



## Exigências nutricionais de vacas nelores primíparas lactantes<sup>1</sup>

Mozart Alves Fonseca<sup>2</sup>, Sebastião de Campos Valadares Filho<sup>3</sup>, Lara Toledo Henriques<sup>4</sup>, Pedro Veiga Rodrigues Paulino<sup>3</sup>, Edenio Detmann<sup>3</sup>, Pedro Del Bianco Benedeti<sup>5</sup>, Leandro Diego da Silva<sup>5</sup>, Paloma de Melo Amaral<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Pesquisa realizada com apoio do CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, DZO-UFV, Viçosa, MG, 36570-000.

<sup>3</sup> Departamento de Zootecnia, UFFV, Viçosa, MG, 36570-000.

<sup>4</sup> UFPB.

<sup>5</sup> Programa de Graduação em Zootecnia, DZO-UFV, Viçosa, MG, 36570-000.

**RESUMO** - Objetivou-se avaliar as exigências nutricionais de proteína e energia de vacas nelores em lactação no período de 0 a 180 dias. Foram utilizadas 20 vacas primíparas com peso corporal médio ao parto de 362±25 kg. Quatro vacas foram abatidas logo após o parto e foram consideradas grupo referência. Do parto aos 90 dias, quatro vacas receberam alimentação restrita na proporção de 1,5% do peso corporal (PC), em porcentagem da matéria seca (MS), e 12 foram alimentadas à vontade. Aos 90 dias do pós-parto, foram abatidas oito vacas (quatro de cada oferta alimentar). 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. Os conteúdos corporais de proteína e energia foram estimados pelo equação  $Y = a \cdot X^b$ , em que X é 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 ganho de PCVZ (GPCVZ)/ganho de PC (GPC). As exigências líquidas de energia para manutenção ( $EL_m$ ) foram de 97,84 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup> e as de energia metabolizável para manutenção ( $EM_m$ ), 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 diminuíram com o aumento do PC, enquanto os de energia aumentaram. No leite das vacas, foram determinados teores médios de 3,71; 3,88; e 4,74%, respectivamente, de proteína bruta, gordura e lactose. A exigência de  $EL_m$  para lactação de vacas nelores é de 97,84 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>, enquanto a de  $EM_m$  é de 140,17 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup> e a de proteína metabolizável, de 52,8 g. Para produzir 1 kg de leite com 4% de gordura, vacas nelores 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 and energy 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±25 kg were used. Four cows were slaughtered soon after calving 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* eight cows were slaughtered (four from each feeding system). From 90 to 180 days, four cows were reallocated for maintenance (1.8% BW in DM) and four remained in voluntary intake, and all were slaughtered at the end of the period. The contents of protein and energy were estimated by the equation  $Y = a \cdot X^b$ , in which X is the empty body weight (EBW), and a and b are the parameters of the allometric equation. Ratios obtained for empty body weight (EBW)/BW and empty body gain (EBWG)/BWG were 0.894 and 0.936, respectively. The net energy for maintenance ( $NE_m$ ) were 97.84 kcal/EBW<sup>0.75</sup> and the metabolizable energy for maintenance ( $ME_m$ ) were 140.17 kcal/EBW<sup>0.75</sup>. 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. The  $NE_m$  requirement for lactating Nellore cows is 97.84 kcal/EBW<sup>0.75</sup>, while  $ME_m$  is 140.17 kcal/EBW<sup>0.75</sup> and metabolizable protein requirement is 52.8 g. To produce 1 kg of milk with 4% fat Nellore cows need 0.300 kg TDN.

Key Words: efficiency of lactation, metabolizable protein, milk energy, net energy

## Introdução

O conhecimento das exigências nutricionais de vacas zebuínas em lactação é essencial para melhoria do desempenho produtivo do rebanho e da 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 é constituído de vacas (Calegare et al., 2007) e 70-75% de toda a energia requerida para produção de carne é usada para as funções vitais destes animais (Ferrel & Jenkins, 1985). O rebanho de cria, ou seja, o par vaca/bezerro, utiliza 65 a 75% da energia requerida por todo o sistema de produção, considerando-se uma situação de ciclo completo. Portanto, cerca de 50% de toda a energia requerida para produzir carne é usada para manutenção das vacas. Desta forma, o conhecimento das exigências nutricionais das matrizes e de suas respectivas crias é indispensável.

