

**ALEX LOPES DA SILVA**

**DESEMPENHO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA E  
PROTEÍNA PARA BEZERROS MESTIÇOS HOLANDÊS×GIR LACTENTES  
SOB DIFERENTES PLANOS DE ALIMENTAÇÃO**

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  
2013

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

T

S586d  
2013  
Silva, Alex Lopes da, 1986-  
Desempenho e exigências nutricionais de energia e proteína  
para bezerros mestiços Holandês×Gir lactentes sob diferentes  
planos de alimentação / Alex Lopes da Silva. – Viçosa, MG,  
2013.

xi, 58 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Marcos Inácio Marcondes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Bezerro - Nutrição - Necessidades. 2. Bezerro - Registros  
de desempenho. 3. Bezerro - Composição. 4. Leite.

I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia.  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.


CDD 22. ed. 636.20852

ALEX LOPES DA SILVA

**DESEMPENHO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA E  
PROTEÍNA PARA BEZERROS MESTIÇOS HOLANDÊS×GIR LACTENTES  
SOB DIFERENTES PLANOS DE ALIMENTAÇÃO**

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: 22 de julho de 2013.



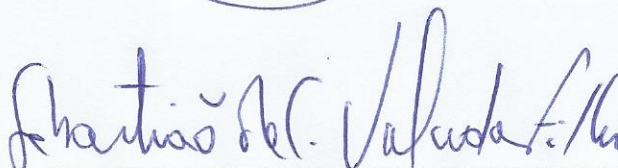
---

Prof. Edenio Detmann  
(Coorientador)




---

Prof. Mario Luiz Chizzotti




---

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho



---

Prof.ª Rilene Ferreira Diniz Valadares



---

Prof. Marcos Inácio Marcondes  
(Orientador)

Aos meus pais, que sempre fizeram todo o possível e muitas vezes tentaram o impossível para que eu pudesse realizar os meus sonhos, por vezes abdicando dos próprios.

À Fernanda, pelo amor e carinho, pelo apoio e por estar sempre ao meu lado em todos os momentos.

**Dedico!**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Jairo e Aparecida por todo apoio, confiança e incentivo. Por serem o meu “porto seguro” e meus exemplos de cidadãos e de família.

Aos meus irmãos Roberto e Osmar e suas famílias por toda a amizade e toda a ajuda que sempre me deram.

Ao meu amor, Fernanda, por todo o companheirismo, carinho, amizade e toda a ajuda.

À minha tia Maria José (Tia Zé) e meu primo Wellington por toda a amizade e carinho de sempre. E a todos os demais familiares por acreditarem e torcerem sempre por mim.

Aos meus grandes amigos Leandro, Daniel (Chu), William (Doidão da Bala), João Paulo (Preto), César, Felipe (Dida), Leonardo Knupp e Ronan por toda a ajuda, amizade e companheirismo de sempre.

Aos amigos de República Luiz Henrique (Janaúba) e Tarciso (Tchê), pela amizade, a ótima convivência e por toda a ajuda, principalmente durante os abates.

Aos meus amigos e parceiros João Paulo Pacheco e Jéssika Moutinho. Nós, verdadeiramente, formamos uma equipe.

À Universidade Federal de Viçosa por todas as oportunidades oferecidas e a excelência no ensino.

Ao Departamento de Zootecnia e seus setores, em especial a UEPE-GL, por ter se tornado um segundo lar.

Ao CNPq, INCT-CA, CAPES e FAPEMIG pelo apoio financeiro a esta pesquisa e concessão de bolsas.

Aos funcionários da UEPE-GL, em especial José Mariz, por toda a ajuda durante a execução do experimento. Aos funcionários do DZO, em especial Nataniel (Pum), Marcelo Cardoso e José Geraldo (Zezé), por toda a ajuda durante os abates.

À Mariana Magalhães Campos e Fernanda Samarini Machado pelo auxílio durante minha estadia na Embrapa Gado de Leite, pela ajuda nas análises laboratoriais e a disponibilidade em contribuir com este trabalho.

À Tainá Silvestre e os funcionários da Embrapa Gado de Leite Gilmarzinho e Celinho por toda a ajuda durante a época de nascimento dos bezerros.

Ao Prof. Edenio Detmann pela orientação, o apoio e os ensinamentos.

Ao Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho, Prof. Mario Luiz Chizzotti e a Prof.<sup>a</sup> Rilene Ferreira Diniz Valadares por aceitarem o convite para compor a banca de defesa e pela contribuição para o engrandecimento deste trabalho.

Ao Prof. Marcos Inácio Marcondes pela orientação, os ensinamentos, a amizade e toda a confiança.

