

MOZART ALVES FONSECA

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE VACAS NELORE EM LACTAÇÃO E DE  
BEZERROS, DO NASCIMENTO À DESMAMA**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, para obtenção do Título  
de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2009

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

F676e  
2009

Fonseca, Mozart Alves, 1983-

Exigências nutricionais de vacas Nelore em lactação e de  
bezerros, do nascimento a desmama / Mozart Alves Fonseca.  
– Viçosa, MG, 2009.  
xi, 76f. : il. ; 29cm.

Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Bovino de corte - Nutrição. 2. Nutrição - Necessidades.  
3. Nelore (Zebu). 4. Bovino de corte. 5. Bezerro. 6. Leite -  
Produção. 7. Bovino de corte - Carcaça. 8. Bovino de corte -  
Criação. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

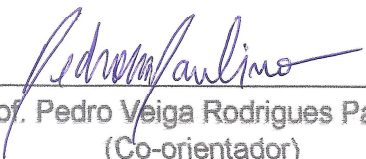
CDD 22.ed. 636.2085


MOZART ALVES FONSECA

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE VACAS NELORE EM LACTAÇÃO E DE  
BEZERROS, DO NASCIMENTO À DESMAMA

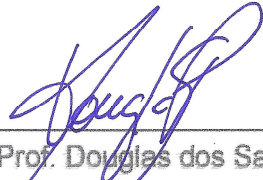
Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, para obtenção do Título  
de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 29 de julho de 2009.

  
Prof. Pedro Veiga Rodrigues Paulino  
(Co-orientador)

  
Prof. Ederio Detmann  
(Co-orientador)

  
Prof. Mário Fonseca Paulino

  
Prof. Douglas dos Santos Pina

  
Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho  
(Orientador)

À Deus por me dar forças pra lutar e continuar na batalha apesar das adversidades sofridas.

Ao meu pai pelo exemplo de trabalho e dedicação, e pelos maravilhosos e sábios conselhos que sempre lhe foram inerente.

A minha mãe por ser muito mais que mãe, mas amiga, confidente, exemplo de vida, bondade e alma pura. Obrigado por me escolher.

A minha irmã por me criar com tanta maturidade apesar de tão jovem. Você é como uma mãe para mim.

A você Emílio, irmão, amigo, confidente e tudo que me completa. Obrigado por estar sempre ao meu lado sendo meu alicerce e me ensinar o valor da amizade incondicional.

Aos meus amigos em especial ao João Paulo (Naja), Douglas (Joseph), Analívia (Chefe) e Ísis (Scheilynha) pelos excelentes momentos de intercâmbio científico nas mais diversas horas e ocasiões.

A você Lu a qual não tenho palavras pra expressar os verdadeiros sentimentos,  
por isso pedi uma ajuda:

Perguntei a um sábio, a diferença que havia entre amor e amizade,  
ele me disse essa verdade...

O Amor é mais sensível,  
a Amizade mais segura.

O Amor nos dá asas,  
a Amizade o chão.

No Amor há mais carinho,  
na Amizade compreensão.

O Amor é plantado e com carinho cultivado,  
a Amizade vem faceira,  
e com troca de alegria e tristeza,  
torna-se uma grande e querida  
companheira.

Mas quando o Amor é sincero  
ele vem com um grande amigo,  
e quando a Amizade é concreta,  
ela é cheia de amor e carinho.

Quando se tem um amigo  
ou uma grande paixão,  
ambos sentimentos coexistem  
dentro do seu coração.

William Shakespeare

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais pelo extremo apoio nas horas mais difíceis, e às vezes até impossíveis de lidar. Especialmente a minha mãe pelo carinho e apoio espiritual.

Aos meus irmãos e sobrinhos (Rafael e Gabriela) por me proporcionar a melhor experiência da vida, a família.

Aos meus avós, Mozart Fonseca e Maria Gabriela Dias da Fonseca, pelo exemplo de amor, dedicação e família.

A Dra. Lara Toledo Henriques pela amizade e auxílio na condução dos experimentos.

Aos tios, primos e familiares que sempre torceram por mim.

À Carol pelo amor, carinho, paciência, compreensão e incentivo.

Aos meus queridos amigos os quais sempre estarão em meu coração.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia, por tornar possível a realização deste curso.

Ao Professor Sebastião de Campos Valadares Filho, meu mestre, pela paciência e confiança desde a graduação, e pelo exemplo de ética e profissionalismo que me motivam. Obrigado por me ensinar importantes lições a cada dia.

Ao INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Animal) pelo apoio a pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento parcial dos experimentos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento parcial dos experimentos.

Aos professores Edenio Detmann, Pedro Veiga Rodrigues Paulino, Mário Fonseca Paulino e Douglas dos Santos Pina pelas orientações e valiosas contribuições para a realização deste trabalho.

Ao professor Pedro Veiga Rodrigues Paulino idealizador e autor do projeto.

À professora Maria Ignez Leão pelos excelentes momentos proporcionados.

Aos estagiários e bolsistas de Iniciação Científica os quais possibilitaram a logística do experimento. Em especial Pedrão (me paga), Lu, Leandro, Luiz Fernando, Marcos (irmão do Luiz), Paloma, Suellen (Fernando Sussu), Thaty Ramalho, Baiano (ZOO 2005), Felipe (UFMG).

Aos amigos Mario e Fernanda Chizzotti pelas oportunidades, ensinamentos e amizade.

Ao Marcos Marcondes pelo auxílio nos abates e pelos ensinamentos.

Ao SIMCORTE e comissão organizadora por me proporcionar grande crescimento pessoal, profissional e burocrático.

Aos funcionários José Geraldo (Zezé), Marcelo Cardoso, Nataniel (Pum) e Sr. Jorge pela amizade e excelentes momentos proporcionados na cozinha.

Ao Pum pelo grande auxílio incondicional no laborioso projeto de condução da “Fazenda”, mesmo estando essa casca (Oh Papai, se o Sr. Não tivesse m....!!!). Ao José Lino e Elísio pelos churrascos e traslados de ração.

Aos funcionários Edson Agostinho Pereira (informática), Edson Santos (xerox), Márcia, Supimpa e Venâncio por sempre me ajudarem quando necessário, pela amizade e convivência.

E especialmente a você Luciana minha amiga, irmã, gestora e babá.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

MOZART ALVES FONSECA, filho de Mozart Dias da Fonseca e Roseli Alves da Fonseca, nasceu em São Gonçalo do Sapucaí, Minas Gerais em sete de fevereiro de 1983.

Em janeiro de 2008 graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Viçosa.

Em março de 2008, iniciou o curso de mestrado em Zootecnia, na Universidade federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se a defesa de tese em 29 de julho de 2009.

## CONTEÚDO

<b>RESUMO.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
Literatura citada.....	8
<b>Exigências nutricionais de vacas Nelore primíparas lactantes.....</b>	<b>12</b>
Resumo.....	12
Abstract.....	13
Introdução.....	14
Material e Métodos.....	15
Resultados e Discussão.....	26
Conclusões.....	43
Literatura Citada.....	44
<b>Exigências Nutricionais de bezerros Nelore do nascimento à desmama.....</b>	<b>47</b>
Resumo.....	47
Abstract.....	48
Introdução.....	49
Material e Métodos.....	51
Resultados e Discussão.....	61
Conclusões.....	74
Literatura Citada.....	75

## RESUMO

FONSECA, Mozart Alves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2009. **Exigências Nutricionais de vacas Nelore em lactação e de bezerros, do nascimento à desmama.** Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho. Co-orientadores: Pedro Veiga Rodrigues Paulino e Edenio Detmann.

O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar as exigências nutricionais (energia, proteína e macrominerais) de vacas de corte em lactação e de suas respectivas crias do nascimento aos seis meses de idade. Foram utilizados 40 animais Nelore, sendo 20 vacas e 20 bezerros, com pesos médios iniciais de  $362 \pm 25$  e  $30 \pm 3$ kg, respectivamente. Os bezerros foram alimentados individualmente por períodos de 90 a 180 dias após o parto das vacas. As vacas foram divididas em manutenção (4) e desempenho (12) até os 90 dias e igualmente dos 90 aos 180 dias pós-parto. Os bezerros foram distribuídos em 90 e 180 dias, sem a restrição alimentar. Foram utilizados oito animais como referência (quatro vacas e quatro bezerros). A dieta foi composta por silagem de milho (SM) e concentrado, com relação volumoso:concentrado de 70:30 para as vacas, sendo a SM fornecida *ad libitum* juntamente com 0,5 kg/dia de concentrado para os bezerros. Os consumos de matéria seca e dos nutrientes foram calculados semanalmente a partir da análise laboratorial dos alimentos fornecidos e das sobras. A produção de leite foi determinada semanalmente pelo método de pesagem dos bezerros antes e após a mamada. Ensaio de digestibilidade foram feitos a cada período de 28 dias (vacas) e outros dois para os bezerros. A excreção fecal foi determinada utilizando a fibra em detergente neutro indigestível (FDN<sub>i</sub>) como indicador. Pesagens dos animais foram efetuadas a cada 28 dias. Foi realizada ordenha manual a cada período de 28 dias para mensuração dos teores de gordura, proteína e lactose do leite. A concentração de energia expressa em NDT foi calculada a partir das digestibilidades dos nutrientes. A concentração de energia digestível foi obtida pela equação  $ED \text{ (Mcal/Kg)} = 5,65 \times PB_D + 9,39 \times EE_D + 4,15 \times FDN_D + 4,15 \times CNF_D$ . Os conteúdos corporais de proteína, energia e minerais foram estimados pelo equação  $Y = a \cdot X^b$ , sendo X o peso de corpo vazio (PCVZ) e a e b os parâmetros da equação alométrica. Foram obtidas

relações médias de 0,894 para PCVZ/PC e de 0,936 para GPCVZ/GPC das vacas e 0,9622 e 0,958 para PVCZ/PC e GPCVZ/GPC, para os bezerros, respectivamente. As exigências líquidas de energia para manutenção das vacas ( $EL_m$ ) foram de 97,84 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup> e as de energia metabolizável para manutenção ( $EM_m$ ) foram de 140,17 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>. As eficiências de utilização da energia para manutenção e ganho de peso foram, respectivamente, 0,70 e 0,44. Os conteúdos corporais de proteína e minerais, exceto cálcio, diminuíram com o aumento do PC enquanto os de energia aumentaram. O leite das vacas Nelore apresentou teores médios de 3,71, 3,88 e 4,74%, respectivamente, para proteína bruta, gordura e lactose. Conclui-se que as exigências de  $EL_m$  para lactação de vacas Nelore são de 97,84 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>, enquanto que as de  $EM_m$  são de 140,17 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>, que as exigências de proteína metabolizável são de 52,8 g/kg de leite e que para produzir 1 kg de leite com 4% de gordura, vacas Nelore necessitam de 0,300 kg de NDT. Para os bezerros, as exigências líquidas de proteína e energia aumentaram com o aumento do peso corporal, enquanto as de cálcio diminuíram. As exigências de proteína metabolizável para ganho de 1 kg de PC foram de 216,96 e 261,98g para bezerros de 100 e 200 kg, respectivamente. Recomenda-se utilizar as seguintes equações para estimar os conteúdos corporais de bezerros Nelore lactentes: Proteína (g/dia) =  $0,135 \times PCVZ^{1,0351}$ ; Energia (Mcal/dia) =  $1,1798 \times PCVZ^{1,1805}$ ; Ca (g/dia) =  $0,091 \times PCVZ^{0,6019}$ ; P (g/dia) =  $0,00894 \times PCVZ^{0,9629}$ ; Na (g/dia) =  $0,00126 \times PCVZ^{0,9791}$ ; Mg (g/dia) =  $0,000405 \times PCVZ^{0,9827}$ ; K (g/dia) =  $0,00165 \times PCVZ^{0,9364}$ .

## ABSTRACT

FONSECA, Mozart ALVES, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July 2009.

**Nutritional requirements of Nelore cows and calves, from birth to weaning.** Advisor: Sebastião de Campos Valadares Filho. Co-advisors: Pedro Veiga Rodrigues Paulino and Edenio Detmann.

The experiment was conducted to determine the nutritional requirements (energy, protein, macro minerals) of Nelore cows and their calves from birth to six months of age. A total of 40 Nelore, 20 cows and 20 calves, with average initial weight of  $362 \pm 25$  and  $30 \pm 3$  kg, respectively, were used. The calves were fed individually for periods of 90 to 180 days after calving cows. The cows were divided into maintenance (4) and performance (12) up to 90 days and also from 90 to 180 days postpartum. The calves were divided into 90 and 180 days, without food restriction. Eight animals were used as reference (four cows and four calves) The diet consisted of corn silage (CS) and concentrated with forage to concentrate ratio of 70:30 for the cows, and the CS provided *ad libitum* together with 0,5 kg / day of concentrate to calves. The intake of dry matter and nutrients were calculated weekly from the laboratory analysis of food provided and leftovers were computed and discounted. Milk production was determined weekly by the method of weigh-suckle-weigh . Digestibility trials were carried out every 28 days (cattle) and another two for the calves. Fecal excretion was determined using the neutral detergent fiber indigestible (iNDF) as an indicator. Animals weights were taken every 28 days. Milking was performed every 28 days to measure the levels of fat, protein and lactoses in milk. The energy concentration, expressed in TDN was calculated from the nutrients digestibilities. The diet energy concentration was obtained by the equation  $DE$  (Mcal / kg) =  $5.65 \times CPD + 9.39 \times EED + 4.15 \times NDFD + 4.15 \times DNFC$ . The content of protein, energy and minerals were estimated by the equation  $Y = a \cdot X^b$ , where X is the empty body weight (EBW) and, a and b are the parameters of the allometric equation. Relations were obtained for average 0.894 (EBW / BW) and 0.936 (EBW / BWG) for cows and 0.9622 (EBW / BW) and 0.958 (EBW / BWG) for calves, respectively. The net energy for maintenance of cows ( $NE_m$ ) were  $97.84 \text{ kcal/EBW}^{0.75}$  and the metabolizable energy for maintenance ( $EM_m$ ) were  $140.17 \text{ kcal/EBW}^{0.75}$ . The efficiencies of energy uses for

maintenance and weight gain were respectively 0.70 and 0.44. The content of protein and minerals, except calcium, decreased with the increase in BW while the energy increased. The milk of cows had average contents of 3.71, 3.88 and 4.74%, respectively, for crude protein, fat and lactoses. We conclude that the requirements for  $NE_m$  lactation of cows are  $97.84 \text{ kcal/PCVZ}^{0.75}$ , while  $ME_m$  are  $140.17 \text{ kcal/PCVZ}^{0.75}$ , the metabolizable protein requirements are 52, 8 g / kg of milk and to produce 1 kg of milk with 4% fat, nursing Nellore cows needs of 0.300 kg of TDN. For calves, the net requirements of protein and energy increased with increasing body weight, while the calcium decreased. The metabolizable protein requirements for gain of 1 kg BW were 216.96 and 261.98 g for calves with 100 and 200 kg respectively. It is recommended to use the following equations to estimate the body content of Nelore infants: Protein (g / day) =  $0.135 \times \text{PCVZ}^{1.0351}$ ; Energy (Mcal / day) =  $1.1798 \times \text{PCVZ}^{1.1805}$ ; Ca (g / day) =  $0.091 \times \text{PCVZ}^{0.6019}$ , P (g / day) =  $0.00894 \times \text{PCVZ}^{0.9629}$ ; Na (g / day) =  $0.00126 \times \text{PCVZ}^{0.9791}$ , Mg (g / day) =  $0.000405 \times \text{PCVZ}^{0.9827}$ ; K (g / day) =  $0.00165 \times \text{PCVZ}^{0.9364}$ .

## INTRODUÇÃO GERAL

A pecuária bovina representa porção significativa do PIB do país (cerca de 7% segundo relatório do CEPEA, 2009). A sua importância vai além de apenas representatividade na balança comercial brasileira. Estima-se que o segmento gere mais de sete milhões de empregos em toda a sua cadeia.

O rebanho bovino brasileiro é considerado o maior rebanho comercial do mundo. Segundo Franco & Brumatti (2007), está estimado em 207 milhões de cabeças com abate anual girando em torno de 45 milhões de animais e produção estimada em 9,2 milhões de toneladas de carcaça. Apesar disso, verificam-se ainda índices produtivos e econômicos pouco representativos de uma pecuária desenvolvida.

Cerca de 85% do rebanho nacional seriam compostos por bovinos de corte e destes 80% seriam zebuínos (Franco & Brumatti, 2007). Segundo Sainz (2006), o Nelore, com mais de 100 milhões de cabeças, tornou-se a principal raça destinada à produção de carne dentro do território nacional, em virtude de sua adaptabilidade a condições de criação em ambientes tropicais, tais como a oferta alimentar irregular, seja quali ou quantitativamente. Mesmo com a presença de animais mais rústicos e adaptados às condições de criação típicas de ambiente tropical, a eficiência produtiva e econômica dos sistemas de produção de bovinos de corte no Brasil é altamente dependente de medidas racionais de manejo alimentar desses animais, pois esta representa a fração de maior custo no processo de produção de carne.

A importância do setor de criação na eficiência de produção de bovinos de corte não pode ser subestimada. Cerca de 31% do rebanho de bovinos de

corde são representados por vacas de corte (Calegare, 2004) e cerca de 70-75% de toda a energia requerida para produção de carne é usada para funções vitais envolvidas com a manutenção das vacas (Ferrel & Jenkins, 1985). Estas podem variar cerca de 20 a 30% em relação as diferenças genéticas de diferentes cruzamentos, sendo características de moderada a alta herdabilidade (Carstens et al., 1988). O requerimento total de manutenção é função do consumo de energia metabolizável para uma não alteração da energia ou escore corporal. Assim ferramentas de seleção poderiam ser adotadas no sentido de utilizar animais que possuíssem menores requerimentos de manutenção (Di Constanzo et al., 1991) e mais eficientes, sem necessariamente serem aqueles de maiores ganhos, onde se encaixam os animais da raça Nelore.

O rebanho de cria, ou seja, o par vaca:bezerro, utiliza cerca de 65 – 75% da energia requerida por todo o sistema de produção, considerando-se uma situação de ciclo completo. Portanto, ao redor de 50% de toda a energia requerida para produzir carne é usada para a manutenção das vacas. Desta forma, o conhecimento das exigências nutricionais das matrizes e de suas respectivas crias torna-se indispensável dada a diversidade de condições que se verifica no Brasil em comparação com outros países, e até dentro do próprio País, (espécie, raça e idade dos animais, disponibilidade e qualidade de alimentos, além das peculiaridades das regiões geográficas e épocas do ano).

O conhecimento das exigências nutricionais do rebanho nacional é condição essencial para a melhoria do desempenho produtivo do rebanho e para gerar incrementos na lucratividade dos sistemas de produção de carne bovina.