Conhecendo-se as exigências nutricionais de vacas de corte em lactação poder-se-á construir informações extremamente relevantes, que são a base de todos os outros sistemas de criação, que dependem do setor de cria para fornecimento do novo contingente de animais. Com isto, dietas mais adequadas poderiam ser balanceadas na tentativa de 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 e proteína de vacas nelores lactantes do parto aos 180 dias de lactação.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, nos meses 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 36±225 kg e 24 meses de idade. Logo após o parto, um grupo de quatro vacas foi abatido para estimação da composição corporal inicial dos animais que permaneceram no experimento (grupo referência). As outras 16 vacas foram mantidas até os 90 dias, sendo 12 vacas do grupo desempenho, cuja alimentação foi fornecida à vontade 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 grupo manutenção e quatro do grupo de desempenho. Dos oito animais restantes, quatro foram realocados para manutenção, com oferta de matéria seca (MS) de 1,8% do PC, e as outras quatro vacas mantiveram-se em consumo voluntário (grupo de desempenho).

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*. As baias eram de piso de concreto, providas de comedouro e bebedouro 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 nem eles ao conteúdo do cocho das vacas. Assim, foi possível a mensuração do consumo individual diário das vacas e dos bezerros.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 7 h e às 16 h. 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 de milho grão (81,7%), farelo de soja (12,6%), sal mineral (2,7%) e ureia/sulfato de amônio 9:1 (3%) (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 à vontade.

O consumo foi mensurado diariamente, sendo coletadas amostras do volumoso, do concentrado e das sobras. Essas

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

Item	Silagem de milho	Concentrado	Dieta
Matéria seca (MS)	33,06	84,67	48,54
Matéria orgânica, %MS	92,00	95,61	93,08
Proteína bruta (PB), %MS	6,31	19,24	10,19
PIDN, %PB	18,40	7,86	15,24
PIDA, %PB	13,31	7,59	11,59
Extrato etéreo, %MS	3,56	3,91	3,67
FDN, %MS	60,93	12,06	46,27
FDN <sub>p</sub> , %MS	57,76	11,22	43,80
FDN <sub>cp</sub> , %MS	55,80	11,04	42,37
CNF <sub>cp</sub> , %MS	26,34	61,42	36,86
FDA, %MS	38,70	5,35	28,70
FDA <sub>cp</sub> , %MS	34,45	3,81	25,26
Lignina, %MS	5,51	1,85	4,41
Cálcio, %MS <sup>1</sup>	0,30	0,61	0,39
Fósforo, %MS <sup>1</sup>	0,19	0,44	0,27
FDN <sub>i</sub> , %MS	22,26	1,80	16,12

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.

<sup>1</sup> BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006).

amostras foram devidamente identificadas e armazenadas em *freezer* a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ao final de cada semana, uma amostra composta foi elaborada e seca ( $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Posteriormente, outra amostra composta representando o período de 28 dias foi feita 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 ( $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) e moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm. As amostras obtidas foram armazenadas em recipientes de plástico para posteriores análises laboratoriais.

Foram realizados ensaios de digestibilidade a cada período de 28 dias. 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 ( $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) por 72 horas e, em seguida, moídas em moinho de facas (1 mm). Uma amostra composta foi obtida por animal a cada período experimental.

Para quantificação da excreção fecal, foi utilizada a fibra em detergente neutro indigestível ( $\text{FDN}_i$ ), sendo o teor de  $\text{FDN}_i$  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 descrito por Casali et al. (2008).

Os animais foram pesados ao parto, data que marcou o início do experimento. Pesagens sucessivas foram feitas a cada 28 dias, sempre precedidas de 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 descrito por 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 o leite residual produzido no dia anterior. Após o período de amamentação, foram separados outra vez das vacas até às 12h. Sequencialmente, duas pesagens (antes e depois da mamada) foram realizadas às 12h e 18h, 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 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 análises na Embrapa Gado de Leite.