Aos estagiários e bolsistas de Iniciação Científica, Alexandre, Alex, Aline, Anderson, Aureana, Breno, Camila, Ana Carolina (Carol), Daniel, Rafael (Guerra), Henrique, Janmson, Júlia, Júlio, Luana, Lucas (Cabeça), Lucas (Toca), Marcelo (Morcego), Nathália, Patrícia, Stefani, Tadeu, Thaís e Thayne, este trabalho pertencente tanto a vocês quanto a mim, pois vocês foram imprescindíveis.

“O sujeito pensante  
não pode pensar sozinho;  
não pode pensar sem a co-participação  
de outros sujeitos  
no ato de pensar sobre o objeto.  
Não há um “penso”,  
mas um “pensamos”.  
É o “pensamos” que estabelece o “penso”  
e não o contrario.  
Esta co-participação dos sujeitos  
no ato de pensar se dá na comunicação.  
O objeto, por isso mesmo,  
não é a incidência terminativa  
do pensamento de um sujeito,  
mas o mediador da comunicação.”

(Paulo Freire)

## **BIOGRAFIA**

ALEX LOPES DA SILVA, filho de Jairo Lopes da Silva e Maria Aparecida da Silva, nasceu no dia 08 de março de 1986, em Barbacena, Minas Gerais.

Em março de 2007 ingressou no curso de graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em julho de 2011.

Em março de 2012 iniciou o curso de mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, concentrando os seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes.

Em julho de 2013 submeteu-se à defesa de dissertação sob a orientação do Prof. Marcos Inácio Marcondes.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	x
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS .....	5
CAPÍTULO 1	
Consumo, desempenho, digestibilidade e balanço nitrogenado de bezerros mestiços Holandês×Gir lactentes sob diferentes planos de alimentação .....	8
Resumo.....	8
Abstract .....	9
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS .....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
CONCLUSÕES .....	24
REFERÊNCIAS .....	25
CAPÍTULO 2	
Exigências nutricionais de energia e proteína para bezerros mestiços Holandês×Gir lactentes.....	27
Resumo.....	27
Abstract .....	28
INTRODUÇÃO.....	29
MATERIAL E MÉTODOS .....	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	38
CONCLUSÕES .....	55
REFERÊNCIAS .....	56

## RESUMO

SILVA, Alex Lopes, M. SC., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2013. **Desempenho e exigências nutricionais de energia e proteína para bezerros mestiços Holandês×Gir lactentes sob diferentes planos de alimentação.** Orientador: Marcos Inácio Marcondes. Coorientadores: Edenio Detmann e Mariana Magalhães Campos.

Objetivou-se avaliar o consumo, a digestibilidade, o desempenho e o balanço de nitrogênio, e determinar as exigências nutricionais de energia e proteína, de bezerros mestiços Holandês×Gir lactentes, até os 60 dias de vida. Foram utilizados 39 bezerros mestiços, não castrados, com grau de sangue variando de aproximadamente  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  Holandês×Gir e com um peso vivo médio inicial de  $36\pm 0,95$  kg. , Cinco animais foram designados como grupo referência, sendo abatidos aos 4 dias de vida, para estimar a composição corporal inicial dos animais mantidos em alimentação. Os demais bezerros foram distribuídos, de acordo com um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $3\times 2$ , sendo três níveis de leite (2,4 ou 8 litros/dia) e dois níveis de concentrado (com ou sem acesso ad libitum à ração concentrada). Aos 15 e 45 dias de vida, quatro animais de cada tratamento foram submetidos a ensaios de digestibilidade com coleta total de fezes, urina por 24 horas. Aos 60 dias de vida todos os animais submetidos aos tratamentos foram abatidos, sendo coletadas amostras de componentes não-carcaça (CNC), componentes carcaça (CAR) e calculado o peso de corpo vazio (PCVZ) de cada animal. Procedimento idêntico foi aplicado aos animais do grupo referência. As amostras de alimentos, fezes e de componentes corporais foram avaliadas quanto aos seus teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE). As amostras de fezes e concentrado também foram avaliadas quanto aos seus teores de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>). As amostras de urina foram utilizadas para estimar a excreção urinária de nitrogênio. Os consumos de matéria seca e de matéria orgânica de concentrado e o de fibra em detergente neutro reduziram de acordo com o aumento dos níveis de leite. A digestibilidade dos nutrientes foi maior nos níveis mais elevados de leite e não apresentou efeito da inclusão de concentrado. Os animais que receberam ração concentrada apresentaram desempenho superior, exceto para os rendimentos de carcaça quente e fria. Os animais que recebiam maiores volumes de leite também apresentaram desempenho superior aos demais. A excreção de nitrogênio fecal foi