Apesar da sua importância na nutrição de bovinos de corte, o Brasil ainda está estabelecendo suas normas nacionais de exigências nutricionais, o que foi feito há vários anos nos países desenvolvidos. A adoção de tabelas estrangeiras de exigências nutricionais em condições brasileiras não tem gerado resultados condizentes com a realidade produtiva do país, visto que os trabalhos que procuraram validar tais sistemas nutricionais em condições tropicais não geraram resultados satisfatórios (Lanna et al., 1994; Lana et al., 2002; Backes, 2003; Vittori, 2003; Gesualdi Júnior et al., 2005).

Portanto, aprimorar as exigências nutricionais do rebanho nacional significa oferecer à sociedade brasileira tecnologia de produção gerada sob condições brasileiras, notadamente distintas daquelas presentes em países de clima temperado.

Conforme descrito pelo sistema BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006), diversos países estabeleceram as normas nutricionais de seus rebanhos de corte, levando em consideração as suas realidades: França em 1978 (INRA, 1978), Inglaterra em 1965 (ARC, 1965), Reino Unido em 1980 (ARC, 1980) e 1993 (AFRC, 1993), Estados Unidos em 1917 e Austrália em 2007 (CSIRO, 2007). O sistema americano (NRC) já passou por sete revisões e atualizações, sendo a última em 2000 (NRC, 2000), quando novos avanços obtidos no estudo das exigências nutricionais dos animais foram incorporados. O Brasil, no entanto, editou a primeira versão da tabela de exigências nutricionais para zebuínos somente em 2006 (Valadares Filho et al., 2006). O sistema BR-CORTE utilizou, para calcular as exigências nutricionais, dados individuais de 187 animais, sendo 116 machos não-castrados, 59 machos castrados e 12 fêmeas. Percebe-se, portanto, que ainda não existem dados compilados

oriundos de vacas Nelore lactantes, bem como de bezerros na fase de pré-desmama.

Avaliando os resultados publicados na literatura nacional sobre as exigências nutricionais, observa-se que a maioria das pesquisas foram efetuadas com animais em terminação e recria, utilizando machos não-castrados - zebuínos e cruzados Zebu x Europeu (Ferreira et al., 1999; Paulino et al., 1999; Vêras et al., 2000, 2001; Bulle et al., 2002; Silva et al., 2002; Veloso et al., 2002), havendo poucos trabalhos com machos castrados (Lana et al., 1992; Fontes, 1995; Paulino et al., 2004) e poucos resultados com fêmeas de corte (Marcondes et al., 2007) em crescimento. Da mesma forma, trabalhos nacionais envolvendo a quantificação das exigências nutricionais de bezerros de corte em crescimento na fase de pré-desmama (0 – 8 meses), bem como de fêmeas bovinas gestantes e/ou em lactação são escassos (Calegare, 2004).

Parte da escassez das informações em relação a vacas lactantes reside na dificuldade da estimação dos componentes manutenção. Segundo Webster (1979), de maneira geral e sucinta, as exigências energéticas do animal compreendem a manutenção e produção, que por sua vez, inclui: crescimento, terminação, lactação e prenhez (quando o animal está prenhe e no terço final da gestação, fase na qual o crescimento do feto é significativo e altera efetivamente os requerimentos nutricionais da vaca). Além da dificuldade em relação aos vários *outputs*, a determinação deles ainda é um empecilho.

Dentre as possíveis fontes de alteração nos requisitos nutricionais dos animais pode-se destacar a idade, peso, espécie, raça, classe sexual, atividade muscular, condição fisiológica, nível de ingestão alimentar e o clima (Garret,

1980). Algumas dessas características morfológicas respondem por grande variação nos requerimentos nutricionais como, por exemplo, o tamanho e atividade visceral. Fisiologicamente, também se observam diferenças na atividade metabólica dos tecidos que compõem o corpo do animal. Embora o fígado e o trato gastrointestinal (TGI) representem apenas 8 a 14% do peso do animal, a energia consumida por esses tecidos representa cerca de metade dos requerimentos para manutenção (Seal & Reynolds, 1993), isso porque possuem alta atividade metabólica em função da alta taxa de *turnover* protéico e transporte iônico ativo. O balanço síntese/degradação mobiliza grande aporte energético principalmente em órgãos que, sabidamente, apresentam alta taxa de reciclagem protéica. Nestes órgãos, o fluxo sanguíneo e o consumo de oxigênio são indicadores da acentuada atividade metabólica. Isto estaria relacionado com o consumo de matéria seca visto que a atividade digestiva (absorção e metabolismo), a manutenção da estrutura do epitélio intestinal, a manutenção das atividades do sistema imune e as atividades celulares como metabolismo e síntese de novos compostos, são maiores em situações de maiores consumos.

A demanda dos diferentes órgãos é quem define a partição de utilização dos nutrientes sejam para síntese ou para catabolismo (Reynolds, 2002). Sendo assim, tecidos com alta taxa metabólica têm prioridade no suprimento. Para vacas em lactação, o tecido do úbere (glândulas mamárias) seria um destes tecidos com prioridade de alocação de nutrientes. O suprimento de nutrientes para esses tecidos seria determinado pelo fluxo sanguíneo e pela concentração de nutrientes, e a utilização de aminoácidos estaria relacionada à capacidade de síntese de proteína no tecido mamário (Metcalf et al., 1996).

Associando este fato à maior produção de calor por vacas em lactação Reynolds & Tyrrel (2000) evidenciaram que as exigências de manutenção desses animais seriam superiores às de animais não-lactantes, em torno de 22 a 41%.

Outro aspecto relevante é o tamanho corporal, que também pode ter influência nas exigências nutricionais. Ferrel & Jenkins (1984) constataram que as vacas de maior tamanho corporal apresentaram maiores exigências tanto no período de lactação quanto no período seco, e estas por sua vez produziram filhos mais exigentes. Esses autores verificaram que bezerros filhos de vacas com maior produção de leite consumiam menos ração. Isso se revela como ferramenta extremamente importante no que diz respeito à adoção de tecnologias em sistema de cria que possuem caracteristicamente alto custo de produção associado a menores rentabilidades.

Jenkins & Ferrel (1993) observaram que vacas que consumiam menos, desmamavam bezerros mais leves, porém foram mais eficientes na quantidade de energia consumida por quilograma de bezerro produzido.

Outro problema na determinação das exigências nutricionais dessa categoria é que, geralmente, estes dados são obtidos em experimentos de abate comparativo que além laboriosos, ainda trazem o ônus do descarte da carcaça visto que os constituintes músculo e gordura devem ser moídos conjuntamente para composição da carcaça. Com isso o processo torna-se bastante oneroso.

Dentre as dificuldades intrínsecas de experimentos para determinação das exigências nutricionais, o envolvimento de vacas e bezerros remete a necessidade da mensuração da produção de leite, tanto para o output

energético da vaca como para o input no consumo de energia metabolizável do bezerro.

A mensuração da produção de leite pode ser feita de forma direta e indireta, e dentre as formas mais comuns de mensuração da produção de leite podem ser citadas a ordenha manual (Gifford, 1953), pesagem do bezerro após a mamada (Knapp & Black, 1941), ordenha mecânica após aplicação de ocitocina (Anthony et al., 1959), concentração de monóxido de deutério (Freetly, 2006), dentre outros.

O potencial genético para produção de leite e crescimento são positivamente correlacionadas com  $EM_m$  quando avaliadas entre cruzamentos em condições normais de manejo (Ferrel & Jenkins, 1985).

Ferrel & Jenkins (1984) relataram que a EM para manutenção de vacas adultas não prenhes e não-lactantes variou tanto com o peso adulto quanto com o potencial de produção de leite.

Com o conhecimento da produção de leite estabelece-se a quantidade de energia excretada via leite que, por conseguinte, nos permitiria estimar quando seria o momento de suplementar os bezerros, ou seja, quando o leite não esta mais conseguindo suprir as necessidades dos bezerros para determinado ganho de peso almejado.

Diante do que foi exposto, objetivou-se com este trabalho:

- Estimar as exigências nutricionais (energia, proteína e macrominerais) de vacas de corte em lactação e de bezerros de corte na fase de pré-desmama (0-6 meses).

## LITERATURA CITADA

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: 1980. 351p.
- ANTHONY, W. B.; PARKS, P. F.; MAYTON, E. L.; BROWN, L. V.; STERLING, J. G.; PATTERSON, T. B. A new technique for securing milk production data for beef cows nursing calves in nutrition studies. *J. Ani. Sci.* 18: 1541, 1959.
- BACKES, A.A. **Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais, para bovinos mestiços leiteiros e zebu, castrados, em fase de recria e engorda, em confinamento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 97p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- BULLE, M.L.M.; RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R. et al. Exigências líquidas de energia e proteína de tourinhos de dois grupos genéticos alimentados com dietas de alto teor de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1(supl. 1), p.436-443, 2002.
- CALEGARE, L.N.P. **Exigências e eficiência energética de vacas de corte Nelore e de cruzamentos Bos taurus x Nelore**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2004, 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 2004.
- CARSTENS, G. E., JHONSON, D. E.; JHONSON, K.A.; HOTOVOY, S. K.; SZYMANSKI, T. J. Genetic variation in energy expenditures of monozygous twin beef cattle at 9 and 20 months of age. In: *Energy Metabolism of Farm Animals, Proc. 11th Symposium*. 1988. EAAP Publ. No. 43:72.
- CEPEA. Centro de Estudos avançados em economia aplicada. Acessado em 14/05/2009. Disponível em: [www.cepea.esalq.usp.br/boi/](http://www.cepea.esalq.usp.br/boi/)
- CHIZZOTTI, M.L. **Exigências Nutricionais de Bovinos Nelore, Puros e Cruzados, de Diferentes Classes Sexuais**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 101p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION – CSIRO. **Nutrients requirements for Domestic Ruminants**. Victoria: 2007. 266p.
- DiCONSTANZO, A.; MEISKE, J. C.; PLEGGE, S. D. Characterization of energetically efficient and inefficient beef cows. *J. Animal Sci.*, 1991. 69:1337.
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.352-360, 1999.

- FERRELL, C.L. Sources of variation in animal energy expenditures. In: INTERNACIONAL WORKSHOP ON MODELLING OF RUMINANT DIGESTION AND METABOLISM, 2., 1984, Davis. **Proceedings...** Davis: University of California, 1984. p.100-105.
- FERRELL, C.L., JENKINS, T.G. Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, v.61, n.2, p.725-741, 1985.
- FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.419-455, 1995.
- FOX, D.G.; BLACK, J.R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.725-739, 1984.
- FRANCO, G.L.; BRUMATI, R. C. Cadeia produtiva da carne bovina. In: OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M.T.A.F. (Ed.). **Bovinocultura de corte: desafios e tecnologias**. 1 ed. UFBA, 2007. p. 9-22.
- FREETLY, H. C.; NIENABER, J. A.; BRANDL, T. B. Partitioning of energy during lactation of primiparous beef cows. *Journal of Animal Science*, 84: 2157-2162. doi: 10.2527/jas.2005-534.
- GARRETT, W.N. Energy utilization by growing cattle as determined in 72 comparative slaughter experiments. In: SYMPOSIUM OF ENERGY METABOLISM, 8., 1980, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge: Butterworths, 1980. p.3-7.
- GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.766-778, 1984.
- GESUALDI JÚNIOR, A.; QUEIROZ, A.C.; RESENDE, F.D. et al. Validação dos sistemas VIÇOSA, CNCPS e NRC para formulação de dietas para bovinos Nelore e Caracu, não-castrados, selecionados em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.997-1005, 2005.
- GIFFORD, W. Records performance tests for beef cattle in breeding herds. Milk production, milk production of dams and growth of calves. *Ark. Agr. Exp. Bull.* 531.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE – INRA. 1988. *Alimentation des bovines, ovins, et caprins*. JARRIGE. R. (Ed.) Paris: INRA.
- JENKINS, T. G.; FERREL, C. L. Conversion efficiency trough weaning of nine breeds of cattle. **Beef Research, Progress Report**, n.4, p. 156-157, 1993.
- JUNQUEIRA, J.O.B.; VELLOSO, L.; FELÍCIO, P.E. Desempenho, rendimentos de carcaça e cortes de animais, machos e fêmeas, mestiços Marchigiana x Nelore, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1199-1205, 1998.
- KNAPP, B.; BLACK, W. H. Factors influencing the rate of gain in beef calves during the suckled period. *J. Agr. Res.* 63:249.

- LANA, R.P.; GOMES JÚNIOR, P. Sistema de suplementação alimentar para bovinos de corte em pastejo. Validação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.451-459, 2002 (suplemento).
- LANA, R.P.; FONTES, C.A.A.; PERON, A.J. et al. Composição corporal e do ganho de peso e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K), de novilhos de cinco grupos raciais. 2. exigências de energia e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.3, p.528, 1992.
- LANNA, D.P.D.; BOIN, C.; FOX, D.G. Validação do CNCPS e do NRC (1984) para estimativa dos requerimentos nutricionais e desempenho de zebuínos em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.480.
- MARCONDES, M.I. **Desempenho de bovinos Nelore alimentados individualmente ou em grupo, exigências nutricionais e avaliação protéica de alimentos para ruminantes.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 136p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- METCALF, J. A.; WRAY-CAHEN, D.; CHETTLE, E. E. et al. The effect of dietary crude protein as protected soybean meal on mammary metabolism in the lactating dairy cow. *Journal of Animal Science*, v. 79, p. 603-611, 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 2001. 381p.
- PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Composição corporal e exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.627-633, 1999.
- PAULINO, P.V.R., COSTA, M.A.L., VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências nutricionais de zebuínos: energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.781-791, 2004.
- SAINZ, R.D.; BARIONI, L.G.; PAULINO, P.V.R. et al. Growth patterns of Nelore vs. British beef cattle breeds assessed using a dynamic, mechanistic model of cattle growth and composition. In: KEBREAB, E.; DIJKSTRA, J.; BANNINK, A.; GERRITS, W.J.J.; FRANCE, J. (Eds.) **Nutrient digestion and utilization in farm animals: modeling approaches.** Cabi Publishing, 480p., 2006.
- SEAL, C. J., & C. K. REYNOLDS. Nutritional implication os gastrointestinal and liver metabolism in rumimnats. *Nutritional Research Reviews*, v.6, p. 185-208, 1993.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Exigências líquidas de aminoácidos para ganho de peso de Nelores não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.765-775, 2002.

- VANDERWERT, W.; BERGER, L.L.; McKEITH, F.K. et al. Influence of zeranol implants on growth, behaviour and carcass traits in Angus and Limousin bulls and steers. **Journal of Animal Science**, v.61, p.310-319, 1985.
- VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências Nutricionais de Zebuínos e Tabelas de Composição de Alimentos – BR – CORTE**. 1. ed. – Viçosa : UFV, DZO, 2006. 142p.
- VELOSO, C.M.; VALADARES FILHO, S.C.; GESUALDI JÚNIOR, A. et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos F1 Limousin x Nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1286-1293, 2002.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.V; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore não-castrados alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.8, p.2379-2389, 2000.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.V; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Predição da composição corporal e dos requisitos de energia e proteína para ganho de peso de bovinos não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3s, p.1127-1134, 2001.
- VITTORI, A. **Desempenho produtivo e características da carcaça de bovinos de diferentes grupos raciais, castrados e não-castrados**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 95p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- WEBSTER, A. J. F. Energy metabolism and requirements. In: CURCH, D. C. (Ed.). **Digestive physiology and nutrition of ruminants**. 2 ed. Oregon: Book Stores, 1979. p. 210-229.

## Exigências nutricionais de vacas Nelore primíparas lactantes

**RESUMO** - O presente trabalho foi conduzido para avaliar as exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais de vacas Nelore em lactação no período de 0 a 180 dias. Utilizaram-se 20 vacas primíparas com peso corporal médio ao parto de  $362 \pm 25$  kg. Quatro vacas foram abatidas logo após o parto e foram consideradas como grupo referência. Do parto aos 90 dias quatro vacas receberam alimentação restrita em 1,5% do peso corporal (PC) em matéria seca (MS) e 12 foram alimentadas à vontade. Aos 90 dias do pós parto foram abatidas oito vacas (quatro de manutenção e quatro de consumo voluntário). Dos 90 aos 180 dias quatro vacas foram realocadas para manutenção (1,8% PC em MS) e quatro continuaram em consumo voluntário, sendo todas abatidas ao final do período. A dieta foi composta de 70% de silagem de milho e 30% de concentrado na base da MS. Seis ensaios de digestibilidade foram conduzidos a cada 28 dias, utilizando a fibra em detergente neutro indigestível (FDN<sub>i</sub>) para estimar a excreção fecal. Depois do abate todas as vacas tiveram suas meias-carcaças direitas dissecadas. Os conteúdos corporais de proteína, energia e minerais foram estimados pelo equação  $Y = a \cdot X^b$ , sendo X o peso de corpo vazio (PCVZ) e a e b os parâmetros da equação. Foram obtidas relações médias de 0,894 para PCVZ/PC e de 0,936 para GPCVZ/GPC. As exigências líquidas de energia para manutenção (EL<sub>m</sub>) foram de 97,84 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup> e as de energia metabolizável para manutenção (EM<sub>m</sub>) foram de 140,17 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>. As eficiências de utilização da energia para manutenção e ganho de peso foram, 0,70 e 0,44, respectivamente. Os conteúdos corporais de proteína e minerais, exceto cálcio, diminuíram com o aumento do PC enquanto os de energia aumentaram. O leite das vacas Nelore apresentou teores médios de 3,71, 3,88 e 4,74%, respectivamente, para proteína bruta, gordura e lactose. Conclui-se que as exigências de EL<sub>m</sub> para lactação de vacas Nelore são de 97,84 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>, enquanto as de EM<sub>m</sub> são de 140,17 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>, e as exigências de proteína metabolizável são de 52,8g. Para produzir 1 kg de leite com 4% de gordura, vacas Nelore necessitam de 0,300 kg de NDT.