As análises químico-bromatológicas foram realizadas conforme descrito por 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, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA), foram obtidos de acordo com protocolos descritos por Van Soest et al. (1991) e Licitra et al. (1996), respectivamente.

A concentração de energia digestível (ED) da dieta foi obtida pela equação proposta pelo NRC (2001):  $\text{ED (Mcal/kg)} = 5,65 \times \text{PBD} + 9,39 \times \text{EED} + 4,15 \times \text{FDN}_{\text{cp}} \text{D} + 4,15 \times \text{CNFD}$ . Os valores de energia metabolizável (EM) da dieta foram calculados como  $\text{EM} = \text{ED} \times 0,82$ , (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 estimação do PCVZ inicial dos animais mantidos no experimento. Dentro de cada faixa de idade de abate (90 e 180 dias), foi escolhido aleatoriamente um animal para representar o grupo. Desses animais, foram retiradas amostras de cabeça e membros, para posteriores separação física do tecido mole, dos ossos e do 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  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 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 e gordura 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, traqueia 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 descrito por 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 encaminhadas novamente 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, 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 e proteína 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 e energia 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) retido no corpo vazio; a e b = parâmetros de

ajustamento da regressão do conteúdo de gordura, proteína e energia em função do PCVZ; X = PCVZ; e = erro aleatório.

Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de energia e proteína 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 e proteína no ganho de peso de corpo vazio; a e b = como descritos anteriormente; X = 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 (kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>) e o CEM (kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>) em que  $Y = a.e^{b.CEM}$ , Y = produção de calor (PC) em kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>; a = intercepto (exigência de energia líquida para manutenção); X = consumo de energia metabolizável CEM (kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>);

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  $EL_{leite}$  (Mcal/kg) = 0,0929 × % GORD<sub>LEITE</sub> + 0,0547 × % PB<sub>LEITE</sub> + 0,0395 × % LACTOSE<sub>LEITE</sub>, 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<sup>0,75</sup>) = 61,958 - 0,44.CEM (kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>).

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<sup>0,75</sup>) e o consumo de energia metabolizável (kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>). As exigências de ED e NDT para ganho foram obtidas de forma semelhante àquelas 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> segundo recomendações do BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2010).



A produção de proteína bruta microbiana ( $PB_{mic}$ ) foi calculada considerando que a síntese microbiana seria de 120 g/kg de NDT. As exigências de PDR foram calculadas como  $1,11 \times PB_{mic}$  (Valadares Filho et al., 2010) 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  $PB_{leite} \times 0,95$  (AFRC, 1993).

A eficiência de utilização da proteína para lactação ( $k_1$ ) foi considerada 0,67 conforme descrito no NRC (2001). Assim as exigências de proteína metabolizável para lactação foram obtidas dividindo-se a PRV/ $k_1$ .

## Resultados e Discussão

Para obtenção do peso de corpo vazio inicial dos animais ( $PCVZ_i$ ), 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., 2010) de 0,895.

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 valor de 0,935 indicado no BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2010) para animais da raça Nelore, e levemente inferior ao citado pelo NRC (2000) de 0,956.

As exigências de energia líquida para manutenção ( $EL_m$ ) foram obtidas pela equação  $PC = 97,84e^{0,0024 \cdot CEM}$ ,  $s_{XY} = 0,5578$ .

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  $EM_m = 140,17 kcal/kg^{0,75}$ . 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/ $PC^{0,75}$  e eficiência de conversão da EM para  $EL_1$  de 72%. A eficiência de mobilização foi de 78%.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso ( $k_g$ ) foi obtida pela equação de regressão entre a energia retida e o consumo de energia metabolizável, 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.

O consumo das vacas na manutenção foi maior 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.