maior para os animais que receberam concentrado e não foi alterada pelos níveis de leite. A exigência de energia líquida para manutenção foi de 70,8 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia e a exigência de energia metabolizável para manutenção de 99,85 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia. A exigência de energia líquida para ganho, em Mcal/dia, pode ser estimada pela equação  $0,0882 \times \text{PCVZ}^{0,75} \times \text{GPCVZ}^{0,9050}$ . A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de uma dieta mista foi de 51,58% e a eficiência de uma dieta contendo somente leite de 57,39%. A exigência de proteína metabolizável para manutenção foi de 3,16 g/PV<sup>0,75</sup>. E a exigência de proteína líquida para cada kg de ganho, em g/dia, pode ser estimada através da equação  $119 \times \text{PCVZ}^{0,0663}$ . A eficiência de utilização da proteína para ganho foi de 72,9%. Conclui-se que o consumo de matéria seca de concentrado é afetado negativamente pelo consumo de matéria seca de leite e que o desempenho e a retenção de nitrogênio aumentam de acordo com o aumento do consumo de matéria seca. A eficiência de utilização da energia para ganho do leite é maior do que do concentrado, sendo estes valores 57,39 e 39,30%, respectivamente. A exigência de proteína líquida para ganho aumenta de acordo com o aumento do peso de corpo vazio e a eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho está relacionada ao perfil aminoacídico da dieta.

## ABSTRACT

SILVA, Alex Lopes, M. SC., Universidade Federal de Viçosa, July, 2013. **Performance and energy and protein nutritional requirements of crossbred Holstein×Gir dairy calves at different feeding plans.** Adviser: Marcos Inácio Marcondes. Co-advisers: Edenio Detmann and Mariana Magalhães Campos.

The objective was to evaluate the intake, digestibility, nitrogen balance and performance, and determine the nutritional requirements of energy and protein for crossbred Holstein×Gir dairy calves until 60 days of life. Thirty nine crossbred dairy infant calves, uncastrated, with degree of blood varying of, approximately,  $\frac{1}{2}$  to  $\frac{3}{4}$  Holstein×Gir and average weight of  $36 \pm 0.95$  kg, were used. Five animals were designed as reference group and were slaughtered at 4 days of life, to estimate initial body composition of animals kept in experiment. The other calves were distributed according to a completely randomized design in a factorial  $3 \times 2$ , with three levels of milk (2.4 or 8 liters/day) and two levels of starter (with or without ad libitum access to feed starter). At 15 and 45 days of life, 4 animals from each treatment were submitted to apparent digestibility trial with total collection of feces and urine, having duration of 24 hours. Food, feces and body components samples were evaluated for dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP) and ether extract (EE). Starter and feces samples were also evaluated for neutral detergent fiber corrected for ash and protein ( $NDF_{ap}$ ). Urine samples were used to estimate the urinary nitrogen excretion and purine bases. Dry matter, organic matter, crude protein, ether extract, non-fibrous carbohydrates, metabolizable energy and digestible organic matter intakes increased according to the increase in milk volumes. Nutrients digestibility was higher for the high milk levels and effect of starter inclusion was not observed. Performance was higher for animals that received starter, except for hot and cold carcass yield. And the performance was higher for animals that received large amounts of milk. Fecal nitrogen was higher for animals that received starter and was not altered for milk levels. Net energy requirement of maintenance was 70,8 kcal/EBW<sup>0.75</sup>/day and the metabolizable energy requirements was 99,85 kcal/EBW<sup>0.75</sup>/day. Net energy requirement for gain, in Mcal/day, can be estimated by the equation:  $0.0882 \times EBW^{0.75} \times EBG^{0.9050}$ . Metabolizable energy efficiency for gain of a mixed diet was 51.58% and the efficiency for a diet containing only milk was 57.39%. Metabolizable protein requirement for maintenance was 3.16 g/LW<sup>0.75</sup>. And the net protein requirements for gain, in g/day, can be estimated by the equation: 119

$\times \text{EBW}^{0.0663}$ . Metabolizable protein efficiency for gain was 72.9%. It can be conclude that starter dry matter intake is negatively influenced by milk dry matter intake and the performance and nitrogen retention increase according to dry matter intake. Energy efficiency for gain of milk is higher than that of the starter, and these values were 57.39 and 39.30%, respectively. Net protein requirement for gain increase following the increase in empty body weight and the metabolizable protein efficiency for gain is related to diet amino acid profile.