**Palavras-chave:** eficiência de lactação, energia do leite, energia líquida, proteína metabolizável.

## Nutritional requirements of primiparous lactating Nellore cows

**ABSTRACT**-This study was conducted to evaluate the nutritional requirements of protein, energy and macro minerals of primiparous lactating Nellore cows from 0 to 180 days after calving. A total of 20 lactating primiparous cows with average body weight at calving of  $362 \pm 25$  kg. Four cows were slaughtered soon after calf's birth and were considered as reference group. From calving to 90 days *post partum* four cows were fed restricted at 1.5% of body weight (BW) in dry matter (DM) basis and 12 were fed *ad libitum*. At 90 days *post partum* were slaughtered eight cows (four for maintenance and voluntary intake). From 90 to 180 days four cows were relocated for maintenance (1.8% BW in DM) and four remained in voluntary intake, and all were slaughtered at the end of the period. The diet was composed of 70% corn silage and 30% concentrate on DM basis. Six digestibility trials were conducted every 28 days, using the indigestible neutral detergent fiber (iNDF) to estimate the fecal excretion. After slaughtered, all the cows had their right half-carcasses dissected. The content of protein, energy and minerals were estimated by the equation  $Y = a \cdot X^b$ , where X is the empty body weight (EBW), and a and b are the parameters of the allometric equation. Relations were obtained for EBW / BW and EBWG / BWG were 0.894 and 0.936, respectively. The net energy for maintenance ( $NE_m$ ) were  $97.84 \text{ kcal/EBW}^{0.75}$  and the metabolizable energy for maintenance ( $ME_m$ ) were  $140.17 \text{ kcal/EBW}^{0.75}$ . The efficiencies of energy use for maintenance and gain were 0.70 and 0.44, respectively. The content of protein and minerals, except calcium, decreased with the increase in BW while the energy increased. The milk of cows had average contents of 3.71, 3.88 and 4.74%, respectively, for crude protein, fat and lactose. We conclude that the requirements for  $NE_m$  lactation of cows are  $97.84 \text{ kcal/EBW}^{0.75}$ , while  $ME_m$  are  $140.17 \text{ kcal/EBW}^{0.75}$ , and metabolizable protein requirements are 52.8 g to produce 1 kg of milk with 4% fat, and the TDN is 0.300 kg, for Nellore lactating cows.

**Keywords:** efficiency of lactation, milk energy, net energy, metabolizable protein.

## Introdução

O conhecimento das exigências nutricionais de vacas zebuínas em lactação constitui condição essencial para a melhoria do desempenho produtivo do rebanho e para gerar incrementos na lucratividade dos sistemas de produção de carne bovina. A importância do setor de cria na eficiência de produção de bovinos de corte não pode ser subestimada. Cerca de 31% do rebanho de bovinos de corte são constituídos por vacas (Calegare, 2004) e cerca de 70-75% de toda a energia requerida para produção de carne é usada para funções vitais envolvidas com a manutenção destes animais (Ferrel & Jenkins, 1985). O rebanho de cria, ou seja, o par vaca/bezerro, utiliza cerca de 65 - 75% da energia requerida por todo o sistema de produção, considerando-se de ciclo completo. Portanto, cerca de 50% de toda a energia requerida para produzir carne é usada para a manutenção das vacas. Desta forma, o conhecimento das exigências nutricionais das matrizes e de suas respectivas crias torna-se indispensável.

Portanto, o conhecimento das exigências nutricionais de vacas de corte em lactação permitirá construir informações extremamente relevantes que são a base de todos os outros sistemas de criação, pois estes dependem da cria para fornecimento de animais. Com isto, dietas mais adequadas poderiam ser balanceadas tentando minimizar os efeitos sazonais que interferem na quantidade e qualidade dos alimentos em regiões tropicais via atendimento adequado dos requerimentos nutricionais dos animais.

Desta forma, objetivou-se determinar as exigências de energia, proteína e macrominerais de vacas Nelore lactantes, do parto aos 180 dias de lactação.

## Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, de setembro de 2006 a maio de 2007, período compreendido do parto aos seis meses após o nascimento das respectivas crias.

Foram utilizadas 20 vacas Nelore primíparas (contemporâneas e adquiridas de um mesmo rebanho), com peso médio inicial (peso ao parto) de  $362 \pm 25$  kg e 24 meses de idade. Logo após o parto, um grupo de quatro vacas foi abatido para estimativa da composição corporal inicial dos animais que permaneceram no experimento (grupo referência). As outras 16 vacas permaneceram até os 90 dias, sendo 12 vacas do grupo desempenho, cuja alimentação foi fornecida *ad libitum*, e quatro vacas em manutenção, cuja oferta de MS foi limitada a 1,5% do peso corporal (PC). Aos 90 dias pós-parto foram abatidas oito vacas, sendo quatro do tratamento manutenção e quatro do desempenho. Dos oito animais restantes, quatro foram realocados para a manutenção, com oferta de matéria-seca (MS) de 1,8% do PC, e as outras quatro vacas mantiveram-se em desempenho (consumo voluntário).

Os animais foram mantidos em duas baias individuais adjacentes (cada par vaca e bezerro), sendo uma baia destinada à vaca e a outra ao bezerro em esquema de *creep feeding*; com piso de concreto, providas de comedouros e bebedouros individuais de concreto, com área total de 60 m<sup>2</sup>, sendo 16 m<sup>2</sup> cobertos. Adaptações foram feitas nas instalações de modo que as vacas não tivessem acesso ao conteúdo dos cochos dos bezerros e nem estes,

tampouco, ao conteúdo do cocho das vacas. Sendo assim, foi possível a mensuração do consumo individual diário das vacas e dos bezerros.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 07h00 e 16h00. A dieta fornecida às vacas foi formulada com base nas recomendações do NRC (2000) para vacas em lactação, sendo constituída de 70% de silagem de milho e 30% de concentrado, com base da MS. O concentrado foi constituído por milho grão (81,7%), farelo de soja (12,6%), sal mineral (2,7%) e uréia/sulfato de amônio 9:1 (3%), como pode ser visualizado na Tabela 1. A dieta foi fornecida duas vezes ao dia, de forma a manter as sobras em torno de 10% da quantidade ofertada para os animais alimentados *ad libitum*.

O consumo foi mensurado diariamente, sendo coletadas amostras do volumoso, do concentrado e das sobras. Essas amostras foram devidamente identificadas e armazenadas em freezer a -20°C. Ao final de cada semana, uma amostra composta foi elaborada e seca (60°C). Posteriormente, outra amostra composta representando o período de 28 dias foi realizada, a partir da proporção do consumo de matéria seca ao ar de cada semana daquele período.

Todas as amostras, exceto aquelas com menos de 15% de umidade, foram secas em estufa com circulação forçada (60°C) e moídas em moinho de facas, com peneira de 1 mm, sendo as amostras obtidas armazenadas em recipientes de plástico para posteriores análises laboratoriais.

Tabela 1 – Composição química da silagem de milho, do concentrado e da dieta experimental

Itens <sup>1</sup>	Silagem de Milho	Concentrado	Dieta
MS	33,06	84,67	48,54
MO <sup>2</sup>	92,00	95,61	93,08
PB <sup>2</sup>	6,31	19,24	10,19
PIDN <sup>3</sup>	18,40	7,86	15,24
PIDA <sup>3</sup>	13,31	7,59	11,59
EE <sup>2</sup>	3,56	3,91	3,67
FDN <sup>2</sup>	60,93	12,06	46,27
FDN <sub>p</sub> <sup>2</sup>	57,76	11,22	43,80
FDN <sub>cp</sub> <sup>2</sup>	55,80	11,04	42,37
CNF <sub>cp</sub> <sup>2</sup>	26,34	61,42	36,86
FDA <sup>2</sup>	38,70	5,35	28,70
FDA <sub>cp</sub> <sup>2</sup>	34,45	3,81	25,26
LIG <sup>2</sup>	5,51	1,85	4,41
Ca <sup>2,4</sup>	0,30	0,61	0,39
P <sup>2,4</sup>	0,19	0,44	0,27
FDN <sub>i</sub> <sup>2</sup>	22,26	1,80	16,12

<sup>1</sup>MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; FDN<sub>p</sub> = fibra em detergente neutro corrigida para proteína; FDN<sub>cp</sub> = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF<sub>cp</sub> = carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; LIG = lignina e FDN<sub>i</sub> = FDN indigestível.

<sup>2</sup>% base da MS; <sup>3</sup>% da proteína bruta; <sup>4</sup> Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos (Valadares Filho et al., 2006).

Foram realizados ensaios de digestibilidade, sendo os dias separados em períodos experimentais, 28 dias cada, com o intuito de facilitar a logística experimental. As fezes foram coletadas na terceira semana de cada um dos períodos de 28 dias, sendo obtidas pela manhã no primeiro e pela tarde no segundo dia da semana de digestibilidade, todas coletadas diretamente no piso das baias e logo após a defecação. As fezes foram acondicionadas em pratos de alumínio e secas em estufa com ventilação forçada (60<sup>0</sup>C) por 72 horas e, em seguida, moídas em moinho de facas (1 mm). Uma amostra composta foi obtida por animal, através das duas amostras de fezes, coletadas em cada

ensaio de digestibilidade. Repetiu-se tal procedimento a cada 28 dias, totalizando seis períodos de coletas de fezes.

Para quantificação da excreção fecal foi utilizada a fibra em detergente neutro indigestível (FDN<sub>i</sub>), sendo o teor de FDN<sub>i</sub> das amostras de fezes, bem como de alimentos (volumoso e ingredientes do concentrado) e das sobras obtido após incubação *in situ* por 264 horas (11 dias), conforme Casali et al. (2008).

Os animais foram pesados ao parto, data que marcou o início do experimento. Pesagens sucessivas foram efetuadas a cada 28 dias, sempre precedidas por jejum de sólidos por 16 horas. A diferença de dias nos partos foi corrigida de forma que todos os dados foram analisados em termos de dias ou semanas após o respectivo parto de cada animal.

Mensurações da produção de leite das vacas foram realizadas semanalmente, a partir da técnica de pesagem do bezerro antes e após a mamada, conforme McCarter et al. (1991). Os bezerros foram separados das vacas no dia anterior à pesagem e deixados em jejum. No dia da pesagem foram colocados novamente com as vacas, por cerca de 40 minutos, para que mamassem todo leite residual produzido no dia anterior. Após o período de amamentação, estes foram separados outra vez das vacas até as 12h00. Sequencialmente duas pesagens (antes e depois da mamada) foram realizadas às 12h00 e 18h00, obtendo-se assim por diferença de peso dos bezerros, a quantidade de leite produzida no período de 12 horas, que posteriormente foi corrigida para 24 horas. Para a determinação da composição química do leite, duas amostras de leite, por vaca e por coleta (correspondendo ao leite matinal e vespertino), foram obtidas manualmente, após a aplicação de

ocitocina na dose de 2 a 3 ml/animal/coleta, a cada 28 dias, e encaminhadas para o laboratório de análise na Embrapa Gado de Leite.

As avaliações dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total, extrato etéreo (EE) e minerais (MM) foram realizadas conforme Silva & Queiroz (2002). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido a partir do produto do N total pelo fator 6,25. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), utilizando-se amilase e omitindo-se sulfito, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA) foram obtidos de acordo com os protocolos descritos por Van Soest et al. (1991) e Licitra et al. (1996), respectivamente. Correções nos teores de FDN foram realizadas para que fossem computadas as frações que efetivamente contribuiriam com fornecimento de energia no sistema, sendo assim, a  $FDN_{cp}$  foi corrigida para cinzas e proteína ( $FDN_{cp}$ ). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como  $CNF = 100 - ((\%PB - \%PB \text{ derivada da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%cinzas)$ , segundo Hall (2000).

A concentração de energia da dieta expressa, em termos de NDT, foi calculada a partir das digestibilidades, segundo a fórmula recomendada pelo NRC (2001):  $NDT = PB_D + 2,25 \times EE_D + CNF_D + FDN_{cpD}$ , sendo que  $PB_D$ ,  $EE_D$ ,  $CNF_D$  e  $FDN_{cpD}$  significam, respectivamente, proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, carboidratos não-fibrosos digestíveis e fibra em detergente neutro (corrigida para cinzas e proteína) digestível. A concentração de energia digestível (ED) da dieta foi obtida através da equação proposta pelo NRC (2001):  $ED \text{ (Mcal/kg)} = 5,65 \times PBD + 9,39 \times EED + 4,15 \times FDN_{cpD} + 4,15 \times CNFD$ . Os valores de energia metabolizável (EM) da dieta foram calculados como  $EM = ED \times 0,82$ , (NRC, 2000).

Os animais foram abatidos por meio de concussão cerebral. Após o abate, o aparelho gastrointestinal de cada animal foi esvaziado e, juntamente com os órgãos, lavados. Os pesos foram somados aos das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e sangue) para quantificação do peso de corpo vazio (PCVZ). A relação obtida entre o PCVZ e o peso corporal (PC) dos animais referência foi utilizada para a estimação do PCVZ inicial dos animais que permaneceram no experimento. Dentro de cada faixa de idade de abate (90 e 180 dias) foi escolhido aleatoriamente um animal para representar o grupo dos quais foram retiradas amostras de cabeça e membros, para posteriores separação física do tecido mole, ossos e couro. O peso de corpo vazio (PCVZ) de cada animal foi obtido pelo somatório de todas as partes constituintes do corpo, mais o sangue.

Após o abate, a carcaça de cada vaca foi dividida em duas meias-carcaças, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a  $-5^{\circ}\text{C}$ , durante 18 horas. Decorrido este tempo, as meias-carcaças direitas foram retiradas da câmara fria, pesadas e dissecadas, separando-se os tecidos muscular, adiposo e ósseo. Em seguida, os tecidos musculares e adiposos foram moídos conjuntamente e os ossos serrados em serra elétrica. Ao final do procedimento, foram obtidas as amostras compostas de ossos da carcaça e músculo+gordura da carcaça. Os ossos da carcaça foram amostrados de forma proporcional às quantidades de ossos longos, vértebras e costelas. Posteriormente todas as amostras, devidamente processadas, foram encaminhadas ao laboratório para quantificação dos teores de proteína, gordura e minerais no corpo vazio.

As vísceras e os órgãos (rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, gordura interna, mesentério, fígado, coração, rins, pulmão, língua, baço, carne industrial, esôfago, traquéia e aparelho reprodutor) foram moídas integralmente em “*cutter*”, de forma conjunta, sendo considerada amostra composta de órgãos e vísceras.

Amostras de sangue foram coletadas imediatamente após o abate, acondicionadas em recipiente plástico e levadas à estufa de ventilação forçada, a 60°C, sendo, a seguir, processadas em moinho de bola e acondicionadas em recipientes para posteriores análises de MS, nitrogênio total e extrato etéreo, conforme Silva & Queiroz (2002).

As amostras compostas de órgãos e vísceras (200 g), de músculo+gordura (200 g), de couro (100 g), de ossos da carcaça (100 g), ossos dos pés (100 g), tendões (100 g), ossos da cabeça (200 g), tecido mole da cabeça (100 g), após seccionadas, foram acondicionadas em vidros com capacidade de 500 mL e levadas à estufa (105°C por 72 horas), obtendo-se assim a matéria seca gordurosa (MSG). Em seguida as amostras foram submetidas a lavagens sucessivas com éter de petróleo e, depois de grande parte da gordura ser removida, foram reencaminhadas para estufa a 105°C por pelo menos 16 horas. A diferença de peso forneceu o pré-desengorduramento ou a matéria seca pré-desengordurada (MSPD), cujo resultado foi adicionado ao EE residual na MSPD, para obtenção do teor total de gordura das amostras. Em seguida, essas amostras foram moídas em moinho de bola, para determinação dos teores de nitrogênio total, extrato etéreo e minerais, conforme Silva & Queiroz (2002). A partir da diferença entre a composição

inicial e final dos animais, determinou-se a quantidade de proteína e extrato etéreo retidos no corpo, o que permitiu determinar a energia retida.

Os conteúdos corporais de gordura, proteína e de cada macroelemento inorgânico (cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio) foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos e nas vísceras, no couro, no sangue, na cabeça (tecido mole e ossos), nos pés (tendões e ossos), e nas amostras da meia-carcaça direita.

A avaliação 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);

Y = gordura corporal (kg).

Os conteúdos de gordura, proteína, energia e de cada macromineral retidos no corpo das vacas lactantes foram estimados por meio de equações de regressão do conteúdo corporal destes constituintes, em função do PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$Y = a.X^b + e$ , em que:

Y = Conteúdo total de proteína (kg), gordura (kg), energia (Mcal) ou de cada macromineral (kg) retido no corpo vazio;

a e b = parâmetros de ajustamento da regressão do conteúdo de gordura, proteína, energia ou cada macromineral em função do PCVZ;

$X = \text{PCVZ};$

$e = \text{erro aleatório.}$

Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de energia, proteína e cada macromineral em função do PCVZ foram obtidas as equações de predição do conteúdo desses nutrientes por kg de ganho de PCVZ, que correspondem às exigências líquidas dos mesmos para ganho de um kg de PCVZ, sendo obtidas a partir de equação do tipo:  $Y' = a. b. X^{b-1}$ , em que:

$Y'$  = exigências de energia, proteína ou de cada macromineral no ganho de peso de corpo vazio;

$a$  e  $b$  = como descritos anteriormente;

$X = \text{PCVZ (kg).}$

A produção de calor em jejum ou as exigências de energia líquida para manutenção ( $EL_m$ ) foram estimadas como o coeficiente da equação da regressão não-linear entre PC ( $\text{kcal/PCVZ}^{0,75}$ ) e o CEM ( $\text{kcal/PCVZ}^{0,75}$ ) em que:

$$Y = a. e^{b. \text{CEM}}$$

$Y = \text{produção de calor (PC) em Kcal/PCVZ}^{0,75};$

$a = \text{intercepto (exigência de energia líquida para manutenção);}$

$X = \text{consumo de energia metabolizável CEM (kcal/PCVZ}^{0,75});$

A produção de calor foi calculada, subtraindo-se do consumo de energia metabolizável, a energia retida no ganho de peso e a energia secretada no leite. A energia secretada no leite foi calculada segundo a equação  $EL_m$  (Mcal/kg) =  $0,0929 \times \% \text{ GORD}_{\text{LEITE}} + 0,0547 \times \% \text{ PB}_{\text{LEITE}} + 0,0395 \times \% \text{ LACTOSE}_{\text{LEITE}}$ , segundo recomendações do NRC (2001).

A energia metabolizável de manutenção ( $EM_m$ ) foi calculada igualando-se a energia a zero na equação ER ( $Kcal/PCVZ^{0,75}$ ) = 61,958 – 0,44.CEM ( $Kcal/PCVZ^{0,75}$ ).

A eficiência de utilização da EM para manutenção ( $k_m$ ) foi calculada como:  $k_m = EL_m/EM_m$ . As exigências de energia digestível (ED) e NDT foram calculadas como ED = EM/0,82 e NDT = ED/4,409. As exigências de energia metabolizável para ganho ( $EM_g$ ) foram obtidas dividindo-se as exigências de energia líquida para ganho pela eficiência de utilização ( $k_g$ ). O  $k_g$  foi considerado como o coeficiente da regressão obtida entre a energia retida ( $Kcal/PCVZ^{0,75}$ ) e o consumo de energia metabolizável ( $Kcal/PCVZ^{0,75}$ ). As exigências de ED e NDT para ganho foram obtidas de forma semelhante às aquelas descritas para manutenção.

Para a conversão do PCVZ em PC, dentro do intervalo de pesos incluído no trabalho, calcularam-se as relações entre o PCVZ e o PC dos animais mantidos no experimento.

