenilalanina, treonina, leucina, isoleucina, valina e arginina, respectivamente.
18. Embora apresentem diferenças nos modelos de exigências líquidas para os diferentes grupos genéticos, do ponto de vista prático, poderia agrupar as exigências dietéticas dos animais zebuínos com os F1 e os mestiços leiteiros com os Holandeses.
19. Aparentemente, o NRC (1996) sub-estima às exigências dietéticas de PB para animais com mais de 300 kg de PV.
20. Os animais zebuínos apresentam uma exigência energética quase 14% inferior à recomendação do NRC (1996).
21. A exigência de fósforo foi superior e as de Na e K inferiores às recomendações do NRC (1996).

APÊNDICE

APÊNDICE

Tabela 1 - Número do animal (NA), fase (1 = recria, 2 = engorda), nível de proteína (PB: 15 e 18%), nível de concentrado (NC: 20; 40; 60 e 80%) e consumo de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), matéria orgânica (MO) e nutrientes digestíveis totais (NDT), ganho médio diário (GMD), conversão alimentar (CA) e dias de confinamento (DC) de bovinos Nelore não-castrados

NA	FASE	PB	NC	MS kg/dia	FDN kg/dia	MO kg/dia	NDT kg/dia	GMD kg	CA	DC
20	1	15	80	5,92	1,48	4,87	4,85	1,17	5,07	61
3	1	15	80	5,69	1,45	5,58	4,67	0,98	5,81	194
7	1	15	80	5,93	1,53	5,26	4,86	1,08	5,47	104
1	1	15	80	5,78	1,51	5,04	4,73	1,10	5,25	107
15	1	15	60	8,66	3,12	6,37	6,90	1,30	6,64	48
9	1	15	60	5,43	2,13	6,92	4,32	0,75	7,22	194
23	1	15	60	7,31	2,72	6,74	5,82	1,04	7,03	112
11	1	15	60	5,99	2,25	8,73	4,76	0,66	9,10	140
14	1	15	40	9,10	4,66	5,62	7,07	1,54	5,91	48
39	1	15	40	5,65	2,86	5,54	4,39	0,97	5,82	194
19	1	15	40	7,61	3,88	6,08	5,92	1,19	6,40	102
27	1	15	40	7,37	3,76	7,04	5,72	0,99	7,41	134
34	1	15	20	8,12	5,29	6,66	5,99	1,15	7,04	48
43	1	15	20	4,78	3,04	5,92	3,53	0,76	6,26	180
8	1	15	20	6,83	4,37	8,82	5,04	0,73	9,33	157
22	1	15	20	7,00	4,46	5,70	5,16	1,16	6,03	107
5	1	18	80	7,49	1,87	5,24	5,87	1,38	5,44	61
30	1	18	80	5,58	1,42	4,75	4,38	1,13	4,93	159
18	1	18	80	6,82	1,71	5,40	5,35	1,22	5,61	92
36	1	18	80	6,77	1,67	5,75	5,31	1,13	5,97	107
33	1	18	60	8,22	2,93	4,93	6,70	1,59	5,16	61
26	1	18	60	6,19	2,25	6,13	5,04	0,97	6,41	180
4	1	18	60	8,34	2,94	5,23	6,79	1,52	5,47	63
6	1	18	60	7,00	2,60	7,55	5,71	0,89	7,89	145
31	1	18	40	7,39	3,74	5,63	5,86	1,25	5,92	68
37	1	18	40	9,84	5,07	5,42	7,81	1,72	5,71	94
16	1	18	40	8,32	4,20	4,83	6,60	1,64	5,09	67
35	1	18	40	7,18	3,63	8,08	5,70	0,84	8,52	152
28	1	18	20	7,66	4,96	6,68	5,61	1,08	7,09	68
38	1	18	20	6,62	4,25	5,07	4,85	1,23	5,39	131
12	1	18	20	7,76	4,98	5,20	5,68	1,41	5,52	88
25	1	18	20	7,70	4,92	5,16	5,63	1,41	5,48	98
7	2	15	80	5,96	1,55	5,72	4,88	0,89	6,72	83
1	2	15	80	6,92	1,76	6,65	5,67	1,28	5,40	73
23	2	15	60	6,85	2,65	6,58	5,45	0,73	9,33	89
19	2	15	40	7,66	3,92	7,36	5,95	1,01	7,62	85
27	2	15	40	6,63	3,33	6,37	5,15	0,77	8,56	67
8	2	15	20	5,94	3,76	5,72	4,38	1,03	5,76	45
22	2	15	20	7,24	4,63	6,96	5,34	0,97	7,45	87
18	2	18	80	7,64	1,93	7,34	5,99	1,21	6,29	67
36	2	18	80	5,64	1,49	5,43	4,42	1,20	21,23	91
4	2	18	60	8,33	3,10	8,00	6,78	1,42	5,88	61
6	2	18	60	6,89	2,70	6,63	5,61	1,19	5,77	56
16	2	18	40	8,69	4,41	8,35	6,89	1,25	6,95	64
35	2	18	40	6,53	3,24	6,28	5,18	0,92	7,11	56
12	2	18	20	8,56	5,52	8,23	6,26	1,27	6,76	71
25	2	18	20	8,18	5,24	7,87	5,99	1,00	8,20	82