Na condição de manutenção, os animais consumiram 1,6% e 1,8% do PC em MS, para os períodos de 0-90 e de 90-180 dias, respectivamente. Entretanto, observou-se intensa perda de peso nos primeiros 90 dias, resultando em 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 maior extrapolação dos dados. Observaram-se perdas da ordem de 330 g/dia nos primeiros 90 dias, que se estabilizou 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, o que possibilitou maior ganho de peso no decorrer dos períodos experimentais. Os consumos de energia metabolizável em relação ao peso metabólico deveriam ser semelhantes para as condições de manutenção, o que não foi observado, provavelmente pelo fato de os animais estarem mobilizando reservas corporais, especialmente gordura. Em condições de acúmulo de tecido adiposo observa-se maior concentração de leptina, hormônio produzido no tecido adiposo e que pode atuar na regulação do consumo.

As exigências de energia metabolizável ( $EM_m$ ) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) para manutenção de acordo

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

Item	Consumos					
	MS (kg/dia)	MS (%PC)	NDT (kg/dia)	EM (kcal/ $PCVZ^{0,75}$ )	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.

com o peso corporal podem ser visualizadas abaixo ( $EM = 0,82 \times ED$ ) (Tabela 3).

O NRC (2000) estabeleceu as exigências de  $EL_m$  de 77 kcal/PC<sup>0,75</sup>, 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.

Valadares Filho et al. (2006) encontraram o valor de 79,35 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia como exigências líquidas de energia de manutenção para estas últimas fêmeas em crescimento. Já Buskirk et al. (1992), trabalhando com vacas angus, encontraram o valor de  $EL_m$  de 72,5 kcal/PV<sup>0,75</sup>. O sistema BR-CORTE, descrito por Valadares Filho et al. (2010), recomenda um valor de 74,2 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup> para exigência diária de zebuínos confinados de diferentes classes sexuais. Se considerados 20% a mais para vacas em lactação (NRC, 2000), o valor obtido neste experimento obtido deveria ser de 89,04 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup> ( $1,2 \times 74,2$ ), resultado 10% inferior aos 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 et al. (2007), trabalhando com vacas nelores lactantes encontrou valores de  $EM_m$  de 141,3 Mcal/kg<sup>0,75</sup>, e Freetly et al. (2006) encontraram  $EM_m$  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  $EL_m$  de vacas Nelore lactantes em função do seu peso corporal metabólico (Tabela 4). Com estes parâmetros podem ser obtidas as exigências líquidas. As exigências líquidas de proteína das vacas foram levemente decrescentes com o aumento do peso (Tabela 5). Isso poderia ser explicado basicamente por duas razões. Por um lado, as vacas estariam mantendo seus pesos corporais, visto que os nutrientes adicionais foram alocados para a produção de leite, 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 foram praticamente idênticas

Tabela 3 - Exigências de energia para manutenção de vacas nelores 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

$EM_m = 140,17$  kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>; 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.

Tabela 4 - Parâmetros das equações de regressão para estimar os conteúdos corporais de proteína e energia

Itens	a	b	$S_{xy}$
Proteína (kg)	0,4612	0,8161	2,2699
Energia (Mcal)	0,8133	1,2389	149,1770

$Y = a \cdot PCVZ^b$ .

às de fêmeas não-lactantes e em crescimento relatadas no BR-CORTE (2010), com variações menores que 2%.

Houve aumento das exigências de energia para ganho de peso com o aumento do peso (Tabela 5). Nessa fase acredita-se que grande parte 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.

Durante o período experimental, observaram-se duas fases distintas em relação ao desempenho e conseqüentemente à 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 por meio do balanço entre a energia metabolizável ingerida e a necessária à mobilização. A  $EM_{perda}$  é dada pela soma da  $EM_{ingerida}$  (14,29 Mcal/dia Tabela 2, grupo de mobilização tecidual) com a  $EM_{lactação}$ , portanto a  $EM_{perda} = EM_{ingerida} - EM_m - EM_{lactação}$ .