Para conversão das exigências líquidas de proteína para ganho de peso em exigências de proteína metabolizável para ganho de peso adotou-se a eficiência de 49,2%, conforme NRC (2000). As exigências de proteína metabolizável para manutenção ( $PM_m$ ) foram consideradas como 4,0 g/PC<sup>0,75</sup> (Valadares Filho et. al., 2006).

A produção de proteína bruta microbiana ( $PB_{mic}$ ) foi calculada considerando que a síntese microbiana seria de 120g/kg de NDT. As exigências de PDR foram calculadas como 1,11 x  $PB_{mic}$  (Valadares Filho et. al., 2006) e as exigências de PNDR foram obtidas como: PNDR = (Exigências totais de proteína metabolizável – ( $PB_{mic} \times 0,64$ ))/0,80.

As exigências líquidas de proteína para lactação foram consideradas como a quantidade de proteína verdadeira (PRV) secretada no leite, obtida como  $PB_{\text{leite}} \times 0,95$  (AFRC, 1993).

A eficiência de utilização da proteína para lactação ( $k_l$ ) foi considerada 0,67 conforme descrito no NRC (2001). Assim as exigências de proteína metabolizável para lactação foram obtidas dividindo-se a PRV/ $k_l$ .

## Resultados e Discussão

Para a obtenção do peso de corpo vazio inicial dos animais (PCVZ<sub>i</sub>) foi utilizada a relação média PCVZ/PC obtida no grupo referência. A relação média encontrada no experimento foi de 0,894, que é bem próxima dos valores adotados pelo NRC (2000) de 0,891 e pelo sistema BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006) de 0,896.

Para a conversão das exigências para ganho de PCVZ (GPCVZ) em exigências para ganho de peso corporal (GPC), foi encontrado valor médio de 0,936, que é bem próximo ao indicado no BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006) de 0,933, e levemente inferior ao citado pelo NRC (2000) de 0,956.

As exigências de energia líquida para manutenção (EL<sub>m</sub>) foram obtidas pela equação  $PC = 97,84 e^{0,0024 \cdot CEM}$ ,  $s_{XY} = 0,5578$  cuja representação gráfica encontra-se na Figura 1.

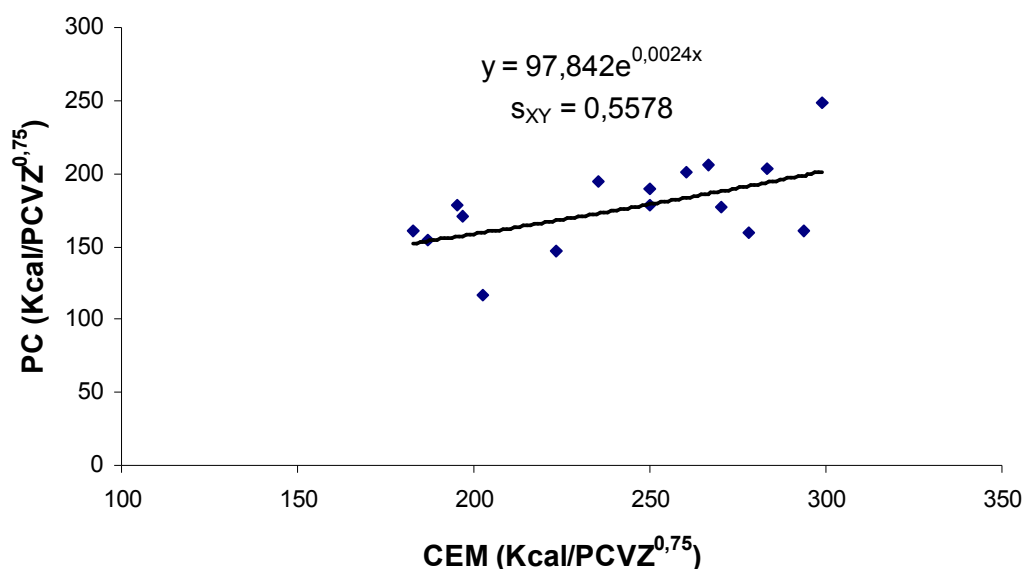


Figura 1 – Produção de calor em função do consumo de energia metabolizável

O intercepto da equação representa as exigências de energia líquida para manutenção. Já as exigências de energia metabolizável para manutenção foram calculadas igualando-se a energia retida a zero na equação:  $ER (Kcal/PCVZ^{0,75}) = 61,958 - 0,442 CEM (Kcal/PCVZ^{0,75})$ , resultando no valor de  $EM_m = 140,17 \text{ kcal/kg}^{0,75}$ . Assim, a eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção ( $k_m$ ) foi de 0,70 (97,84/140,17).

Freetly et al. (2006) encontraram  $EM_m$  de 146 kcal/PC<sup>0,75</sup>, e eficiência de conversão da EM para EL<sub>I</sub> de 72%. A eficiência de mobilização foi de 78%.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso ( $k_g$ ) foi obtida através da equação de regressão entre a energia retida e o consumo de energia metabolizável, conforme apresentado na Figura 2, sendo o  $k_g$  igual a 0,44. Flatt et al. (1967) encontraram  $k_g$  de 0,64. Porém na literatura encontram-se os mais variados  $k_g$ , o que dificulta muito a adoção de um valor único.

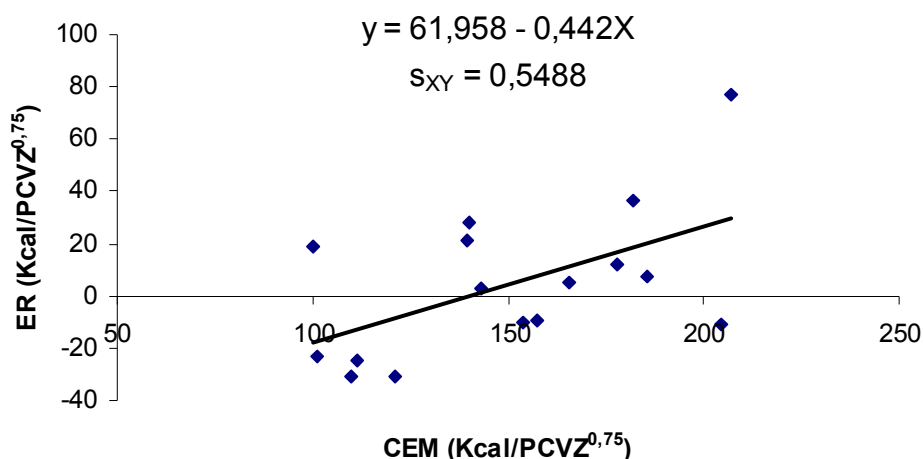


Figura 2 – Energia retida em função do consumo de energia metabolizável

O consumo das vacas na manutenção foi superior na segunda metade do experimento (manutenção 180 dias). Estes foram animais que ficaram em desempenho até aos 90 dias de lactação e após este período foram remanejados para alimentação em nível de manutenção (Tabela 2).

Estes animais tiveram as condições necessárias para a recuperação do PC após a grande perda de peso no pós-parto. Talvez por essa razão tenha ocorrido a estabilização do peso na condição de manutenção.

Tabela 2 - Consumos médios e ganho médio diário de peso corporal de vacas Nelore lactantes.

Itens	Consumos					
	MS (Kg/dia)	MS (%PC)	NDT (Kg/dia)	EM (Kcal/PCVZ <sup>0,75</sup> )	EM (Mcal/dia)	GMD (kg/dia)
A <sup>1</sup>	8,64 ± 0,39	2,44 ± 0,06	5,97 ± 0,32	280,20 ± 8,02	21,02 ± 1,15	0,278 ± 0,07
B <sup>2</sup>	5,77 ± 0,13	1,61 ± 0,01	4,06 ± 0,08	190,20 ± 3,41	14,29 ± 0,31	-0,328 ± 0,03
C <sup>3</sup>	9,69 ± 0,23	2,33 ± 0,04	6,54 ± 0,20	270,28 ± 9,02	23,07 ± 0,73	0,372 ± 0,05
D <sup>4</sup>	6,88 ± 0,43	1,79 ± 0,02	5,24 ± 0,36	227,88 ± 10,06	18,43 ± 1,32	-0,068 ± 0,03

A<sup>1</sup>Consumo Voluntário de 0 a 90 dias; B<sup>2</sup>Consumo restrito à manutenção de 0 a 90 dias; C<sup>3</sup>Consumo voluntário de 90 aos 180 dias; D<sup>4</sup>Consumo restrito à manutenção de 90 a 180 dias; MS= Consumo de matéria seca; NDT = Consumo de Nutrientes Digestíveis Totais; EM = Consumo de Energia Metabolizável; GMD = ganho médio diário.

Na condição de manutenção, os animais consumiram 1,6% e 1,8% do PC em MS, para 90 e 180 dias, respectivamente. Porém observou-se intensa perda de peso nos primeiros 90 dias o que levaria a uma retenção negativa de energia. Em experimentos de exigências nutricionais essas retenções não seriam tão problemáticas porque estariam auxiliando a definição ou ajustamento de uma curva que contemple diferentes níveis de energia possibilitando uma maior extrapolação dos dados. Observaram-se perdas da ordem de 330 g/dia nos primeiros 90 dias, sendo essa estabilizada após esse período.

O consumo de energia metabolizável (CEM), tanto por peso de corpo vazio metabólico quanto em Mcal/dia, foi bastante diferente. Os animais consumiram energia de forma crescente, ou seja, à medida que os dias se passaram observou-se aumento no CEM, o que possibilitou um maior ganho de peso com o decorrer dos períodos experimentais.

Os CEM em relação ao peso metabólico deveriam ser semelhantes para as condições de manutenção, o que não foi observado. Tal fato deve-se provavelmente aos animais estarem mobilizando reservas corporais, especialmente gordura. Em condições de acúmulo de tecido adiposo observa-se maior concentração do hormônio leptina, produzido no tecido adiposo, e que pode atuar na regulação do consumo.

As digestibilidades aparentes dos componentes da dieta experimental para os diferentes grupos são apresentadas abaixo.

Tabela 3 - Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN<sub>cp</sub>), carboidratos não fibrosos (CNF) e teores de NDT obtidos para vacas Nelore lactantes alimentadas à vontade ou em nível de manutenção.

Itens	Digestibilidade aparente total					
	MS	PB	EE	FDN <sub>cp</sub>	CNF	NDT <sup>5</sup>
A <sup>1</sup>	68,49 ± 1,32	65,22 ± 1,83	65,89 ± 1,78	61,06 ± 0,98	79,51 ± 0,84	69,01 ± 0,72
B <sup>2</sup>	69,62 ± 0,88	66,09 ± 0,72	69,15 ± 1,00	65,82 ± 1,46	78,89 ± 0,52	70,49 ± 0,79
C <sup>3</sup>	67,14 ± 0,92	65,76 ± 2,87	63,62 ± 1,52	58,95 ± 2,80	78,24 ± 0,73	67,49 ± 1,55
D <sup>4</sup>	69,06 ± 0,79	71,17 ± 1,43	71,32 ± 1,43	65,54 ± 2,63	81,39 ± 0,82	76,05 ± 1,57

<sup>1</sup>Consumo Voluntário de 0 a 90 dias; <sup>2</sup>Consumo restrito à manutenção de 0 a 90 dias; <sup>3</sup>Consumo voluntário de 90 aos 180 dias; <sup>4</sup>Consumo restrito de 90 a 180 dias; <sup>5</sup> porcentagem da MS; MS=matéria seca; PB=proteína bruta; EE=extrato etéreo; FDN<sub>cp</sub>=fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; CNF=carboidratos não-fibrosos; NDT=nitrogênio digestível total.

Observaram-se maiores coeficientes de digestibilidade para animais em manutenção do que para animais em desempenho, pois o nível de consumo influencia o coeficiente de digestibilidade (Tabela 3) pela alteração do tempo de retenção da digesta no TGI ou pela diminuição da taxa de passagem da digesta, à medida que se aumenta o consumo. Os maiores coeficientes de digestibilidade observados foram para os carboidratos não fibrosos, fração que engloba os componentes de conteúdo celular vegetal, amido e açúcares, e também incluem pectina. A menor variação foi observada para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta.

As comparações entre as dietas foram realizadas por meio da avaliação dos contrastes de interesse ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, sendo comparados isoladamente: animais em manutenção, animais em desempenho e manutenção versus desempenho.

Com o primeiro (1) contraste testado pode-se observar que os animais se comportaram de maneira distinta nas duas fases do experimento. Comparando animais em desempenho observou-se que nos primeiros 90 dias todas as variáveis avaliadas apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), ou seja, os primeiros 90 dias experimentais apresentam resultados inferiores aos 90 dias subsequentes (180 dias), fase correspondente ao balanço energético negativo inerente aos animais nestas condições fisiológicas. Nessa fase observa-se frequentemente mobilização de reservas corporais para atividades lactantes, consumindo assim as reservas corporais acumuladas durante a gestação. Shuey et al. (1993), trabalhando com vacas de corte durante o primeiro e segundo partos, encontraram, que a eficiência de mobilização do tecido para produção de leite variou de 0,82 a 0,84, durante o

período de balanço energético negativo (BEN), porém no compensatório, durante a lactação, a eficiência caiu para 0,73, e o produto dessas duas (0,60) foi levemente menor que os 0,64 caso a energia utilizada fosse proveniente da dieta.

Tabela 4 – Probabilidades dos contrastes testados ao nível de 5% de probabilidade.

Item	Contraste			
	1	2	3	4
CMS (kg/dia)	<.0001	<.0001	0.0421	0.0323
CMS (%PC)	<.0001	<.0001	0.0631	0.0063
NDT (kg/dia)	0.0049	0.0003	0.1597	0.0094
CEM (kcal/PCVZ <sup>0,75</sup> )	0.0029	<.0001	0.4006	0.0064
CEM (Mcal/dia)	0.0053	0.0003	0.1600	0.0105
GMD (kg/dia)	0.0314	0.0017	0.6307	0.0592
CDPB (%)	0.0651	0.7497	0.8435	0.0810
CDEE (%)	0.0030	0.1419	0.2951	0.3170
CDFDN <sub>cp</sub> (%)	0.0482	0.1379	0.4954	0.9270
CDCNF (%)	0.0111	0.5672	0.2487	0.0351
NDT (%MS)	0.0004	0.4124	0.3980	0.0079

Ao contrastes testados foram os seguintes: 1: 90 x 180 desempenho; 2: 90 x 180 manutenção; 3: manutenção x desempenho 90 dias; 4: manutenção x desempenho 180 dias;  $P < 0,05$ ; CMS = consumo de matéria seca; NDT = consumo de NDT; CEM = Consumo de Energia Metabolizável; GMD = ganho médio diário; CDPB = coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta; CDEE = coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo; CDFDN<sub>cp</sub> = coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CDCNF<sup>cp</sup> = coeficiente de digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos.

A única variável em que não se observou diferença foi o CDPB, talvez pela taxa de *turnover* protéico ser semelhante nas duas fases.

Para o CMS (consumo de matéria seca); NDT (consumo de nutrientes digestíveis totais), CEM (consumo de energia metabolizável), GMD (ganho médio diário), CDEE (coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo), CDFDN<sub>cp</sub> (coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína) e CDCNF (coeficiente de digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos), as diferenças observadas significam que o CMS foi superior na segunda metade do experimento para animais em

desempenho o que provavelmente diminuiu o tempo de retenção da dieta no rúmen em relação a primeira fase, fazendo com que os coeficientes de digestibilidade fossem maiores nos primeiros 90 dias. As diferenças no GMD se devem ao fato dos animais apresentarem um balanço energético negativo logo após o parto e depois se recuperarem até os 90 dias, sendo assim no período geral avaliado, mesmo que possa ter havido um efeito de ganho compensatório após este momento de transição, os ganhos não foram suficientes para se equiparar aos da segunda fase (90 a 180 dias).

No segundo contraste (2), foram comparados os animais manutenção das duas fases. Observaram-se diferenças para os CMS, CEM, NDT e GMD, porém os coeficientes de digestibilidade permaneceram estatisticamente semelhantes ( $P>0,05$ ), evidenciando que provavelmente existem duas fases distintas em relação aos requerimentos de manutenção de vacas lactantes, o que justificaria o seu agrupamento de forma diferenciada.

No contraste três (3), quando se comparou animais de desempenho e manutenção dentro do grupo de 90 dias, observou-se que a única variável significativa foi o CMS (kg/dia), sendo todas as outras semelhantes ( $P>0,05$ ), inclusive os coeficientes de digestibilidade. Isso ocorreu provavelmente porque a demanda por nutrientes é alta nesta fase e na maior parte dessa fase o animal encontra-se em manutenção, com ganho muito baixo ou nulo, observando-se logo após essa fase o ganho compensatório.

Já para o contraste quatro (4), quando se comparou os animais de 180 dias. Observou-se nítida diferença entre animais manutenção e animais em desempenho para CMS, CEM, CNDT e os CDCNF e teor de NDT, evidenciando que os animais tinham se recuperado do desgaste da fase de

BEN e retornaram suas atividades. Essa fase coincide com a diminuição da produção de leite pela vaca e sinais de retorno a atividade reprodutiva da fêmea.

As exigências de energia metabolizável ( $EM_m$ ) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) para manutenção de acordo com o peso corporal podem ser visualizadas abaixo ( $EM = 0,82 \times ED$ ).

Tabela 5 - Exigências de energia para manutenção de vacas Nelore lactantes em função do peso corporal.

PC	$EM_m$ (Mcal/dia)	$EL_m$ (Mcal/dia)	NDT (Kg/dia)
300	9,29	6,50	2,57
330	9,98	6,98	2,76
360	10,65	7,46	2,95
390	11,31	7,92	3,13
420	11,96	8,37	3,31

$EM_m = 140,17 \text{ Kcal/PCVZ}^{0,75}$ ;  $PCVZ/PC = 0,894$ ;  $k_m = 0,70$ ; PC=peso corporal;  $EM_m$  = energia metabolizável para manutenção;  $EL_m$  = energia líquida de manutenção; NDT = nutrientes digestíveis totais.

O NRC (2000) estabeleceu as exigências de  $EL_m$  de  $77 \text{ Kcal/PC}^{0,75}$ , obtidas a partir dos dados de Lofgreen & Garret (1968), sendo recomendados descontos de 10% para animais zebuínos e 20% de acréscimo para vacas em lactação.

Paulino (2006), trabalhando com fêmeas em crescimento, encontrou o valor de  $79,35 \text{ Kcal/PCVZ}^{0,75}$ /dia como exigências líquidas de energia de manutenção para estas últimas. Já Buskirk et al. (1992), trabalhando com vacas angus, encontraram o valor de  $EL_m$  de  $72,5 \text{ kcal/PV}^{0,75}$ . O sistema BR-CORTE, descrito por Valadares Filho et al. (2006), recomendou um valor de  $78,5 \text{ Kcal/PCVZ}^{0,75}$  para exigência diária de zebuínos de diferentes classes sexuais. Se considerados 20% a mais para vacas em lactação (NRC, 2000) o valor no presente experimento obtido deveria ser de  $94,2 \text{ Kcal/PCVZ}^{0,75}$  ( $1,2 \times 78,5$ ),

resultado bem coerente com os 97,84 Kcal/PCVZ<sup>0,75</sup> encontrados neste experimento.