Tabela 2 - Número do animal (NA), fase (1 = recria, 2 = engorda), nível de proteína (PB: 15 e 18%), nível de concentrado (NC: 20; 40; 60 e 80%) e ganho de peso de corpo vazio(GPCVZ), ganho de carcaça (GCAR), rendimento de carcaça em relação ao PCVZ (RCPCVZ), rendimento de carcaça em relação ao PV (RCPV), área de olho de lombo (AOL), comprimento de carcaça (CCAR) e espessura de gordura sub-cutânea (EGSC) de bovinos Nelore não-castrados

NA	FASE	PB	NC	GPCVZ	GCAR	RCPCVZ	RCPV	AOL	CCAR	EGSC
				Kg/dia	Kg/dia	%	%	cm ²	cm	mm
20	1	15	80	1,17	0,76	63,90	56,88	63,00	106	1,5
3	1	15	80	0,94	0,60	63,90	58,33	60,50	102	2
15	1	15	60	1,42	0,97	64,62	58,33	69,68	116	2,8
9	1	15	60	0,73	0,46	63,34	57,83	57,27	103	2
14	1	15	40	1,49	1,00	64,28	56,83	67,81	107	1,18
39	1	15	40	0,91	0,58	63,66	57,53	62,97	105	2,1
34	1	15	20	0,99	0,71	64,85	55,94	71,64	108	2,6
43	1	15	20	0,72	0,44	62,72	56,23	78,45	107	2,5
5	1	18	80	1,37	0,98	65,73	58,69	68,09	113	1,5
30	1	18	80	1,09	0,69	63,43	57,96	63,11	103	1,8
33	1	18	60	1,58	1,03	63,95	57,36	70,56	109	3
26	1	18	60	0,96	0,65	65,80	61,03	72,20	106	2,9
31	1	18	40	1,22	0,74	62,76	55,89	78,54	105	2
37	1	18	40	1,57	1,03	64,54	57,11	75,07	102	4
28	1	18	20	0,89	0,60	64,41	55,10	76,20	110	1,9
38	1	18	20	1,07	0,75	66,32	57,49	64,44	109	3
7	2	15	80	0,90	0,65	65,41	60,19	91,24	112	5
1	2	15	80	1,30	1,04	67,57	62,48	93,15	107	7,3
23	2	15	60	0,76	0,52	64,71	60,01	84,06	112	3,8
19	2	15	40	0,92	0,75	67,41	60,50	81,93	112	3,8
27	2	15	40	0,88	0,64	65,45	60,46	76,12	111	3,7
8	2	15	20	0,99	0,82	66,15	58,81	79,69	112	3
22	2	15	20	0,86	0,66	66,25	58,36	78,25	117	3,4
18	2	18	80	1,29	0,93	66,03	61,63	83,62	110	4,4
36	2	18	80	0,37	0,27	65,33	61,04	82,99	106	2,4
4	2	18	60	1,34	1,06	67,67	62,17	98,10	115	4,3
6	2	18	60	1,28	0,82	64,82	60,73	72,27	110	5,5
16	2	18	40	1,19	0,82	64,69	58,18	73,26	113	3
35	2	18	40	1,18	0,73	63,41	59,43	85,04	107	2
12	2	18	20	1,08	0,61	63,59	54,67	74,00	105	4,9
25	2	18	20	0,97	0,52	62,94	55,50	82,07	105	5