O consumo de  $EM_{manutenção}$  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  $EM_{lactação}$  foi de 6,64 Mcal (Produção de leite  $\times$  Energia no leite =  $6,45 \times 1,07$ ). Portanto a  $EM_{perda} = 14,29 - 11,34 - 6,91 = -3,96$  Mcal por dia. Esse valor pode ser convertido para EL se multiplicado 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

Tabela 5 - Exigências líquidas para ganho de proteína e energia de vacas nelores em lactação, expressas para 1 kg de ganho de corpo vazio (GPCVZ)

PC	Exigências líquidas	
	Proteína (g)	Energia (Mcal)
300	134,60	3,83
330	132,26	3,92
360	130,16	4,00
390	128,26	4,08
420	126,52	4,15

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

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 restringida neste período perderam peso, o que caracterizou 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 coincidiu com o pico da curva de lactação, 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 68 g/dia. Além disso, consumiram 6,88 kg MS/dia, equivalente a aproximadamente 1,8% do peso corporal.

O valor obtido de 2,25 kg de NDT para vacas de 300 kg (Tabela 6) é superior àquele apresentado no BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2010) para fêmeas, de 2,07 kg de NDT e 7,47 Mcal/kg de energia metabolizável para ganho, isto provavelmente pelo fato de os animais apresentarem condição fisiológica em que maiores quantidades de nutrientes são necessários.

As exigências de  $PM_{total}$  para vacas nelores lactantes de 300 kg ganhando 1 kg/dia foram de 526,8 g/dia (Tabela 7). Comparando com o valor de 541,10 citado pelo BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2010), esses valores são ligeiramente inferiores, porém deve-se ressaltar que os dados do BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2010) são referentes a fêmeas em crescimento. Esta diferença pode ser em decorrência da

reposição tecidual (diferentes síntese e degradação), sendo portanto uma atividade de alta eficiência.

No sistema BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2010), as exigências de uma vaca não-lactante de 300 kg de peso corporal e ganhando 1kg/dia, são de 635,36; 218,46 e 853,82 g/kg de ganho para PDR (proteína degradada no rúmen), PNDR (proteína não-degradada no rúmen) e PB (proteína bruta), respectivamente. Esses são valores bem próximos aos encontrados neste experimento, que foram de 624,7; 208,3 e 833,0 g/kg para PDR, PNDR e PB respectivamente (Tabela 8). Os valores encontrados foram menores em cerca de 1,68% para PDR, 4,65% para PNDR e 2,44% para PB.

Avaliando diferentes modelos para estimar a produção de leite dessas vacas nelores lactantes, Henriques et al. (2009) recomendaram utilizar o modelo descrito por Jenkins & Ferrell (1984) modificado por Detmann<sup>1</sup>, em que  $PL = 5,9579 + 0,4230.S \times e^{(-0,1204 \times S)}$ , sendo S a semana de lactação. Assim, esse modelo é recomendado para estimar a produção de leite de vacas nelores lactantes.

O pico de produção (7,25 kg/dia) de leite ocorreu às 8,5 semanas de lactação corroborando o NRC (2000). Restle et al. (2003), trabalhando com vacas nelores em lactação, encontraram produção máxima de 5,4 kg/dia aos

Tabela 6 - Exigências de energia para ganho de um kg de peso corporal para vacas nelores lactantes

Peso corporal	Exigências <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 1 kg 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.

Tabela 7 - 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 < 300 kg; 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.

Tabela 8 - Exigências PDR, PNDR, PB e NDT de vacas nelores lactantes

Peso corporal	Proteína g/kg de ganho			NDT (kg)
	PDR	PNDR	PB	
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 × NDT × 1,11; PNDR = (PM<sub>total</sub> - PB<sub>Mic</sub> × 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.

<sup>1</sup> Detmann (Comunicação pessoal), 16/11/2008, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

84 dias de lactação. 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 9). 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 Cerdotes et al. (2004) e abaixo dos 4,28% encontrados por Porto et al. (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 et al. (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 et al. (2009). Já Senna (1996), citado por Restle et al. (1999), encontrou 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 nelores, verificaram que o extrato seco apresentou comportamento quadrático com ponto de máximo aos 117 dias com teor máximo de 14,1% e média de 13,78%. As oscilações nos teores do extrato seco 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 porcentagem de gordura do leite aumenta gradualmente ao longo do dia de lactação, sendo então negativamente correlacionada com a produção de leite da vaca (Lamond et al., 1969; Rutledge et al., 1971).