Solis et al. (1988), trabalhando com vacas Brahman não lactantes, encontraram valores de energia metabolizável para manutenção de 98 Kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia. Já Calegare (2004), trabalhando com vacas Nelore lactantes encontrou valores de EM<sub>m</sub> de 141,3 Mcal/Kg<sup>0,75</sup>, e Freetly et al. (2006) encontraram EM<sub>m</sub> de 146 kcal/PC<sup>0,75</sup>, resultados semelhantes aos 140,17 Mcal/Kg<sup>0,75</sup> encontrados neste trabalho.

O valor de 97,84 Kcal/PCVZ<sup>0,75</sup> pode ser transformado para 90 Kcal/PC<sup>0,75</sup> que são as exigências de EL<sub>m</sub> de vacas Nelore lactantes

Os parâmetros de ajustamento das equações não-lineares para estimar os conteúdos de proteína, energia e minerais de vacas Nelore lactantes são mostrados na Tabela 6.

Tabela 6 - Parâmetros das equações de regressão para estimar os conteúdos corporais de proteína, energia e minerais.

Itens	a	b	S <sub>xy</sub>
Proteína (kg)	0,4612	0,8161	2,2699
Energia (Mcal)	0,8133	1,2389	149,1770
Ca (kg)	8736,3000	-1,2545	1,9790
P (kg)	0,0987	0,5516	0,2898
Na (kg)	0,0015	0,9425	0,0148
Mg (kg)	0,0021	0,6773	0,0085
K (kg)	0,0040	0,7858	0,0362

$$Y = a \cdot PCVZ^b$$

Os requerimentos líquidos de proteína das vacas foram levemente decrescentes com o aumento do peso (Tabela 7). Isso poderia ser explicado basicamente por duas razões. Primeiramente as vacas estariam mantendo

seus pesos corporais visto que os nutrientes adicionais foram alocados para a produção de leite, e por outro lado a pequena variação reflete a mudança na composição do ganho à medida que os animais se tornam mais pesados, ou seja, o tecido magro passa a ser depositado menos intensamente e mais energia é requerida em detrimento da proteína. Nesta mesma linha, as exigências de proteína apresentaram-se de 15 a 23% superiores aos dados de fêmeas não-lactantes e em crescimento relatados no BR-CORTE (2006). Tal diferença pode ser atribuída ao maior *turnover* protéico destes em relação àqueles em função da condição lactante exigir grande atividade de síntese e degradação.

Tabela 7 - Exigências líquidas para ganho de proteína, energia e minerais de vacas Nelore em lactação, expressas para 1 kg de ganho de corpo vazio (GPCVZ).

PC	Exigências Líquidas					
	Proteína (g)	Energia (Mcal)	P (g)	Na (g)	Mg (g)	K (g)
300	134,6	3,83	4,44	0,99	0,24	0,96
330	132,26	3,92	4,25	0,99	0,23	0,94
360	130,16	4,00	4,09	0,98	0,22	0,92
390	128,26	4,08	3,94	0,98	0,22	0,90
420	126,52	4,15	3,82	0,97	0,21	0,89

$Y = a \cdot b \cdot PCVZ^{b-1}$ ; PCVZ = PC. 0,894; Para obter as exigências para ganho de peso corporal, os valores obtidos devem ser multiplicados por 0,936

Houve aumento das exigências de energia para ganho de peso com o aumento do peso (Tabela 6). Nessa fase acredita-se que a maioria da energia segue para atividades relacionadas à manutenção e/ou produção de leite. À medida que os animais aumentam de peso e, conseqüentemente, aumentam a massa dos órgãos mais metabolicamente ativos, maiores quantidades de energia são requeridas.

Em relação aos minerais observaram-se comportamentos semelhantes para todos, com exceção do cálcio. À medida que o peso aumentou, houve diminuição nos requerimentos de ganho enfatizando a menor presença de minerais quando a deposição de gordura torna-se mais intensa em relação aos músculos. O cálcio está presente em maiores concentrações no tecido muscular uma vez que participa ativamente dos processos de contração muscular e também participa como ativador enzimático em alguns processos metabólicos os quais podem ser mediados através da citrato liase e AMP cíclico.

Os requerimentos de cálcio encontrados foram negativos. Tal fato pode ser explicado pela grande mobilização do macromineral, principalmente no terço inicial da lactação, pois sendo esta uma atividade homeorrética, o animal mobiliza do seu próprio corpo, mas não deixa de fornecer o nutriente ao bezerro através do leite. Nesta fase, talvez, a dieta não tenha conseguido fornecer às matrizes a quantidade de cálcio necessária para manutenção das atividades, seja pela maior produção de leite (6,45 Kg/dia) em relação às observadas na literatura para vacas Nelore, em torno de 4,7 kg/dia (Calegare, 2004) e 3,78 kg/dia (Alencar, 1993).

Durante o período experimental observou-se duas fases distintas em relação ao desempenho e conseqüentemente a composição do ganho dos animais. A primeira fase pode ser atribuída aos primeiros 90 dias de lactação, quando as vacas apresentaram intensa perda de peso no início, recuperando seu peso ou até com leves ganhos posteriormente. A perda de energia relacionada à perda de peso foi estimada através do balanço entre a energia metabolizável ingerida e a necessária à mobilização. A  $EM_{perda}$  é dada pela

soma da  $EM_{\text{ingerida}}$  (14,29 Mcal/dia Tabela 2, grupo de mobilização tecidual) com a  $EM_{\text{lactação}}$ , portanto a  $EM_{\text{perda}} = EM_{\text{ingerida}} - EM_{\text{m}} - EM_{\text{lactação}}$ .

O consumo de  $EM_{\text{manutenção}}$  para vacas que perderam peso no experimento foi de 11,34 Mcal/kg perda ( $140,17 \times PC^{0,75} = 140,17 \times 342,38^{0,75}$ ), e a  $EM_{\text{lactação}}$  foi de 6,64 Mcal (Produção de leite x Energia no leite =  $6,45 \times 1,07$ ). Portanto a  $EM_{\text{perda}} = 14,29 - 11,34 - 6,91 = -3,96$  Mcal por dia. Esse valor pode ser convertido para EL, multiplicando-se o mesmo pela eficiência de uso da EM para deposição de tecidos considerada pelo NRC (2001) de 0,75. O valor encontrado foi de 2,97 Mcal de energia líquida mobilizada por dia. A energia líquida mobilizada por kg de perda de peso pode ser obtida dividindo-se a energia líquida mobilizada (2,97 Mcal) pela perda de peso média das vacas mantidas em baixo consumo que foi de 0,328 kg/dia ( $2,97/0,328$ ), encontrando-se assim o valor de 9,05 Mcal/kg perda.

Ao final da primeira fase, as vacas que estavam em desempenho tiveram ganhos médios diários (GMD) de 278 g com CMS de 8,6 kg/dia, o que representou um consumo de 2,44% do PC em MS. As vacas cuja alimentação foi restrita neste período perderam peso, o que caracterizou uma maior mobilização tecidual. As perdas foram da ordem de 328 g/dia e os consumos de matéria seca em torno de 5,77 kg/dia, o que representou 1,61% do peso corporal. Essa fase coincide com o pico da curva de lactação sendo a fase de maior necessidade de consumo de leite das crias.

No período compreendido dos 90 aos 180 dias, os animais que permaneceram em desempenho apresentaram maiores GMD (372g), com CMS de 9,69 kg/dia ou 2,33% do peso corporal. As vacas alimentadas em nível de manutenção conseguiram estabilizar seus pesos, apresentando pequenas

perdas da ordem de 68g/dia, além disso essas vacas consumiram 6,88 kg MS/dia, equivalente a aproximadamente 1,8% do peso corporal.

Os valores obtidos de 2,25 kg de NDT para vacas de 300 kg (Tabela 8), é inferior àqueles apresentados no BR - CORTE (Valadares Filho et. al., 2006) para fêmeas, de 2,66 kg de NDT e 9,62 Mcal/kg de energia metabolizável para ganho, isto provavelmente pelo fato dos animais apresentarem ganho compensatório no pós-pico.

Tabela 8 - Exigências de energia para ganho de peso para vacas Nelore lactantes.

Peso Corporal	Exigencias <sup>1</sup>	
	EM <sub>g</sub> (Mcal/kg)	NDT (kg/kg)
300	8,14	2,25
330	8,34	2,31
360	8,51	2,35
390	8,68	2,40
420	8,83	2,44

<sup>1</sup> Exigências expressas para ganho de 1kg de peso corporal. PCVZ = 0,894; GPCVZ = 0,936 . GPC; k<sub>g</sub> = 0,44; EM<sub>g</sub> = energia metabolizável para ganho; NDT = nutrientes digestíveis totais.

As exigências de PM<sub>total</sub> para vacas Nelore lactantes de 300 kg ganhando 1 kg/dia foram de 526,8 g/dia (Tabela 9). Comparando com o valor de 508,54 citado pelo BR - CORTE (Valadares Filho et al., 2006), esses valores são ligeiramente superiores, porém deve-se ressaltar que os dados do BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006) são referentes a fêmeas em crescimento. Esta diferença pode ser em decorrência da reposição tecidual (diferentes síntese e degradação), corroborando com o ganho compensatório.

Tabela 9 – Exigências de proteína metabolizável.

Peso Corporal	Exigências g/kg de ganho		
	PM <sub>m</sub>	PM <sub>g</sub>	PM <sub>total</sub>
300	288,3	238,6	526,8
330	309,7	248,8	558,5
360	330,6	247,6	578,2
390	351,0	244,0	595,0
420	371,1	240,7	611,8

PCVZ = 0,894; GPCVZ = 0,936 GPC; k = 0,492 para PCVZ ≥ 300 kg e k = 83,4 – 0,114 PCVZ para PCVZ < 300kg; PM<sub>m</sub> = 4g . PC<sup>0,75</sup>; PM<sub>g</sub> = PR/k; PM<sub>m</sub> = proteína metabolizável para manutenção; PM<sub>g</sub> = proteína metabolizável para ganho; PM<sub>total</sub> = proteína metabolizável total.

No sistema BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006), as exigências de uma vaca não lactante de 300 kg de peso corporal e ganhando 1kg/dia, são de 619,53, 189,17 e 808,70 g/kg de ganho para PDR, PNDR e PB, respectivamente. Esses são valores bem próximos aos encontrados no presente experimento que foram de 624,7, 208,3 e 833,0 g/kg para PDR, PNDR e PB respectivamente (Tabela 10). Os maiores valores encontrados foram de 0,83% para PDR, 9,18% para PNDR e 3% para PB. Esses valores superiores foram atribuídos ao fato das vacas estarem em lactação necessitando de uma maior quantidade de proteína na dieta.

Tabela 10 - Exigências de proteína degradada no rúmen (PDR), proteína não degradada no rúmen (PNDR), proteína bruta (PB) e NDT de vacas Nelore lactantes.

Peso Corporal	Proteína g/kg de ganho			
	PDR	PNDR	PB	NDT (kg)
300	624,7	208,3	833,0	4,69
330	656,7	224,8	881,5	4,93
360	684,6	229,3	913,9	5,14
390	713,9	229,2	943,1	5,36
420	714,9	184,0	925,9	5,57

PDR = 120 x NDT x 1,11; PNDR = (PM<sub>total</sub> – PB<sub>Mic</sub> x 0,64)/0,8; PB = PDR + PNDR; PDR = proteína degradada no rúmen; PNDR = proteína não degradada no rúmen; PB = proteína bruta; NDT = nutrientes digestíveis totais.

Avaliando diferentes modelos para estimar a produção de leite dessas vacas Nelore lactantes, Henriques et al. (2009) recomendaram utilizar o modelo descrito por Jenkins & Ferrell (1984) modificado por Detmann (Comunicação pessoal), em que  $PL = 5,9579 + 0,4230.S \times e^{(-0,1204*S)}$ , sendo S a semana de lactação. Assim, esse modelo é recomendado para estimar a produção de leite de vacas Nelore lactantes (Figura 3).

#### Modelo Jenkins & Ferrell (1984) Modificado

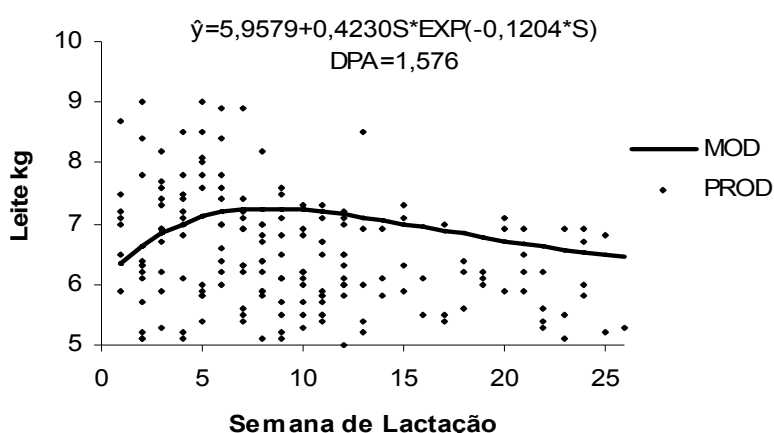


Figura 3 – Estimativa da produção de leite em função da semana de lactação (Adaptado de Henriques et al., 2009).

Pode-se observar que o pico de produção (7,25 kg/dia) de leite situa-se em torno de 8,5 semanas de lactação corroborando com o NRC (2000). Restle et al. (2003), trabalhando com vacas Nelore em lactação, encontraram produção máxima de 5,4 kg/dia aos 84 dias de lactação.

Observou-se que o leite produzido apresentou em média 3,7% de proteína bruta, 3,88% de gordura, 4,74% de lactose e 0,75 Mcal/kg de energia (Tabela 11). Esses valores são semelhantes aos reportados no NRC (2000) de 3,4 e 4% para gordura e proteína, respectivamente. Contudo os teores de proteína estão acima dos 3,16% encontrados por Cerdotés et al. (2004) e abaixo dos 4,28% encontrados por Porto (2009). Os teores de gordura, e lactose também foram mais baixos que os encontrados por Restle et al. (2003)

de 5,00% e 5,14% respectivamente; e mais altos que os encontrados por Porto (2009) de 3,55% e 3,99%. Para o extrato seco foram encontrados valores intermediários aos 13,78% encontrados por Restle et al. (2003) e 12,52% encontrados por Porto (2009). Já Senna et al. (1996) encontraram 3,3 % de média para gordura e teor entre 11,6 e 12,2% para extrato seco total. Silva et al. (1995), estudando a produção e composição do leite de vacas Nelore, verificaram que o ES (extrato seco) apresentou comportamento quadrático com ponto de máximo aos 117 dias com teor máximo de 14,1%, e de média 13,78%. Cruz et al. (1996) encontr 14,58%. As oscilações nos teores do ES são reflexo das alterações no somatório dos demais componentes do leite, principalmente a gordura que representa maior proporção. Entre os componentes do leite a gordura é o que mais varia no decorrer da lactação. De maneira geral, a percentagem de gordura do leite aumenta gradualmente ao longo do dia de lactação estando então negativamente correlacionada com a produção de leite vaca (Lamond et al., 1969; Rutledge et al., 1971).

Para ESD (extrato seco desengordurado), comportamentos lentamente decrescentes até o final da lactação foram verificados por alguns autores (Maynard et al., 1984; Schmidt & Van Veck, 1976).

Já para lactose, que é o principal carboidrato do leite e é sintetizada na glândula mamária, Senna (1996) encontrou valores de 5,1% para vacas Nelore.

Segundo Holloway et al. (1975) e Bowden (1981), a composição do leite pode ser influenciada pelo grupo genético da vaca, estágio de lactação ao qual a vaca está submetida.

Tabela 11 - Composição do leite de vacas Nelore nos períodos de 0 a 90 e de 90 a 180 dias de lactação.

Itens	0-90 dias	90-180 dias	0-180 dias
Energia (Mcal/kg)	0,75 ± 0,02	0,76 ± 0,03	0,75 ± 0,01
PB (%)	3,67 ± 0,08	3,8 ± 0,11	3,71 ± 0,20
Gordura (%)	3,85 ± 0,25	3,93 ± 0,35	3,88 ± 0,06
Lactose (%)	4,73 ± 0,05	4,75 ± 0,05	4,74 ± 0,04
Extrato Seco (%)	13,43 ± 0,21	13,18 ± 0,29	13,31 ± 0,21

As exigências de energia metabolizável para lactação seriam de (0,75/0,70) 1,07 Mcal/kg de leite produzido, considerando que a eficiência de utilização da EM para lactação ( $k_l$ ) é igual ao  $k_m$ , conforme preconizado pelo NRC (2001). Assim as exigências de ED por kg de leite seriam de 1,30 Mcal/kg, sendo que as de NDT seriam de 0,295 kg/kg de leite.

Para fins de comparação, corrigindo o teor de gordura do leite para 4% e substituindo na equação para estimar a energia do leite, obtem-se o valor de 0,76 Mcal/kg de leite, e as exigências de EM para lactação de 1,09 Mcal/kg de leite e de 0,300 kg de NDT/kg leite.

O leite apresentou em média 0,75 Mcal/kg (Tabela 11) sendo esse bem próximo dos 0,749 Mcal/kg descrito pelo NRC (2001) para 4 % de gordura. O valor médio de PB do leite foi de 3,73%, que multiplicado por 0,95 resulta no valor de 3,54% ou 35,4 g de proteína verdadeira por kg de leite. Considerando um valor de eficiência de utilização da proteína para lactação de 67% (NRC, 2001) resulta no valor de 52,8g de  $PM_{\text{metabolizável}}$  por kg de leite. Esse valor é superior aos 44,8 g de  $PM_{\text{metabolizável}}$  por kg de leite apresentado para leite com média de 3,15% de PB (NRC, 2001; AFRC, 1993).

## Conclusões

Vacas Nelore lactantes apresentam os valores de 0,894 para relação de PCVZ/PC e de 0,936 para a relação de GPCVZ/GPC.

As exigências de  $EL_m$  de vacas Nelore lactantes são de 97,84 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup> ou aproximadamente 90 Kcal/PC<sup>0,75</sup>, enquanto as exigências de  $EM_m$  são de 140,17 Kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>.

Recomenda-se utilizar os valores para eficiência de utilização de energia metabolizável para manutenção ( $k_m$ ) e ganho ( $k_g$ ) de 0,70 e 0,44, respectivamente, para vacas Nelore lactantes.

O leite das vacas Nelore lactantes apresenta os valores médios de 3,71% para proteína bruta, 3,88 % para gordura e 4,74% para lactose.

As exigências de proteína metabolizável para lactação são de 52,8g por kg de leite produzido.

As exigências de NDT por kg de leite com 4% de gordura são de 0,300 kg.