Tabela 3 - Número do animal (NA), fase (1 = recria, 2 = engorda), nível de proteína (PB: 15 e 18%), nível de concentrado (NC: 20; 40; 60 e 80%) e rendimento de paleta (PAL), acém completo (ACEM), ponta de agulha (PAGU), coxão (COX) e peso do couro (COU) e sangue (SAN) de bovinos Nelore não-castrados

NA	FASE	PB	NC	PAL	ACEM	PAGU	ALC	COX	COU	SAN
				%	%	%	%	%	kg	kg
20	1	15	80	18,67	22,34	11,80	18,18	29,01	31,13	16,72
3	1	15	80	19,40	21,29	12,44	17,81	29,05	34,90	12,10
15	1	15	60	18,82	19,29	12,80	19,68	29,42	31,10	14,90
9	1	15	60	19,13	14,63	14,00	20,50	31,75	28,90	8,90
14	1	15	40	19,31	18,64	12,01	21,13	28,91	32,30	13,30
39	1	15	40	17,91	22,54	12,80	18,90	27,85	35,00	13,00
34	1	15	20	17,51	20,12	13,08	21,13	28,17	28,30	12,90
43	1	15	20	18,17	21,45	12,90	18,99	28,49	30,90	14,10
5	1	18	80	17,53	22,34	13,48	19,13	27,52	29,00	15,96
30	1	18	80	18,71	21,17	13,57	19,22	27,34	35,40	13,64
33	1	18	60	17,85	22,24	12,80	19,07	28,04	28,80	14,76
26	1	18	60	18,17	22,05	13,75	17,25	28,78	29,60	12,90
31	1	18	40	18,63	20,06	13,51	18,94	28,86	33,20	13,54
37	1	18	40	18,18	22,57	11,85	19,00	28,40	33,80	11,44
28	1	18	20	18,17	21,95	12,82	18,28	28,78	28,30	13,37
38	1	18	20	18,06	22,52	12,30	17,56	29,56	30,50	11,77
7	2	15	80	17,41	24,85	14,32	17,80	25,62	36,20	15,50
1	2	15	80	15,99	24,27	15,42	18,34	25,98	38,50	13,10
23	2	15	60	17,65	23,93	13,91	19,71	24,80	35,90	13,60
19	2	15	40	16,58	23,30	14,97	18,56	26,59	32,60	14,20
27	2	15	40	18,70	25,54	13,02	18,61	24,12	29,10	15,50
8	2	15	20	18,69	23,62	12,91	18,61	26,17	35,90	13,30
22	2	15	20	17,08	23,37	12,66	19,10	27,80	38,40	18,20
18	2	18	80	18,05	23,12	14,32	19,16	25,35	30,30	17,32
36	2	18	80	18,35	22,81	12,69	19,90	26,24	38,00	13,30
4	2	18	60	16,59	25,15	12,65	18,86	26,75	37,40	14,98
6	2	18	60	18,20	23,09	13,61	18,51	26,59	33,60	14,20
16	2	18	40	16,90	24,19	14,44	17,97	26,50	39,70	14,18
35	2	18	40	17,80	22,50	12,34	19,40	27,96	33,40	14,90
12	2	18	20	18,09	23,32	13,86	18,34	26,39	41,80	15,70
25	2	18	20	18,06	20,55	15,24	18,23	27,92	40,10	15,50