Para 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, Restle et al. (1999) encontraram valores de 5,1% para vacas nelores.

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

As exigências de energia metabolizável para lactação seriam de (0,75/0,70) 1,07 Mcal/kg de leite produzido,

Tabela 9 - 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

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 e 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 descrita pelo NRC (2001) para estimar a energia do leite:  $EL_{leite} \text{ (Mcal/kg)} = 0,0929 \times \% \text{ GORD}_{LEITE} + 0,0547 \times \% \text{ PB}_{LEITE} + 0,0395 \times \% \text{ LACTOSE}_{LEITE}$ , foram obtidos o valor de 0,76 Mcal de EL/kg de leite e as exigências de EM para lactação de 1,09 Mcal/kg de leite ou 0,300 kg de NDT/kg leite corrigido para 4% de gordura.

O leite apresentou em média 0,75 Mcal/kg (Tabela 9), valor bem próximo dos 0,749 Mcal/kg descritos 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 eficiência de utilização da proteína para lactação de 67% (NRC, 2001), foi obtido o valor de 52,8 g de  $PM_{metabolizável}$  por kg de leite, que é superior aos 44,8 g de  $PM_{metabolizável}$  por kg de leite apresentado para leite com média de 3,15% de PB (NRC, 2001; AFRC, 1993).

## Conclusões

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>. As exigências de proteína metabolizável para lactação são de 52,8 g/kg de leite produzido. 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 nelores lactantes. O leite das vacas nelores lactantes apresenta os valores médios de 3,71% para proteína bruta, 3,88% para gordura e 4,74% para lactose.

## Referências

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.
- 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. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3867-3876, 1992.
- CALEGARE, L.N.P.; ALENCAR, M.M.; PACKER, I.U. et al. Energy requirements and cow/calf efficiency of Nelore and Continental and British Bos taurus x Nelore crosses. **Journal of Animal Science**, v.85, p.2413-2422, 2007.



- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. 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. et al. Energy utilization by high producing dairy cows. II. Summary of energy balance experiments with lactating Holstein cows. In: ENERGY METABOLISM OF FARM ANIMALS, Warsaw, Poland, 1967. **Proceedings...** Warsaw: EAAP, 1967. Publ. 12. p.235.
- FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, v.61, n.3, 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**, v.84, n.8, p.2157-2162, 2006.
- HENRIQUES, L.T.; VALADARES FILHO, S.C.; FONSECA, M.A. et al. Avaliação de modelos não-lineares e da relação do consumo voluntário de vacas primíparas e de bezerros com a curva de lactação de vacas nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1287-1295, 2011.
- HOLLOWAY, J.W.; STEPHEBSM, D.F.; WHITEMAN, J.V. et al. Efficiency of production of 2-and 3-year-old Hereford, Hereford x Holstein and Holstein cows. **Journal of Animal Science**, v.41, n.3, p.855-867, 1975.
- JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L. A note on lactation curves of crossbred cows. **Animal Production**, v.39, n.3, 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, n.4, p.606-611, 1969.
- 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, n.4, p.347-358, 1996.
- LOFGREEN, G.P.; GARRET, W.N.A. System for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.793-806, 1968.
- 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.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2000. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 381p.
- PORTO, M.O.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Fontes de energia em suplementos múltiplos para bezerros nelore em creep feeding: desempenho produtivo e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1329-1339, 2009.
- RESTLE, J.; POLLI, V.A.; ALVES FILHO, D.C. et al. Desenvolvimento de bovinos de corte de diferentes grupos genéticos desmamados aos 3 e 7 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1023-1030, 1999.
- 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.; AHLSCHEWEDE, W.T. et al. Milk yield and its influence on 205-day weight of beef calves. **Journal of Animal Science**, v.33, n.3, p.563-567, 1971.
- SCHMIDT, G.H.; Van VLECK, L.D. **Bases científicas de la producción lechera**. Zaragoza: Acribia, 1976. 583p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Imprensa Universitária - Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165p.
- 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, n.3, p.764-773, 1988.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos - BR - CORTE**. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2006. 142p.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados - BR - CORTE**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2010. 193p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.