## LITERATURA CITADA

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: 1980. 351p.
- ALENCAR, M. M., OLIVEIRA, F. T. T., TAMBASCO, A.J. et al. Desenvolvimento pós-desmama e eficiência reprodutiva pós-parto em gado de corte: influencia da produção de leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 22, n. 6, p. 1012-1018, 1993.
- BORGES, A.L.C.C. **Exigências nutricionais de proteína e energia de novilhas das raças Guzerá e Holandesa**. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2000. 90p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2000.
- BOWDEN, D. M. Feed utilization for calf production in the first lactation by 2 years-old F1 crossbred beef cows. **Journal of Animal Science**. v.51.p.304-315, 1981.
- BUSKIRK, D. D.; LEMENAGER, R. P.; HORSTMAN, L. A. Estimation of net energy requirements of lactating beef cows. **J. Animal Sci**. 1992. 70: 3867-3876.
- CALEGARE, L.N.P. **Exigências e eficiência energética de vacas de corte Nelore e de cruzamentos Bos taurus x Nelore**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2004, 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 2004.
- CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. **Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ***. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CERDOTÉS, L.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; et al. Produção e composição do leite de vacas de quatro grupos genéticos submetidas a dois manejos alimentares no período de lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p. 610-622, 2004.
- FLATT, W. P.; MOE, P. W.; MUNSON, A. W.; COOPER, T. Energy utilization by high producing dairy cows.II. Summary of energy balance experiments with lactating Holstein cows. Page 235 in *Energy Metabolism of Farm Animals*, EAAP Publ. 12, Warsaw, Poland.1967.
- FERRELL, C.L., JENKINS, T.G. Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, v.61, n.2, p.725-741, 1985.
- FREETLY, H. C.; NIENABER, J. A.; BRANDL, T. B. Partitioning of energy during lactation of primiparous beef cows. **Journal of Animal Science**, 84: 2157-2162.doi: 10.2527/jas.2005-534.

- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen.** University of Florida, 2000. p. A-25 (Bulletin 339, April- 2000).
- HENRIQUES, L. T.; VALADARES FILHO, S. C.; FONSECA, M. A.; PAULINO, P.V.R., DETMANM, E.; VALADARES, R. F. D. Avaliação de modelos matemáticos e dos efeitos de consumo voluntário de vacas primíparas e de bezerros sobre a curva de lactação das vacas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia** (Prelo).
- HOLLOWAY, J. W.; STEPHEBSM, D. F.; WHITEMAN, J.V. et al. Efficiency pf production of 2-and 3-year-old Hereford, Hereford x Holstein and Holstein cows. **Journal of Animal Science**, v.41, p. 855-867, 1975.
- JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L. A note on lactation curves of crossbred cows. **Animal Production**, v.39, p.479-482, 1984.
- LAMOND, D. R.; HOLMES, J. H. G.;HAYDOCK, K. P. Estimation of yield and composition of milk produced by grazing beef cows. **Journal of Animal Science**, v.29, p.606-611, 1969.
- LICITRA, G., HERNANDEZ, T. M., VAN SOEST, P.J. Standartization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**. v.57, p 347-358, 1996.
- LOFGREEN, G. P.; GARRET, W.N.A. System for expressing net energy requeriments and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.793-806, 1968.
- MARCONDES, M.I. **Desempenho de bovinos Nelore alimentados individualmente ou em grupo, exigências nutricionais e avaliação protéica de alimentos para ruminantes.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 136p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de viçosa, 2007.
- MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F. et al. **Nutrição Animal.** 3 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 736p.
- McCARTER, M.N.; BUCHANAN, D.S.; FRAHM, R.R. Comparison of crossbred cows containing various proportions of Brahman in spring or fall calving systems: II. Milk production. **Journal of Animal Science**, v.69, n.1, p.77-84, 1991.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles : collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p. 1240, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 2000. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 2001. 381p.
- PAULINO, P.V. R. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 159p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

- PORTO, M. O. **Suplementos múltiplos para bovinos de corte nas fases de cria, recria e terminação em pastagem de *Brachiaria Decumbens***. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 140p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- RABELO, L.S. **Determinação das exigências nutricionais de Ca, P, Mg, Na e K em novilhas das raças Guzerá e Holandesa**. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2004. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.
- RESTLE, J. PACHECO, P.S.; MOLETTA, J. L. et al. Grupo Genético e nível nutricional pós-parto na produção e composição do leite de vacas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n. 3, p.585-597, 2003.
- RUTLEDGE, J. J.; ROBINSON, O.W. AHLSCHEDE, W. T. et al. Milk yield and its influence on 205-day weight of beef calves. **Journal of Animal Science**, v.33, p. 563-567, 1971.
- SCHMIDT, G. H.; Van VLECK, L. D. Bases científicas de la producción lechera. Zaragoza: Acribia, 1976, 583p.
- SENNA, D. B. Desempenho reprodutivo e produção de leite de vacas de quatro grupos genéticos, desterneiradas precocemente, submetidas a diferentes tipos de pastagem cultivada. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1996. 85p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165 p.
- SILVA, M. V. G. B.; MARTINEZ, M. L.; LEMOS, A. M. Efeitos do meio ambiente sobre as características de produção de leite e gordura, percentagem de gordura e duração da lactação de um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.2, p.317-325, 1995.
- SOLIS, J. C., BYERS, F. M.; SCHELLING, G. T. et al. Maintenance requirements and energetic efficiency of cows of different breed types. **Journal of Animal Science**, v.66, p. 764-773, 1988.
- TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; FOX, D.G. et al. Energy requirement for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal Science**, v.80, n.6, p.1671-1682, 2002.
- VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências Nutricionais de Zebuínos e Tabelas de Composição de Alimentos - BR - CORTE**. 1. ed. – Viçosa : UFV, DZO, 2006. 142p.
- VAN SOEST, P. J; ROBERTSON, J. B. and LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**. 74: 3583-3590, 1991.

## Exigências nutricionais de bezerros Nelore lactentes

**RESUMO** - O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar as exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais de bezerros Nelore do nascimento aos 180 dias. Foram utilizados 20 bezerros, sendo 10 fêmeas (F) e 10 machos (M) com peso corporal (PC) médio de  $30 \pm 3$  kg. Inicialmente após o nascimento, quatro (2M e 2F) bezerros foram abatidos para estimar a composição corporal inicial dos animais que permaneceram no experimento. Aos 90 dias foram abatidos oito bezerros (quatro machos e quatro fêmeas), sendo o restante dos animais abatidos aos 180 dias. Além do leite, os bezerros foram alimentados com silagem de milho à vontade e concentrado comercial fixado em no máximo 0,5 kg/animal/dia. Foram conduzidos dois ensaios de digestibilidade, aos 30 e 90 dias para estimar os consumos de energia dos bezerros. Após o abate todos os bezerros tiveram suas miêscarças direitas dissecadas. Os conteúdos corporais de proteína, energia e minerais foram estimados pela equação  $Y = a \cdot PCVZ^b$ . A relação PCVZ/PC dos bezerros foi de 0,9622 e a de GPCVZ/GPC foi de 0,958. As exigências líquidas de proteína e energia aumentaram com o aumento do peso corporal, enquanto as de cálcio diminuiram. As exigências de proteína metabolizável para ganho de 1 kg de PC foram de 216,96 e 261,98g para bezerros de 100 e 200 kg, respectivamente. Recomenda-se utilizar as seguintes equações para estimar os conteúdos corporais de bezerros Nelore lactentes: Proteína (g/dia) =  $0,135 \times PCVZ^{1,0351}$ , Energia (Mcal/dia) =  $1,1798 \times PCVZ^{1,1805}$ , Ca (g/dia) =  $0,091 \times PCVZ^{0,6019}$ , P (g/dia) =  $0,00894 \times PCVZ^{0,9629}$ , Na (g/dia) =  $0,00126 \times PCVZ^{0,9791}$ , Mg (g/dia) =  $0,000405 \times PCVZ^{0,9827}$ , K(g/dia) =  $0,00165 \times PCVZ^{0,9364}$ .

**Palavras-chave:** eficiência, energia do leite, lactação, vacas de corte.

## Nutritional requirements of nursing Nellore calves

**ABSTRACT-** This study was conducted to evaluate the nutritional requirements of protein, energy and macro minerals for Nellore calves from birth to 180 days. We used 20 calves, 10 females (F) and 10 males (M) with body weight (BW) average of  $30 \pm 3$  kg. Initially after birth, four (2M and 2F) calves were slaughtered to estimate initial body composition of animals that remained in the trial. At 90 days another eight calves were slaughtered (four males and four females), and the remaining animals were slaughtered in 180 days. Besides milk, the calves were fed with corn silage *ad libitum* and commercial concentrate set at a maximum of 0.5 kg / animal / day. Two digestibility trials were conducted at 30 and 90 days to estimate the calves energy intake. After slaughtered all calves had their right half-carcasses dissected. The content of protein, energy and minerals were estimated by the equation  $Y = a \cdot EBW^b$ . The relationship EBW / BW of calves was 0.9622 and EBWG / BWG was 0.958. The net requirements of protein and energy increased with increasing body weight, while the calcium decreased. The metabolizable protein requirements for gain of 1 kg BW were 216.96 and 261.98 g for calves with 100 and 200 kg respectively. It is recommended to use the following equations to estimate the body content of preweaning Nellore calves Protein (g/day) =  $0.135 \times EBW^{1.0351}$ , Energy (Mcal/day) =  $1.1798 \times EBW^{1.1805}$ , Ca (g/day) =  $0.091 \times EBW^{0.6019}$ , P (g/day) =  $0.00894 \times EBW^{0.9629}$ , Na (g/day) =  $0.00126 \times EBW^{0.9791}$ , Mg (g/day) =  $0.000405 \times EBW^{0.9827}$ , K (g/day) =  $0.00165 \times EBW^{0.9364}$ .

**Keywords:** efficiency, energy milk, lactating cows.

## Introdução

O desenvolvimento do bezerro está diretamente associado com a quantidade de leite fornecida ao animal e ao período de aleitamento (Roy, 1990), sendo que o bezerro deve necessariamente passar por um período em que a sua alimentação é constituída por uma dieta líquida, já que o leite é naturalmente o alimento de bezerros jovens. Sua composição é compatível com a exigência nutricional neste estágio do desenvolvimento, além disso, o trato digestivo destes animais está preparado para utilizar mais eficientemente alimentos na forma líquida (Ternouth & Prior, 1970). Segundo Rocha et al. (1999), o ruminante, no período de aleitamento, comporta-se fisiologicamente como animal não ruminante, sendo esta fase, a mais crítica do ponto de vista por apresentar limitações enzimáticas e ausência de síntese microbiana, tornando a utilização de certas fontes energéticas e protéicas ineficientes. Os maiores problemas a serem contornados quando se tenta substituir o leite por outro alimento em idade precoce são: ausência de sistemas enzimáticos capazes de hidrolisar outros carboidratos que não a lactose, outros lipídeos que não a gordura do leite (ácidos graxos de cadeia curta), bem como a necessidade fisiológica de uma proteína que, tal como a caseína, propicie a formação de um coágulo de boa consistência no abomaso.

A fragilidade do setor de cria pode ser acompanhada pelo histórico da variação do preço da arroba. A diminuição do preço da arroba reflete em aumento do abate de matrizes e conseqüentemente na diminuição de bezerros no mercado.

Porém como maior fornecedor mundial de carne, e único com grande potencial de expansividade, melhorias para os índices de eficiência são condições necessárias para sobrevivência do setor.

Em sistemas de produção de gado de corte, os gastos envolvidos com a alimentação dos animais assumem grande importância, respondendo por 70 a 90% dos custos operacionais totais, em função da fase de criação considerada e do nível de produção desejado (Paulino, 2006). Sendo assim, a avaliação as exigências de bezerros pode melhorar os critérios utilizados na alimentação destes animais, agregando conhecimento às fases de crescimento, contribuindo para o aumento da produção de carne com a conseqüente redução da idade de abate.

Com vista nisto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar as exigências de energia, proteína e macrominerais de bezerros Nelore lactentes do nascimento aos 180 dias.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG. Foram utilizados 20 bezerros Nelore filhos de vacas Nelore primíparas (10 machos e 10 fêmeas), com peso médio inicial, ou ao nascimento, de  $30 \pm 3$  kg. Logo após o nascimento, um grupo de quatro bezerros (2 machos e 2 fêmeas) foi abatido para estimação da composição corporal inicial dos animais que permaneceram no experimento (grupo referência). Os outros 16 animais representaram, respectivamente, os grupos de 90 dias (8 bezerros) e de 180 dias (8 bezerros), todos alimentados *ad libitum*. Aos 90 dias do nascimento foram abatidos 8 animais (4 machos e 4 fêmeas), sendo a metade destes provenientes de vacas alimentadas à vontade, e os 8 animais restantes permaneceram no experimento até aos 180 dias sendo que também a metade desses foram provenientes de vacas alimentadas à vontade e o restante das vacas alimentadas no nível manutenção.

Os animais foram mantidos em duas baias individuais adjacentes (cada par vaca e bezerro), sendo uma baia destinada à vaca e a outra ao bezerro em esquema de *creep feeding*, com piso de concreto, providas de comedouro e bebedouro individuais de concreto, com área total de  $60 \text{ m}^2$ , sendo  $16 \text{ m}^2$  cobertos. Adaptações foram feitas nas instalações de modo que as vacas não tivessem acesso ao conteúdo dos cochos dos bezerros e nem estes, tampouco, ao conteúdo do cocho das vacas. Sendo assim, foi possível a mensuração do consumo individual diário das vacas e dos bezerros.

Os animais foram alimentados uma vez ao dia, às 7h00. A dieta fornecida aos bezerros foi silagem de milho à vontade e ração concentrada comercial específica para bezerros. A composição química da silagem de milho e do concentrado pode ser vista na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química da silagem de milho e do concentrado usado para bezerros Nelore lactentes

Itens <sup>1</sup>	Silagem de Milho	Concentrado
MS	33,06	88,96
MO <sup>2</sup>	92,00	90,15
PB <sup>2</sup>	6,31	22,51
PIDN <sup>3, 4</sup>	18,40	28,15
PIDA <sup>3</sup>	13,31	13,46
EE <sup>2</sup>	3,56	3,57
FDN <sup>2</sup>	60,93	27,04
FDNp <sup>2</sup>	57,76	16,71
FDNcp <sup>2</sup>	55,80	13,97
CNFcp <sup>2</sup>	26,34	50,10
FDA <sup>2</sup>	38,70	17,44
FDACP <sup>2</sup>	34,45	10,83
LIG <sup>2</sup>	5,51	4,51
FDNi <sup>2</sup>	22,26	0,96

<sup>1</sup>MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; FDNp = fibra em detergente neutro corrigida para proteína; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNFcp = carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; LIG = lignina e FDNi = FDN indigestível.

<sup>2</sup>% base da MS; <sup>3</sup>% da proteína bruta; <sup>4</sup> Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos (Valadares Filho et al.; 2006).

A quantidade diária de concentrado foi fixada em 500 g/bezerro e as sobras permitidas em torno de 10% da quantidade ofertada na base da matéria natural. A disponibilização de água foi *ad libitum*.

O consumo foi mensurado diariamente, sendo coletadas amostras do volumoso, do concentrado e das sobras. Essas amostras foram identificadas e armazenadas em freezer a -20°C. Ao final de cada semana, uma amostra composta foi elaborada e pré-seca. Posteriormente outra amostra composta representando o período de 28 dias foi realizada, a partir da proporção do

consumo de matéria pré-seca de cada semana daquele período. Os alimentos concentrados foram amostrados diretamente nos sacos das rações.

Todas as amostras, exceto aquelas com menos de 15% de umidade, foram pré-secadas em estufa de circulação forçada (60°C) por 72 horas e moídas em moinho de facas tipo Willey, com peneira de 1 mm, sendo posteriormente armazenadas em recipientes de plástico para posteriores análises laboratoriais.

Foram realizados dois ensaios de digestibilidade, ao primeiro e terceiro meses de vida. As fezes foram obtidas diretamente via coleta retal em três dias diferentes (4<sup>o</sup>, 5<sup>o</sup> e 6<sup>o</sup> dia após o início do fornecimento do indicador), nos horários: 6h00, 12h00 e 18h00. As fezes foram acondicionadas em pratos de alumínio e secas em estufa com ventilação forçada (60°C) e, em seguida, moídas em moinho de facas (1 mm). Uma amostra composta foi obtida por animal, através das amostras de fezes obtidas nos três dias, em cada ensaio de digestibilidade.

Para quantificação da excreção fecal foi utilizado o indicador LIPE<sup>®</sup>, que foi fornecido na dose diária de 250 mg na forma de cápsulas durante cinco dias aos animais, sendo a coleta iniciada a partir do quarto dia do fornecimento do indicador. As análises de LIPE<sup>®</sup> foram efetuadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG.

Os animais foram pesados ao nascimento, data que marcou o início do experimento. Pesagens dos animais foram efetuadas semanalmente para medição do consumo de leite, a partir da técnica de pesagem do bezerro antes e após a mamada, conforme McCarter et al. (1991), a fim de se determinar também a energia contida no leite. Os bezerros foram separados das vacas no

dia anterior à pesagem e deixados em jejum. No dia da pesagem foram colocados juntos, novamente, com as vacas para que mamassem todo leite residual produzido no dia anterior. Após o período de amamentação, esses foram separados outra vez das vacas. Sequencialmente duas pesagens (antes e depois da mamada) foram realizadas às 12h00 e às 18h00, obtendo-se assim, por diferença de peso dos bezerros, a quantidade de leite produzida no período de 12 horas, que posteriormente foi corrigida para 24 horas. Para a avaliação da composição do leite, duas amostras de leite, por vaca e por coleta (correspondendo ao leite matinal e vespertino), foram obtidas manualmente a cada 28 dias, e encaminhadas ao laboratório de análises da Embrapa Gado de Leite. Dos sólidos totais do leite foram obtidos os teores de gordura, proteína e lactose, de forma a permitir a determinação da quantidade de energia contida no leite, usando a fórmula descrita no NRC (2001): Energia (Mcal/kg) = 0,0929 x G (%) + 0,0547 x PB (%) + 0,0395 x Lactose (%).

As avaliações dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total, extrato etéreo (EE) e minerais (MM) foram realizadas conforme Silva & Queiroz (2002). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido a partir do produto do N total pelo fator 6,25. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN); utilizando-se amilase e omitindo-se sulfito de sódio; proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e em detergente ácido (PIDA) foram obtidos de acordo com os protocolos descritos por Van Soest et al. (1991) e Licitra et al. (1996). Correções nos teores de FDN foram realizadas para que fossem computadas as frações que efetivamente contribuiriam com fornecimento de energia no sistema, sendo assim, a FDN foi corrigida para cinzas e proteína

(FDN<sub>cp</sub>). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com o NRC (2001), como: CNF (%) = 100 - (% PB + % EE + % cinzas + %FDN<sub>cp</sub>).