Tabela 4 - Número do animal (NA), fase (1 = recria, 2 = engorda), nível de proteína (PB: 15 e 18%), nível de concentrado (NC: 20; 40; 60 e 80%) e peso do conjunto cabeça, pés e rabo (CCAPERÁ), baço (BACO), coração (COR), fígado (FIG), pulmão (PUL), rim (RIM) e rúmen+retículo (RURET) de bovinos Nelore não-castrados

NA	FASE	PB	NC	CCAPERÁ	BACO	COR	FIG	PUL	RIM	RURET
				kg	Kg	kg	kg	kg	kg	kg
20	1	15	80	23,13	1,05	1,37	4,16	3,23	0,65	5,99
3	1	15	80	23,03	1,21	1,32	4,10	2,16	0,81	5,02
15	1	15	60	22,72	1,08	1,18	4,95	3,41	0,67	5,08
9	1	15	60	18,75	0,99	1,19	3,34	1,85	0,71	4,20
14	1	15	40	24,91	1,09	1,24	5,28	2,96	0,69	6,40
39	1	15	40	22,13	1,14	1,37	3,89	1,95	0,66	4,68
34	1	15	20	21,90	0,86	1,15	4,08	1,99	0,62	5,81
43	1	15	20	19,81	1,38	1,19	3,56	2,22	0,71	4,84
5	1	18	80	22,11	1,08	1,28	5,39	3,10	0,80	5,95
30	1	18	80	21,99	1,17	1,12	4,18	2,17	0,70	4,71
33	1	18	60	23,07	1,02	1,51	6,24	3,11	0,81	6,96
26	1	18	60	21,69	1,27	1,65	4,40	1,96	0,65	4,65
31	1	18	40	21,36	0,89	1,00	4,99	2,02	0,61	5,77
37	1	18	40	17,70	0,86	1,14	4,48	1,73	0,61	4,81
28	1	18	20	21,12	0,97	1,05	4,48	1,98	0,67	5,97
38	1	18	20	19,86	0,99	1,26	4,23	2,31	0,64	5,46
7	2	15	80	23,99	1,42	1,27	4,56	1,99	0,61	4,94
1	2	15	80	25,05	1,19	1,36	4,62	1,96	0,67	5,08
23	2	15	60	24,73	1,02	1,32	4,73	2,19	0,78	4,59
19	2	15	40	23,61	1,11	1,44	4,45	2,18	0,72	5,79
27	2	15	40	23,79	1,01	1,42	4,12	1,80	0,73	5,24
8	2	15	20	24,02	1,04	1,35	4,30	2,11	0,66	4,85
22	2	15	20	26,23	1,10	1,45	4,34	2,17	0,78	6,49
18	2	18	80	24,33	1,05	1,36	5,19	2,68	0,77	4,96
36	2	18	80	24,11	1,28	1,43	4,33	2,14	0,80	4,20
4	2	18	60	24,42	1,03	1,45	5,62	2,35	0,82	5,66
6	2	18	60	24,44	0,88	1,52	5,10	1,89	0,78	4,87
16	2	18	40	24,43	1,15	1,38	5,46	2,74	0,85	6,46
35	2	18	40	23,51	1,15	1,26	4,90	2,31	0,74	4,88
12	2	18	20	23,92	1,00	1,33	5,42	2,61	0,87	7,62
25	2	18	20	24,89	1,09	1,33	5,13	2,31	0,93	7,41

Tabela 5 - Número do animal (NA), fase (1 = recria, 2 = engorda), nível de proteína (PB: 15 e 18%), nível de concentrado (NC: 20; 40; 60 e 80%) e peso do omaso (OMA), abomaso (ABO), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), gordura interna (GI), trato gastrointestinal (TGI) e conteúdo do TGI (CTGI) de bovinos Nelore não-castrados