A concentração de energia da dieta expressa em % de NDT foi calculada a partir das digestibilidades, segundo a fórmula recomendada pelo NRC (2001):  $NDT = PB_D + 2,25 \times EE_D + CNF_D + FDN_{cpD}$ , sendo que PB<sub>D</sub>, EE<sub>D</sub>, CNF<sub>D</sub> e FDN<sub>cpD</sub> significam, respectivamente, proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, carboidratos não-fibrosos digestíveis e fibra em detergente neutro (corrigida para cinzas e proteína) digestível. A concentração de energia digestível (ED) da dieta foi obtida através da equação proposta pelo NRC (2001):  $ED \text{ (Mcal/kg)} = 5,65 \times PB_D + 9,39 \times EE_D + 4,15 \times FDN_{cp} + 4,15 \times CNF_D$ . Os valores de energia metabolizável (EM), expressos em Mcal/kg da dieta, foram calculados como  $EM = ED \times 0,96$  para leite e  $EM = ED \times 0,82$  para dieta sólida (NRC, 2000 e 2001).

Os animais foram abatidos por concussão cerebral. Após o abate, o aparelho gastrointestinal de cada animal foi esvaziado e, juntamente com os órgãos, lavados. Os pesos foram somados aos das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e sangue) para quantificação do peso de corpo vazio (PCVZ). A relação obtida entre o PCVZ e o peso corporal (PC) dos animais referência foi utilizada para a estimativa do PCVZ inicial dos animais que permaneceram no experimento. Dentro de cada faixa de idade de abate (90 e 180 dias) foi escolhido aleatoriamente dois animais para representar o grupo do qual foram retiradas amostras da cabeça e de membros, para posteriores separação física do tecido mole, ossos e couro. O peso de corpo vazio (PCVZ) foi obtido pelo somatório de todas as partes constituintes do corpo, mais o sangue.

Após o abate, a carcaça de cada bezerro 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 direitas foram retiradas da câmara fria, pesadas e dissecadas, separando-se os tecidos muscular e adiposo do ósseo. Em seguida, os tecidos muscular e adiposo foram moídos conjuntamente e os ossos serrados em serra elétrica. Ao final do procedimento foram obtidas as amostras compostas de ossos da carcaça e músculo+gordura da carcaça. Os ossos da carcaça foram amostrados proporcionalmente às quantidades de ossos longos, vértebras e costelas. Posteriormente todas as amostras, devidamente processadas, foram encaminhadas ao laboratório para quantificação dos teores de proteína, gordura e minerais no corpo vazio.

As vísceras e os órgãos (rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, gordura interna, mesentério, fígado, coração, rins, pulmão, língua, baço, carne industrial, esôfago, traquéia e aparelho reprodutor) foram moídas integralmente em *cutter*, de forma conjunta, sendo considerada amostra composta de órgãos e vísceras.

Amostras de sangue foram coletadas imediatamente após o abate, acondicionadas em recipiente plástico e levadas à estufa com ventilação forçada (60°C), sendo, a seguir, moídas em moinho de bola e acondicionadas em recipientes para posteriores análises de matéria seca, nitrogênio total e extrato etéreo, conforme Silva & Queiroz (2002).

As amostras compostas de órgãos e vísceras (200 g), de músculo+gordura (200 g), de couro (100 g), de ossos da carcaça (100 g), ossos dos pés (100 g), tendões (100 g), ossos da cabeça (200 g), tecido mole da

cabeça (100 g), após seccionadas, foram acondicionadas em vidros com capacidade de 500 mL e levadas a estufa (105°C por 72 horas) obtendo-se assim a matéria seca gordurosa (MSG).

Em seguida as amostras foram submetidas a lavagens sucessivas com éter de petróleo, e depois de grande parte da gordura ser removida, essas foram reencaminhadas para estufa 105°C por pelo menos 16 horas. A diferença de peso forneceu o pré-desengorduramento ou a matéria seca pré-desengordurada (MSPD), cujo resultado foi adicionado ao EE residual na MSPD, para obtenção do teor total de gordura das amostras. Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho de bola, para quantificação dos teores de nitrogênio total, extrato etéreo e minerais, conforme Silva & Queiroz (2002). A partir da diferença entre a composição inicial e final dos animais estimaram-se as quantidades de proteína e extrato etéreo retidos no corpo, o que permitiu avaliar a energia retida.

Os conteúdos corporais de gordura, proteína e de cada macroelemento inorgânico (cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio) foram estimados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos e nas vísceras, no couro, no sangue, na cabeça (tecido mole e ossos), nos pés (tendões e ossos), e nas amostras da carcaça.

A avaliação 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):

$$CE = 5,6405 X + 9,3929 Y, \text{ em que:}$$

$$CE = \text{conteúdo energético (Mcal);}$$

X = proteína corporal (kg);

Y = gordura corporal (kg).

Os conteúdos de gordura, proteína, energia e de cada macromineral retidos no corpo das vacas lactantes foram estimados por meio de equações de regressão do conteúdo corporal destes constituintes, em função do PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$Y = a.X^b + e$ , em que:

Y = Conteúdo total de proteína (kg), gordura (kg), energia (Mcal) ou de cada macromineral (kg) retido no corpo vazio;

a e b = parâmetros de ajustamento da regressão do conteúdo de gordura, proteína, energia ou cada macromineral em função do PCVZ;

X = PCVZ;

e = erro aleatório.

Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de energia, proteína e cada macromineral em função do PCVZ foram obtidas as equações de predição do conteúdo desses nutrientes por kg de ganho de PCVZ, que correspondem às exigências líquidas dos mesmos para ganho de um kg de PCVZ, sendo obtidas a partir de equação do tipo:  $Y' = a. b. X^{b-1}$ , em que:

Y' = exigências de energia, proteína ou de cada macromineral no ganho de peso de corpo vazio;

a e b = como descritos anteriormente;

X = PCVZ (kg).

Para a conversão do PCVZ em peso corporal (PC), dentro do intervalo de pesos incluído no trabalho, calcularam-se as relações entre o PCVZ e o PC dos animais mantidos no experimento.

Foram ajustadas equações de regressão entre a energia retida (ER, Mcal/dia) e o ganho diário de PCVZ (GPCVZ, kg/dia), para determinado PCVZ metabólico ( $PCVZ^{0,75}$ ), a partir do método de modelos não lineares (Procedimento Proc nlin do SAS, 1989), utilizando-se algoritmo iterativo de Gauss-Newton, sendo a equação geral representada pelo modelo:  $ER$  (Mcal/dia) =  $a \cdot PCVZ^{0,75} \cdot GPCVZ^b$ .

Para converter as exigências de energia líquida de ganho ( $EL_g$ ) em exigências de energia metabolizável para ganho ( $EM_g$ ) utilizaram-se 2 fatores de eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho ( $k_g = 0,69$ ) para consumo de leite e  $k_g = 0,57$  para consumo de alimentos sólidos, (NRC, 2001). Assim o  $k_g$  no período de 0 a 90 dias foi considerado 0,66 ( $77 \times 0,69 + 23 \times 0,57$ ), e no período de 90 a 180 dias foi 0,62 ( $0,43 \times 0,69 + 57 \times 0,57$ ), sendo 77 e 43 % as porcentagens de MS de leite ingerida pelos bezerros nos respectivos períodos. As exigências de ED foram calculadas como  $EM/0,96$  (NRC, 2001 para bezerros lactentes) e as exigências de NDT foram calculadas como  $ED/4,409$ .

Para a conversão das exigências líquidas de proteína para ganho em exigências de proteína metabolizável para ganho ( $PM_g$ ), calculou-se a eficiência ( $k$ ), usando a equação descrita no NRC (2000), em que  $k = 83,4 - 0,114 PCVZ$ . As exigências de proteína metabolizável para manutenção ( $PM_m$ ) foram calculadas como  $PM_m = 4,0 \cdot PC^{0,75}$ , conforme preconizado pelo BR-Corte (Valadares Filho et al., 2006).

Para estimar as exigências de manutenção de cada macroelemento mineral e, posteriormente, somá-las às exigências para ganho, no intuito de se obter as exigências dietéticas totais, foram adaptadas as recomendações do ARC (1980) e do NRC (2000) para as perdas endógenas de Ca, P, Mg, K e Na, e a biodisponibilidade destes elementos nos alimentos, segundo o ARC (1980) e o NRC (2000), conforme pode ser visualizado na Tabela 2

Tabela 2 – Perdas endógenas e biodisponibilidade de nutrientes.

Elemento (kg)	Perdas endógenas	Biodisponibilidade (%)
Ca	15,4 mg/kg PC <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>
P	16 mg/kg PC <sup>1</sup>	68 <sup>1</sup>
Mg	3,0 mg/kg PC <sup>1</sup>	17 <sup>2</sup>
	Fecal – 2,6 g/kg MS consumida <sup>2</sup>	
K	Urínária – 37,5 mg/kg PC Salivar – 0,7 g/100 kg PC Através da pele – 1,1 g	100 <sup>2</sup>
Na	6,8 mg/kg PC	91 <sup>2</sup>

<sup>2</sup> Dados obtidos do ARC (1980)

<sup>1</sup> Dados obtidos do NRC (2000);

## Resultados e Discussão

Considerando que foram usados somente 20 bezerros, nessa pesquisa os dados de machos e fêmeas foram analisados em conjunto.

Para a transformação do peso de corpo vazio em peso corporal (PC) foi utilizada a relação média PCVZ/PC obtida no experimento que foi de 0,9622. O valor para animais em crescimento é de 0,896 (Valadares Filho et al., 2006), contudo bezerros lactentes têm baixo consumo de alimentos sólidos e uma baixa proporção das câmaras fermentativas em relação ao TGI total e ao corpo. Estima-se que ao nascimento o rúmen - retículo ocupe cerca de 35% do TGI o que representaria uma massa de 0,4% do PC, sendo este valor aumentado para 66% (1,93% do PC) aos 84 dias de idade. Já o abomaso que representa 51% da massa do TGI ao nascimento, aos 84 dias equivale apenas a 19% (Church et al., 1988), corroborando com o processo de evolução do TGI de bezerros ruminantes ao longo de seu desenvolvimento corporal.

Para conversão das exigências para ganho de PCVZ (GPCVZ) em exigências para ganho de peso corporal (GPC), recomenda-se utilizar o valor médio de 0,958, encontrado nessa pesquisa, que é próximo ao recomendado pelo NRC (2000) de 0,956.

Segundo Anderson et al. (1997), a ingestão de alimentos sólidos aumenta após o desaleitamento, sendo o incremento no consumo de matéria seca responsável pela aceleração nas mudanças físicas e fisiológicas do trato gastrointestinal do bezerro. A presença de alimentos sólidos aumenta a produção de ácidos graxos voláteis acelerando a função metabólica do rúmen, a motilidade ruminal, o desenvolvimento epitelial e muscular do rúmen, além das mudanças anatômicas no trato gastrointestinal. O consumo de concentrado

está associado a modificações histológicas na parede ruminal, relacionada ao aumento de tamanho e densidade de papilas ruminais e da parede do rúmen. Já o volumoso estaria relacionado a mudanças anatômicas no TGI, aumento de tamanho e volume do rúmen - retículo e a manutenção do pH do rúmen.

Nos primeiros 90 dias, a alimentação foi constituída principalmente de matéria seca de leite (77%), explicando os menores consumos absolutos nesta fase. Nos 90 dias posteriores, a matéria seca do leite foi sendo substituída gradualmente pelo consumo de matéria seca de concentrado e representou em média 43% (Tabela 3).

Tabela 3 - Consumos médios diários de bezerros Nelore lactentes.

Per.	Consumos					
	MS(kg/dia)	MS (%PC)	NDT (kg/dia)	CEM (Mcal/dia)	CEM Kcal/PCVZ <sup>0,75</sup>	GMD (kg/dia)
A <sup>1</sup>	1,12±0,05	1,81±0,13	0,98±0,06	3,61±0,21	141,33±7,66	0,75±0,02
B <sup>2</sup>	2,54±0,09	2,35±0,13	1,80±0,11	6,51±0,39	194,03±13,51	1,06±0,04

<sup>1</sup>Período de 0 a 90 dias; <sup>2</sup>Período de 90 a 180 dias; MS = matéria seca; NDT = nutrientes digestíveis totais; CEM = consumo de energia metabolizável; GMD = ganho médio diário.

Os consumos expressos em %PC foram de 1,81% e 2,35% aos 90 e 180 dias respectivamente. Esses valores estão bem abaixo dos recomendados pelo NRC (2000), que é de 35,3g/kg PV. Porém espera-se um menor CMS para animais zebuínos, principalmente em razão da menor produção de leite das vacas.

Os teores de NDT foram de 89,00% e 70,81% para os períodos de 0 a 90 e de 90 a 180 dias pós parto. O elevado valor de NDT no período de 0 a 90 dias pode ser explicado pelo alto valor energético do leite que constituiu a maior parte da dieta dos bezerros. Nesta fase o animal utiliza basicamente a lactose como fonte imediata de energia, vitaminas e cátions bivalentes. Até 3

semanas as proteínas do soro e a lactose passam rapidamente para o intestino, e os coágulos de gordura e proteína são degradados gradualmente, sendo assim, os produtos passam lentamente ao intestino para completar sua digestão e absorção (Swenson & Reece, 1996). Segundo estes autores, aos 56 dias os bezerros estão com o metabolismo intermediário desviado da utilização de glicose para a formação dos AGV passando do processo insulina - sensitivo para o insulina - resistente. A partir deste ponto ocorre uma maior dependência de volumosos como fonte de energia, concomitante com a maior estruturação dos componentes gástricos que são bem mais desenvolvidos no animal adulto.

Em função da pequena ingestão de alimentos sólidos não foi possível estimar o coeficiente de digestibilidade da FDN<sub>cp</sub> na fase de 0 a 90 dias de pós parto.

Tabela 4 – Digestibilidade dos componentes da dieta de bezerros Nelore lactentes.

Per.	Digestibilidade aparente total					
	MS	PB	EE	FDN <sub>cp</sub>	CNF	NDT (%MS)
A <sup>1</sup>	74,00 ± 1,35	74,84 ± 1,21	85,11 ± 1,63	--	78,62 ± 1,10	89,00 ± 4,18
B <sup>2</sup>	71,46 ± 1,58	74,21 ± 1,94	93,57 ± 1,09	52,74 ± 2,55	71,47 ± 2,21	70,81 ± 3,10

<sup>1</sup>Fases de 0 a 90 dias; <sup>2</sup>Fases de 90 a 180 dias; MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN<sub>cp</sub> = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF = carboidratos não fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais.

Realizou-se também um contraste entre as variáveis de interesse com o intuito de comparar animais abatidos aos 90 e 180 dias.

Observaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para o CMS (kg/dia e % PC), para o CEM (Mcal/dia e kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>), NDT (kg/dia) e GMD (kg/dia). Isso indica que à medida que o animal avança na idade, ocorre a troca na ingestão da dieta basal. Paulatinamente o leite é substituído pelos alimentos

sólidos sem, contudo, deprimir seu desenvolvimento. Ou seja, com o aumento da idade é observado um aumento nos requerimentos bem como, maiores ganhos, conseqüência de uma maior ingestão absoluta de energia.

Tabela 5 – Valores de probabilidade (*P*-valor) para as características de interesse

CMS (kg/dia)	CMS (%PC)	NDT (kg/dia)	CEM (kcal/PCVZ <sup>0,75</sup> )	CEM (Mcal/dia)	GMD (kg/dia)
<.0001	0.0016	<.0001	0.0016	<.0001	<.0001

Contraste de interesse testado: Bezerros 90 dias x bezerros 180 dias.

Para as digestibilidades, observou-se que o coeficiente de digestibilidade da proteína não foi diferente ( $P>0,05$ ), porém todos os outros foram (CDEE, CDFDN<sub>cp</sub>, NDT) estatisticamente diferentes ( $P<0,05$ ). As dietas líquidas possuem maior digestibilidade, porém em contrapartida os desempenhos observados são menores em comparação aos animais que efetivamente se tornaram ruminantes funcionais.

Tabela 6 – Valores de probabilidade (*P*-valor) para as características de interesse

CDPB (%)	CDEE (%)	CDFDN <sub>cp</sub> (%)	CDCNF (%)	NDT (%MS)
0.7785	0.0030	<.0001	0.0042	0.0133

Contraste de interesse testado: Bezerros 90 dias x bezerros 180 dias.

Os parâmetros das equações de ganho podem ser visualizados abaixo (Tabela 7). Observa-se que as exigências de proteína aumentaram com o aumento do peso corporal dos bezerros. Isto mostra que os animais nessa fase se encontram em crescimento acelerado. Sendo assim o *turnover* protéico destes animais foi intenso, ou seja, a atividade de crescimento intenso proporcionou alta atividade de síntese e degradação. Os requerimentos de energia líquida também foram crescentes, à medida que houve aumento do

peso corporal, indicando que com o aumento do peso houve acréscimo nos teores de gordura corporal (Tabela 8), corroborando com dados de Gonçalves et al. (1991); Lana et al. (1992); Fontes (1995) e Paulino (1996).

Tabela 7 - Parâmetros das equações usadas para estimar os conteúdos corporais de energia, proteína e minerais de bezerros Nelore lactentes.

Itens	a	b	S <sub>xy</sub>
Energia (Mcal)	1,17980	1,1805	60,0358
Proteína (kg)	0,13500	1,0351	2,1526
Ca (kg)	0,09100	0,6019	0,4927
P (kg)	0,00894	0,9629	0,0533
Mg (kg)	0,00045	0,9827	0,0104
Na (kg)	0,00126	0,9791	0,0109
K (kg)	0,00165	0,9364	0,0123

$$Y = a \cdot X^b$$

Signoretto et al. (1999), trabalhando com bezerros holandeses, encontraram comportamentos semelhantes para exigências de proteína e energia, porém os resultados foram levemente superiores aos encontrados neste trabalho. Para um bezerro holandês de 100 kg de PC foram encontrados requerimentos de proteína de 180,54 g/kg GPCVZ e para um de 200 kg estes foram de 182,22 g/kg GPCVZ. Esses resultados foram 9,14 e 7,76% superiores aos encontrados na presente pesquisa que foram de 164,03 e 168,07 g/kg GPCVZ para bezerros Nelore. Para as exigências de energia, simulando as mesmas condições anteriormente citadas, os requerimentos foram de 2,16 e 2,57 Mcal/kg PCVZ, resultados 32,07 e 28,60% inferiores aos encontrados no presente trabalho que foram da ordem de 3,18 e 3,60 Mcal/kg PCVZ, respectivamente. Araújo et al. (1998), trabalhando com bezerros mestiços holandês x zebu, encontraram valores intermediários aos de Signoretto et al. (1999) e aos do presente trabalho. Para proteína os valores encontrados foram

de 180 e 190 g/kg GPCVZ, porém a faixa de peso trabalhada foi maior o que pode explicar a magnitude da diferença entre as respostas. Para energia os valores encontrados foram também inferiores aos encontrados neste experimento. Araújo et al. (1998) encontraram os valores de 2,07 e 2,81 Mcal/kg PCVZ, para os pesos (PC) de 100 e 200 kg.