NA	FASE	PB	NC	OMA	ABO	ID	IG	GI	TGIT	CTGI
				kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
20	1	15	80	1,90	1,05	3,51	2,51	12,61	58,17	33,84
3	1	15	80	1,42	0,37	3,73	3,08	13,75	51,00	26,44
15	1	15	60	1,69	0,87	3,63	2,56	13,23	59,40	35,27
9	1	15	60	1,30	0,61	4,26	2,21	14,60	45,00	22,16
14	1	15	40	2,45	1,06	3,92	2,42	11,90	65,60	43,14
39	1	15	40	1,27	0,62	4,69	2,07	13,60	54,15	30,52
34	1	15	20	2,34	0,93	3,87	2,26	11,33	69,40	47,55
43	1	15	20	1,58	0,64	4,36	2,30	8,98	51,20	31,14
5	1	18	80	1,76	1,12	4,52	2,24	9,70	54,01	31,81
30	1	18	80	1,29	0,76	3,77	2,21	13,96	45,90	24,38
33	1	18	60	2,41	1,06	5,93	2,73	14,28	42,01	14,09
26	1	18	60	1,10	0,68	5,04	2,67	16,57	49,10	22,76
31	1	18	40	2,18	0,86	3,92	2,32	16,18	62,40	36,23
37	1	18	40	2,09	0,80	3,45	2,13	14,39	53,80	29,35
28	1	18	20	2,29	1,02	3,33	2,20	11,94	70,01	47,85
38	1	18	20	2,31	0,68	2,87	2,29	10,57	61,60	40,20
7	2	15	80	1,82	1,11	5,08	2,66	20,66	61,60	32,28
1	2	15	80	1,98	0,94	4,05	2,64	23,90	60,80	30,10
23	2	15	60	2,07	0,88	4,48	3,13	26,50	59,80	25,65
19	2	15	40	1,63	0,96	4,71	2,42	23,40	70,20	37,88
27	2	15	40	1,87	0,85	3,84	2,75	29,40	60,20	26,95
8	2	15	20	1,89	0,68	3,29	2,49	16,62	64,60	39,32
22	2	15	20	1,93	0,85	3,92	2,79	13,49	74,20	48,75
18	2	18	80	1,73	1,03	4,42	3,04	29,40	59,40	24,22
36	2	18	80	1,08	0,96	4,82	2,73	14,90	40,70	16,51
4	2	18	60	2,43	0,94	3,88	2,68	16,88	56,80	29,39
6	2	18	60	1,67	0,78	4,53	2,45	32,40	58,90	25,10
16	2	18	40	2,16	0,93	4,55	3,57	18,71	65,80	35,03
35	2	18	40	1,87	0,92	5,23	3,22	31,00	57,20	21,37
12	2	18	20	2,92	1,13	3,78	2,59	18,80	87,60	55,61
25	2	18	20	2,71	0,98	4,39	3,18	22,60	80,00	48,23

Tabela 6 - Número do animal (NA), fase (1 = recria, 2 = engorda), nível de proteína (PB: 15 e 18%), nível de concentrado (NC: 20; 40; 60 e 80%) e porcentagem de músculo (MM), gordura (GOR), ossos (OSSO), água (ÁGUA), proteína (PROT) e extrato etéreo (EE) na carcaça de bovinos Nelore não-castrados