Tabela 8 – Exigências líquidas de nutrientes de bezerros Nelore lactentes.

PC	Exigências Líquidas						
	Proteína (g)	Energia (Mcal)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	Na (g)	K (g)
50	160,09	2,80	11,72	7,46	0,37	1,14	1,21
75	162,38	3,02	9,97	7,34	0,37	1,13	1,18
100	164,03	3,18	8,89	7,27	0,37	1,12	1,16
150	166,38	3,42	7,57	7,16	0,37	1,11	1,13
200	168,07	3,60	6,75	7,08	0,36	1,11	1,11
225	168,77	3,68	6,44	7,05	0,36	1,10	1,10

PCVZ = PC x 0,9622

Em relação às exigências de ganho dos macrominerais observaram-se resultados inferiores àqueles encontrados por Signoretti et al. (1999) e Araújo et al.(1998) . Para animais de 100 kg de PC e ganho de 1 kg de GPCVZ esses autores verificaram, respectivamente, exigências de 15,63, 16,51 g para cálcio, 10,06 e 8,55 g para fósforo, 0,35 e 0,28 g para magnésio, 1,24 e 1,12 g para sódio e 1,93 e 1,97 g para potássio.

Porém os comportamentos observados foram semelhantes para quase todos, ou seja, uma constante para os teores de P, Mg, Na e K e um decréscimo nas exigências de cálcio. A redução observada para o cálcio encontra-se de acordo com a apresentada no BR-CORTE, (Valadares Filho et al., 2006).

Os coeficientes encontrados para a equação que leva em conta a ER, PCVZ e o GPCVZ foram 0,0932 e 0,9157 para a e b, respectivamente. Teoricamente o coeficiente b deveria ser sempre maior que um, pois à medida que ele aumenta o ganho de peso de corpo vazio, o animal deveria aumentar a deposição e exigência de energia. Porém, provavelmente devido ao pequeno número de informações não foi possível encontrar um coeficiente maior que um. Outro motivo pode residir na composição do ganho. Nesta fase a deposição de proteína é muito mais acentuada em detrimento da de gordura e esta por sua vez acarreta maior retenção de energia no corpo visto seu maior calor de combustão. Ao agrupar uma grande quantidade de dados, Valadares Filho et al., (2006) obtiveram coeficiente maior que um.

Avaliando os valores obtidos para bezerros de 225 kg mostrados na Tabela 8 (6,44 g de cálcio), esses são menores que os 6,63 g de cálcio citados pelo BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006) para animais de 250 kg ganhando 0,5 kg/dia.

A quantidade relativamente constante de minerais na carcaça pode ser atribuída à taxa de deposição de tecido ósseo na fase em questão estar diminuindo levemente. Visto que, 99% do cálcio, 80% do fósforo e 70% do magnésio corporal estão presentes no esqueleto (NRC, 2000).

Observa-se que as exigências de proteína metabolizável de 507,72g encontradas para bezerros lactentes de 225 kg (Tabela 9) são cerca de 9% inferiores às descritas no BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006) para animais não lactentes de 225 kg ganhando 1 kg/dia, de 557,98g. Porém no banco de dados do sistema BR-CORTE, observa-se que o peso corporal final

mínimo do banco de dados foi de 245,49 kg para machos não castrados e não existiam informações de animais lactentes neste banco.

Tabela 9 – Exigências líquidas de proteína, eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (k) e exigências de proteína metabolizável para ganho (PM<sub>g</sub>) e manutenção (PM<sub>m</sub>) de bezerros Nelore lactentes.

PC	PR (g)	K	PM <sub>g</sub>	PM <sub>m</sub>	PM <sub>total</sub>
50	160,09	0,78	196,83	75,21	272,04
75	162,38	0,75	206,94	101,94	308,88
100	164,03	0,72	216,96	126,49	343,45
150	166,38	0,67	238,08	171,45	409,53
200	168,07	0,61	261,98	212,73	474,71
225	168,77	0,59	275,34	232,38	507,72

PCVZ = PC x 0,9622; GPCVZ = 0,958GPC; PM<sub>m</sub> = 4g . PC<sup>0,75</sup>; PM<sub>g</sub> = PR/K; K = 83,4 – 0,114 PCVZ para PCVZ < 300kg; PC = peso corporal; PR = exigências líquidas de proteína; K = eficiência de utilização da proteína metabolizável.

Tabela 10 - Exigências de energia metabolizável e de NDT para bezerros lactentes.

PC	Exigências			
	EM <sub>m</sub> (Mcal/dia)	EM <sub>g</sub> (Mcal/dia)	EM <sub>total</sub> (Mcal/dia)	NDT (1 kg GPC)
50	1,88	4,06	5,94	1,40
75	2,55	4,38	6,93	1,64
100	3,16	4,62	7,78	1,84
150	4,29	5,28	9,57	2,26
200	5,32	5,56	10,88	2,57
225	5,81	5,67	11,48	2,71

PCVZ = PV x 0,9622; GPCVZ = 0,958GPC; Kg = 0,66 (50 a 100 kg); Kg = 0,62 (150 a 225 kg); EM<sub>m</sub> = 0,1 Mcal/PC<sup>0,75</sup> BR-CORTE (2006); ED = EM/0,96; NDT = ED/4,409; PC = peso corporal; EM<sub>m</sub> = energia metabolizável para manutenção (Mcal/dia); EM<sub>g</sub> = energia metabolizável para ganho (Mcal/dia); EM<sub>total</sub> = requerimentos totais de energia metabolizável (Mcal/dia); NDT = nutrientes digestíveis totais.

Na Tabela 10 são apresentadas as exigências de energia metabolizável e NDT para manutenção e ganho de peso corporal de 1,0 kg/dia de bezerros Nelore lactentes . No sistema BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006), estes valores são de 3,41, 3,66 e 4,04 kg/dia de NDT para machos não castrados, castrados e fêmeas, respectivamente. Valores estes pouco superiores aos

encontrados neste experimento. Porém os animais foram agrupados conjuntamente e encontravam-se mais leves que os 250 kg de PC apresentados pelo BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006).

As exigências líquidas e dietéticas para manutenção dos macrominerais calculadas de acordo com as equações e biodisponibilidades citadas pelo NRC (2000) e ARC (1980), que também foram adotadas pelo BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006) encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11 – Exigências líquidas (L) e dietéticas (D) de minerais para manutenção bezerros Nelore lactentes (g/dia).

PC	Ca		P		Mg		Na		K	
	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D
50	0,77	1,54	0,80	1,18	0,15	0,88	0,34	0,37	5,93	5,93
75	1,16	2,32	1,20	1,76	0,23	1,35	0,51	0,56	8,34	8,34
100	1,54	3,08	1,60	2,35	0,30	1,76	0,68	0,75	10,80	10,80
150	2,31	4,62	2,40	3,53	0,45	2,65	1,02	1,12	15,58	15,58
200	3,08	6,16	3,20	4,71	0,60	3,53	1,36	1,49	20,40	20,40
225	3,47	6,94	3,60	5,29	0,68	4,50	1,53	1,68	22,81	22,81

<sup>1</sup>Considerando CMS = 2% do PV

As exigências dietéticas de minerais para ganho de peso de bezerros Nelore lactentes encontradas neste experimento (Tabela 12) foram bem abaixo daquelas apresentadas no BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006). Para o cálcio os valores encontrados foram mais discrepantes, sendo cerca de 50 % inferiores aos apresentados no BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006).

Tabela 12 – Exigências dietéticas de minerais (g/kg de ganho de peso corporal) de bezerros Nelore lactentes.

PC	Exigências dietéticas (g/dia)				
	Ca	P	Mg	Na	K
50	22,46	10,51	2,09	1,20	1,16
75	19,10	10,34	2,09	1,19	1,13
100	17,03	10,24	2,09	1,18	1,11
150	14,50	10,09	2,09	1,17	1,08
200	12,93	9,97	2,03	1,17	1,06
225	12,94	9,93	2,03	1,16	1,05

As exigências dietéticas totais (manutenção + ganho de peso) de bezerros Nelore podem ser observadas na Tabela 13. Comparando com os dados de bezerros de 225 kg ganhando 1 kg de PC por dia, as exigências P (15,22g); Mg (6,53g); Na (2,84g) e K (23,86g) foram semelhantes às do sistema BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006).

Tabela 13 – Exigências dietéticas totais (manutenção + ganho de peso) de minerais para bezerros Nelore lactentes

PC	Exigências (g/kg de ganho PC)				
	Ca	P	Mg	Na	K
50	24,00	11,69	2,97	1,57	7,09
75	21,42	12,10	3,44	1,75	9,47
100	20,11	12,59	3,85	1,93	11,91
150	19,12	13,62	4,74	2,29	16,66
200	19,09	14,68	5,56	2,66	21,46
225	19,88	15,22	6,53	2,84	23,86

O conhecimento geral dos requerimentos nutricionais de bezerros permite maiores conclusões a respeito do manejo em relação a eles, ou seja, estabelecer o momento correto e quais níveis de nutrientes deve ser fornecido para alcançar os resultados pretendidos. Sendo assim estas informações

poderiam ser úteis, por exemplo, em uma simulação da necessidade ou não de suplementar esses animais.

Figueiredo et al. (2007) avaliaram as respostas produtivas e econômicas de quatro sistemas de alimentação durante o ciclo produtivo de bovinos de corte recriados em pastagens tropicais como alternativa na redução na idade de abate, sendo as idades de 18, 24, 30 e 40 meses avaliadas. As taxas de retorno do capital investido com a terra indicaram que o abate aos 18 meses parece ser a alternativa economicamente mais vantajosa. E para que isso ocorra, altos ganhos médios diários são condições imprescindíveis, o que embute a necessidade da utilização do *creep feeding*.

O lento crescimento dos bezerros do nascimento a desmama e desta ao sobreano tem contribuído para o baixo desempenho observado nos sistemas de produção de bovinos de corte (Cezar & Euclides Filho, 1996).

Marques et al. (2005), avaliando 174 bezerros meio sangue Nelore x Red Angus, verificaram que os animais suplementados durante a fase de amamentação forma desmamados cerca de 9,4% mais pesados que bezerros não suplementados.

Segundo Silveira et al. (2001), bezerros desmamados com maior peso produzem carcaças mais pesadas ao final de um mesmo tempo de confinamento para produção de bovinos superprecoces. Isto, segundo os autores, poderia ser alcançado com uma estratégia de suplementação durante a lactação.

Vaz & Restle (2003) observaram que o ganho de peso na fase de aleitamento exerce influencia sobre o peso aos 12, 18 e 24 meses.

Com vista nisto, segue abaixo (Tabela 14) uma simulação da energia excretada via leite ao longo da lactação das vacas avaliadas.

Tabela 14 - Fornecimento dos Requerimentos Nutricionais dos Bezerros via leite.

SL	PL (kg/dia)	Energia secretada no leite (Mcal/dia)
7,0	7,23	5,46
8,0	7,25	5,47
8,5	7,25	5,47
9,0	7,25	5,47
10,0	7,23	5,46
12,0	7,15	5,40
14,0	7,06	5,33
16,0	6,94	5,24
18,0	6,83	5,16
22,0	6,62	5,00
26,0	6,44	4,86

SL = semana de lactação, PL =  $5,9579 + 0,4230.S \times e^{(-0,1204*S)}$ ; Energia leite = 0,75 Mcal/kg

Tomando-se por base o NRC (2000), um animal macho não castrado em crescimento com PC inicial de 200 kg possui requerimento energético de manutenção de 4,1 Mcal/dia. Animais com este PC foram somente observados a partir da 25ª semana. Casos estes animais estivessem se alimentando somente de leite eles suportariam a manutenção de peso com leves ganhos.

A taxa de ganho desejada iria influenciar o momento adequado para a suplementação. Se a taxa de Ganho desejada fosse de 0,5 kg/dia o animal suportaria um dieta exclusivamente de leite até a 12ª semana de vida pois seus requerimentos totais seriam de 5,37 Mcal/dia (4,1 Mcal/dia para manutenção e 1,27 Mcal/dia para ganho de 0,5 kg/dia). Nessa fase, os ganhos observados neste experimento foram de 0,75 kg/dia, que são condizentes com esses resultados, pois os animais se alimentavam basicamente de leite. Porém se os

ganhos almejados fossem da ordem de 1 kg/dia, os requerimentos nutricionais desses animais seriam de 6,82 Mcal/dia (4,1 Mcal/dia da manutenção e 2,72 Mcal/dia para ganho de 1,0 kg/dia). Em nenhum momento só a lactação é capaz de fornecer essa quantidade de energia ao animal, nem mesmo no pico, e para que isso fosse possível as vacas teriam que produzir cerca de 9,1 litros de leite/dia, o que não é verificado na prática para vacas Nelore. Sendo assim, recomendar-se-ia suplementar esses animais o quanto antes para que suas exigências nutricionais fossem atendidas.

Araújo et al. (1999), trabalhando com bezerros mestiços de corte verificaram que para um animal com 150 kg de PC, as exigências de energia líquida para manutenção foram de 2,86 Mcal/dia, e as exigências de energia líquida para ganho de 1 kg de peso de corpo vazio foram de 2,47 Mcal/dia, totalizando assim exigências diárias de 5,33 Mcal/dia. O leite supre essas quantidades de energia somente até a 14<sup>a</sup> semana da lactação, sendo assim recomendar-se-ia, baseado nestas recomendações, entrar com a suplementação a partir desta fase.

## Conclusões

Recomendam-se utilizar as seguintes equações para estimar os conteúdos corporais dos nutrientes para bezerros Nelore de 0 a 180 dias:  
Proteína (g/dia) =  $0,135 \times \text{PCVZ}^{1,0351}$ , Energia (Mcal/dia) =  $1,1798 \times \text{PCVZ}^{1,1805}$   
,Ca (g/dia) =  $0,091 \times \text{PCVZ}^{0,6019}$ , P (g/dia) =  $0,00894 \times \text{PCVZ}^{0,9629}$ , Mg (g/dia) =  
 $0,00045 \times \text{PCVZ}^{0,9827}$ , Na (g/dia) =  $0,00126 \times \text{PCVZ}^{0,9791}$ , K(g/dia) =  $0,00165 \times$   
 $\text{PCVZ}^{0,9364}$ .

## LITERATURA CONSULTADA

- ANDERSON, K. L.; NAGARAJA, T. G.; MORRIL, J. L. Ruminal metabolic development in calves weaned conventionally or early. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.5, p.1000-1005, 1997.
- ARAUJO, G. G. L.; SILVA, J. F. C. et al. Composição Corporal e Exigências Líquidas de Energia e Proteína de Bezerros Alimentados com Dietas contendo diferentes níveis de volumoso. **R. Brás. Zootec.**, v.27, n.5, p.1013-1022, 1998.
- CALEGARE, L.N.P. **Exigências e eficiência energética de vacas de corte Nelore e de cruzamentos Bos taurus x Nelore**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2004, 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 2004.
- CEZAR, I.M.; EUCLIDES FILHO, K. **Novilho precoce: reflexos na eficiência e economicidade do sistema de produção**. Campo grande: EMBRAPA/CNPQC, 1996. 31p. (Documentos, 66).
- CHURCH, D. C. **The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition**. Prentice - Hall Inc. New Jersey. 1988.
- FERRELL, C.L., JENKINS, T.G. Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, v.61, n.2, p.725-741, 1985.
- FIGUEIREDO, D. M.; OLIVEIRA, A. S.; SALES, M. F. L.; et al. Análise econômica de quatro estratégias de suplementação para recria e engorda de bovinos em sistema pasto-suplmento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n5, p. 1443-1453, 2007.
- FONTES, C. A. A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeus x zebu. Resultados experimentais. In: PEREIRA, J. C. (Ed). SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGENCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...Viçosa: JARD**, 1995. p. 419-455.
- GONÇALVES, L. C. COELHO DA SILVA, J. F., VALADARES FILHO, S. C. 1991. Composição do ganho de peso em taurinos, zebuínos, seus mestiços e bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, 20(3): 413-419.
- LICITRA, G., HERNANDEZ, T. M., VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**. v.57, p 347-358, 1996.
- MARQUES, J. A., ZAWADZKI, F., CALDAS NETO, S. F. ET AL. Efeitos da suplementação alimentar de bezerros mestiços sobre o peso a desmama e taxa de prenhez de vacas multiparas Nelore. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. V. 13, n.3, p.92-96, 2005.
- McCARTER, M.N.; BUCHANAN, D.S.; FRAHM, R.R. Comparison of crossbred cows containing various proportions of Brahman in spring or fall calving

- systems: II. Milk production. **Journal of Animal Science**, v.69, n.1, p.77-84, 1991.
- SWENSON, M. J. & REECE, W. O. **Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11ª ed. Guanabara Koogan. 1996. 842p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 2000. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 2001. 381p.
- PAULINO, M. F. Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K), de bovinos não castrados de quatro raças zebuínas diferentes terminados em confinamento. Viçosa, MG:UFV, 1996. 80p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- PORTO, M. O. **Suplementos múltiplos para bovinos de corte nas fases de cria, recria e terminação em pastagem de *Brachiaria Decumbens***. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 140p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- ROY, J. H. B. The calf. 5 ed. Lndon : Butterworths, 1990. v. 1. Management of health. 258p.
- SIGNORETTI, R. D.; SILVA, J. F. C. et al. Composição Corporal e Exigências Líquidas de Energia e Proteína de Bezerros da Raça Holandesa Alimentados com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Volumoso. **R. Bras. Zootec.**, v.28, n.1, p.195-204, 1999.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165 p.
- SILVEIRA, A. C.; ARRIGONI, M. B.; OLIVEIRA, H. N.; et al. Produção de novilho superprecoce. In: SIMPOSIO DE PRODUCAO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMCORTE, 2001. P. 37-54.
- TERNOUTH, J. H.; PRYOR, W. J. The effect of early weaning rations upon the efficiency of growth and carcass production with some observations on the development of forestomachs in calves. **Journal of Animal Science**, Cambridge, v.74, p.559-569, 1970.
- VALADARES FILHO, S. C.;PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências Nutricionais de Zebuínos e Tabelas de Composição de Alimentos - BR - CORTE**. 1. ed. – Viçosa : UFV, DZO, 2006. 142p.
- VAN SOEST, P. J; ROBERTSON, J. B. and LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**. 74: 3583-3590, 1991.
- VAZ, F. N.; RESTLE, J. Ganho de peso antes e após os sete meses no desenvolvimento e nas características de carcaça e carne de novilhos charolês abatidos aos dois anos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n.3 p. 699-708, 2003.