NA	FASE	PB	NC	MM	GOR	OSSO	AGUA	PROT	EE
				%	%	%	%	%	%
20	1	15	80	64,32	20,71	14,97	52,82	20,34	21,05
3	1	15	80	48,79	36,16	15,05	50,00	22,11	21,19
15	1	15	60	64,64	20,06	15,31	52,49	17,66	23,14
9	1	15	60	57,89	27,67	14,44	56,04	19,81	17,17
14	1	15	40	64,89	19,61	15,50	59,27	19,96	14,10
39	1	15	40	56,78	27,70	15,52	56,88	16,45	18,82
34	1	15	20	68,45	17,38	14,17	58,98	18,10	15,48
43	1	15	20	64,53	20,55	14,92	59,70	18,57	15,46
5	1	18	80	63,77	21,21	15,03	57,24	19,18	17,62
30	1	18	80	59,30	26,96	13,73	55,61	17,95	22,26
33	1	18	60	65,95	20,34	13,71	51,79	18,19	23,22
26	1	18	60	60,48	26,83	12,70	53,61	17,66	23,15
31	1	18	40	63,87	19,29	16,85	56,92	17,61	17,18
37	1	18	40	61,23	24,21	14,56	52,98	14,80	24,13
28	1	18	20	67,75	18,18	14,07	60,18	17,76	14,61
38	1	18	20	64,41	20,30	15,29	56,73	17,02	18,47
7	2	15	80	58,03	28,53	13,44	51,27	17,83	25,10
1	2	15	80	58,06	30,41	11,53	59,17	16,80	19,71
23	2	15	60	52,86	35,16	11,98	49,08	16,39	29,28
19	2	15	40	51,93	35,15	12,93	49,87	23,75	23,32
27	2	15	40	55,69	31,67	12,65	51,76	16,94	25,68
8	2	15	20	55,79	33,00	11,21	53,24	17,81	24,34
22	2	15	20	57,96	28,13	13,91	55,52	19,03	19,46
18	2	18	80	56,54	30,60	12,85	50,89	17,94	26,20
36	2	18	80	58,98	27,92	13,10	55,12	17,00	21,97
4	2	18	60	60,18	26,19	13,63	52,19	16,89	26,00
6	2	18	60	55,82	30,87	13,32	58,36	18,39	18,35
16	2	18	40	62,28	23,69	14,03	51,27	18,41	24,91
35	2	18	40	62,75	23,39	13,86	57,29	18,69	17,50
12	2	18	20	59,19	28,16	12,65	55,47	18,00	21,15
25	2	18	20	54,62	31,34	14,04	52,17	16,36	26,35

Tabela 7 - Número do animal (NA), fase (1 = recria, 2 = engorda), nível de proteína (PB: 15 e 18%), nível de concentrado (NC: 20; 40; 60 e 80%) e peso de corpo vazio inicial (PCVZI), peso de corpo vazio final (PCVZF), peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF), conteúdo corporal de proteína (CCPB) e conteúdo corporal de extrato etéreo (CCEE) de bovinos Nelore não-castrados

NA	FASE	PB	NC	PCVZI	PCVZF	PVI	PVF	CCPB	CCEE
				kg	kg	kg	kg	kg	kg
20	1	15	80	253,77	325,03	293,93	365,14	67,11	56,11
3	1	15	80	137,85	319,25	159,66	349,72	68,82	55,97
15	1	15	60	258,86	327,14	299,82	362,42	61,94	53,57
9	1	15	60	130,41	271,23	151,05	297,10	53,20	50,00
14	1	15	40	258,08	329,63	298,92	372,85	66,87	40,24
39	1	15	40	139,42	316,08	161,48	349,72	57,60	53,12
34	1	15	20	256,91	304,38	297,56	352,89	58,08	38,80
43	1	15	20	148,82	277,73	172,37	309,80	54,26	35,65
5	1	18	80	245,16	328,47	283,95	367,86	66,45	45,02
30	1	18	80	147,64	320,82	171,00	351,08	62,34	58,30
33	1	18	60	238,89	335,42	276,69	373,93	63,33	58,56
26	1	18	60	159,39	332,36	184,61	358,34	61,51	63,18
31	1	18	40	234,19	317,06	271,25	356,07	60,17	49,26
37	1	18	40	163,31	310,65	189,15	351,08	51,55	61,89
28	1	18	20	242,42	303,07	280,77	354,25	56,70	41,53
38	1	18	20	169,57	309,85	196,41	357,43	56,97	45,19
7	2	15	80	324,55	399,00	360,00	433,63	71,69	93,02
1	2	15	80	324,55	419,40	360,00	453,59	72,39	83,39
23	2	15	60	325,71	393,30	358,79	424,11	66,76	103,03
19	2	15	40	321,82	399,79	360,00	445,43	90,26	84,90
27	2	15	40	321,82	380,47	360,00	411,86	66,17	88,32
8	2	15	20	316,62	361,32	360,00	406,42	68,43	73,26
22	2	15	20	316,62	391,54	360,00	444,52	76,90	69,01
18	2	18	80	325,21	411,94	360,00	441,35	75,59	95,78
36	2	18	80	325,21	358,97	360,00	384,19	65,78	62,08
4	2	18	60	328,41	410,06	360,00	446,33	75,79	83,62
6	2	18	60	328,41	399,86	360,00	426,83	70,85	82,22
16	2	18	40	319,55	395,76	360,00	439,98	73,74	83,50
35	2	18	40	319,55	385,56	360,00	411,41	72,17	75,28
12	2	18	20	310,03	386,85	360,00	449,96	75,54	67,71
25	2	18	20	310,03	389,59	360,00	441,80	66,07	87,76
2	MANTENÇA			191,11	208,79	221,35	245,39	42,47	25,90
13	MANTENÇA			217,35	229,37	251,74	262,18	48,95	28,31
17	MANTENÇA			236,93	261,06	274,42	303,00	54,08	36,62
29	MANTENÇA			169,58	177,51	196,41	210,01	37,04	13,86
10	REFERÊNCIA				193,98		215,46	38,17	22,04
21	REFERÊNCIA				216,54		269,43	41,37	37,23
24	REFERÊNCIA				165,52		195,95	33,55	29,15
40	REFERÊNCIA				241,33		266,71	45,47	31,48

Tabela 8 - Número do animal (NA), fase (1 = recria, 2 = engorda), nível de proteína (PB: 15 e 18%), nível de concentrado (NC: 20; 40; 60 e 80%) e conteúdo corporal de energia (CCENER), conteúdo corporal de sódio (CCNA), conteúdo corporal de potássio (CCK), conteúdo corporal de fósforo (CCP), conteúdo corporal de cálcio (CCCA) e conteúdo corporal de magnésio (CCMG) de bovinos Nelore não-castrados

NA	FASE	PB	NC	CCENER Mcal	NA kg	K kg	P kg	CA kg	MG kg
20	1	15	80	905,51	0,666	0,368	3,130	4,996	0,110
3	1	15	80	913,90	0,733	0,390	1,991	4,582	0,112
15	1	15	60	852,58	0,583	0,315	3,802	5,082	0,105
9	1	15	60	769,75	0,564	0,286	3,235	5,176	0,107
14	1	15	40	755,15	0,622	0,369	3,384	4,157	0,101
39	1	15	40	823,80	0,562	0,295	3,757	6,176	0,147
34	1	15	20	692,03	0,486	0,302	3,190	4,175	0,108
43	1	15	20	640,89	0,437	0,288	2,772	4,876	0,122
5	1	18	80	797,67	0,634	0,359	3,791	4,877	0,113
30	1	18	80	899,21	0,495	0,322	2,580	3,075	0,097
33	1	18	60	907,24	0,537	0,354	3,164	6,083	0,087
26	1	18	60	940,41	0,505	0,336	3,431	4,644	0,110
31	1	18	40	802,09	0,559	0,299	3,037	5,707	0,133
37	1	18	40	872,07	0,450	0,284	2,844	4,043	0,105
28	1	18	20	709,90	0,591	0,315	3,031	3,222	0,106
38	1	18	20	745,77	0,476	0,320	3,641	2,967	0,084
7	2	15	80	1278,07	0,790	0,398	2,685	5,683	0,125
1	2	15	80	1191,57	0,740	0,400	3,820	5,425	0,124
23	2	15	60	1344,29	0,660	0,367	4,557	5,892	0,110
19	2	15	40	1306,53	0,790	0,507	4,677	5,909	0,136
27	2	15	40	1202,83	0,718	0,381	4,219	10,130	0,175
8	2	15	20	1074,04	0,629	0,376	3,723	4,951	0,109
22	2	15	20	1081,98	0,719	0,410	4,393	6,289	0,133
18	2	18	80	1326,03	0,760	0,430	3,768	5,400	0,127
36	2	18	80	954,19	0,547	0,362	2,323	4,282	0,114
4	2	18	60	1212,88	0,649	0,395	3,920	5,246	0,133
6	2	18	60	1171,90	0,717	0,392	3,767	5,023	0,128
16	2	18	40	1200,30	0,662	0,377	3,694	6,402	0,117
35	2	18	40	1114,23	0,630	0,378	4,300	7,276	0,173
12	2	18	20	1062,06	0,724	0,380	3,309	4,653	0,115
25	2	18	20	1197,00	0,677	0,356	3,755	5,064	0,118
2	MANTENÇA			482,84	0,412	0,212	2,371	3,537	0,076
13	MANTENÇA			542,04	0,469	0,234	2,197	4,805	0,090
17	MANTENÇA			649,04	0,517	0,263	2,962	5,264	0,099
29	MANTENÇA			339,10	0,307	0,200	2,041	4,244	0,107
10	REFERÊNCIA			422,30	0,383	0,199	2,202	3,000	0,062
21	REFERÊNCIA			583,00	0,479	0,212	2,510	3,896	0,070
24	REFERÊNCIA			463,08	0,357	0,170	1,593	2,669	0,055
40	REFERÊNCIA			552,12	0,426	0,257	2,569	4,420	0,092

Tabela 9 - Número do animal (NA), fase (1 = recria, 2 = engorda), nível de proteína (PB: 15 e 18%), nível de concentrado (NC: 20; 40; 60 e 80%) e peso de corpo vazio médio metabólico (PCVZX^{0,75}) energia retida (ER), consumo de energia metabolizável (CEM) e produção de calor (PC) de bovinos Nelore não-castrados

NA	FASE	PB	NC	PCVZX ^{0,75}	ER	CEM	PC
				kg	Mcal/dia	Mcal/dia	Kcal/PCVZ ^{0,75}
20	1	15	80	70,17	4,49	17,52	185,75
3	1	15	80	58,78	2,94	16,87	236,91
15	1	15	60	70,82	4,34	24,93	290,80
9	1	15	60	53,35	2,29	15,64	250,08
14	1	15	40	70,97	2,35	25,57	327,18
39	1	15	40	58,63	2,46	15,88	228,93
34	1	15	20	68,57	1,10	21,66	299,89
43	1	15	20	55,81	1,50	12,76	201,66
5	1	18	80	69,70	3,07	21,21	260,27
30	1	18	80	59,87	3,34	15,82	208,42
33	1	18	60	69,76	5,13	24,21	273,55
26	1	18	60	62,09	3,02	18,23	244,93
31	1	18	40	67,65	3,22	21,19	265,60
37	1	18	40	60,40	4,95	28,22	385,20
28	1	18	20	67,11	1,57	20,27	278,68
38	1	18	20	60,92	2,47	17,52	247,00
7	2	15	80	82,95	4,36	17,65	160,32
1	2	15	80	84,70	3,77	20,50	197,50
23	2	15	60	82,56	5,14	19,72	176,51
19	2	15	40	82,79	6,10	21,52	186,23
27	2	15	40	81,12	6,19	18,63	153,28
8	2	15	20	79,00	7,75	15,85	102,49
22	2	15	20	81,63	4,10	19,31	186,33
18	2	18	80	84,12	7,10	21,66	173,15
36	2	18	80	79,54	1,14	15,99	186,74
4	2	18	60	84,23	4,99	24,52	231,89
6	2	18	60	83,36	4,70	20,28	186,94
16	2	18	40	82,24	5,43	24,92	236,93
35	2	18	40	81,36	4,67	18,73	172,82
12	2	18	20	80,65	4,59	22,64	223,81
25	2	18	20	80,89	5,62	21,65	198,18
2		MANTENÇA		53,17	0,08	8,57	159,68
13		MANTENÇA		57,78	0,01	8,23	142,32
17		MANTENÇA		62,68	0,67	10,20	152,09
29		MANTENÇA		47,81	-0,93	6,93	164,48