## INTRODUÇÃO GERAL

O ganho compensatório pode ser definido como altas taxas de ganho de peso após um período de restrição alimentar (Almeida et al., 2001). No entanto, quando esta restrição alimentar é imposta a animais jovens, o ganho compensatório se torna nulo ou pouco evidente (Berge, 1991; Miller-Cushon et al., 2013). Fato este que pode estar relacionado com a sequência de deposição de tecidos no corpo animal, a qual segue a seguinte ordem: tecido nervoso, seguido do ósseo, muscular e por fim o adiposo (Owens et al., 1993). Entre todos os tecidos corporais, o adiposo mostra-se como o mais sensível a variações na alimentação (Berge, 1991), sendo que as reservas energéticas na forma de gordura são rapidamente mobilizadas em caso de restrição alimentar (Almeida et al., 2001). No entanto, esta estratégia fisiológica apresenta-se de forma limitada em animais jovens, uma vez que pequena proporção do conteúdo corporal de gordura frente ao conteúdo proteico do corpo destes animais (Berge, 1991; Almeida et al., 2001; Carvalho et al., 2003). Nestes casos, o desenvolvimento de outros tecidos, como o nervoso e o ósseo tende a ser prejudicado, podendo levar os animais a permanecerem raquíticos de forma permanente (Ryan, 1990).

A alimentação de bezerros de origem leiteira durante a fase de cria segue uma recomendação prática, que dita a quantidade de leite a ser fornecido aos animais como sendo 10% do peso corporal ao nascimento (Drackley, 2008). Tomando como base rebanhos da raça Holandesa, na qual o peso vivo médio ao nascimento é de 40 kg, o volume de leite a ser fornecido para os animais seria de 4 litros por dia, divididos em duas refeições. Esta recomendação, no entanto, é difundida de forma descriteriosa e tem sido extrapolada para todos os tipos de rebanhos sem avaliações prévias que possam determinar se esta quantidade de leite supre ou não as exigências nutricionais dos animais durante a decorrente fase de vida.

Em contrapartida a essa recomendação, pesquisas vêm mostrando os benefícios do fornecimento de leite em maiores quantidades ou *ad libitum* para animais durante a fase de cria. Considerando que animais que se alimentam de 4 ou 5 litros de leite por dia estariam sob restrição alimentar, e tendo em vista a não ocorrência de ganho compensatório em animais jovens, observa-se a importância de um manejo alimentar correto durante a fase de cria. Bezerros que se alimentam de

maiores quantidades de leite tendem a apresentar melhores desempenhos durante a fase de aleitamento (Jasper & Weary, 2002), assim como na fase pós-desmama (Miller-Cushon et al., 2013) e, no caso de bezerras, na produção de leite quando se tornam adultas (Moallem et al., 2010; Khan et al., 2011; Soberon et al., 2012).

O alcance de desempenhos produtivos satisfatórios e almejados na fase de cria e que possam alicerçar a produtividade animal nas subseqüentes fases de criação é função direta do atendimento das exigências nutricionais dos animais. Para tal, ter o conhecimento acurado destas exigências, evitando assim, o fornecimento excessivo ou em falta de nutrientes, torna-se imprescindível (Marcondes et al., 2011b; Fonseca et al., 2012).

Várias pesquisas vêm sendo conduzidas a fim de quantificar as exigências de bovinos em condições brasileiras. No entanto, a maioria dos dados foram gerados a partir de bovinos de corte (Valadares Filho et al., 2006; Valadares Filho et al., 2010). Contudo, ainda são escassos os dados para animais de origem leiteira (Carvalho et al., 2003; Nascimento et al., 2009). Como consequência desta escassez de dados, as exigências nutricionais obtidas por conselhos internacionais (AFRC, 1993; ARC, 1980; CSIRO, 2007; INRA, 2007; NRC, 2001) são amplamente utilizadas para o balanceamento de rações em condições brasileiras (Marcondes et al., 2011).

Dentre todos os sistemas citados, o NRC (2001) é o mais utilizado no Brasil para bovinos leiteiros. No entanto, este sistema apresenta algumas limitações quando se analisam os dados referentes às exigências nutricionais para bezerros lactentes.

O consumo de alimentos é uma das principais variáveis que afetam o desempenho de animais (Waldo & Jorgensen, 1981), pois é o principal determinante da ingestão de nutrientes para atender as exigências de manutenção e produção. Assim, a correta predição do consumo de matéria seca é um ponto primordial para o atendimento das exigências nutricionais dos animais. O NRC (2001), no entanto, não apresenta dados consistentes sobre consumo de matéria seca para bezerros lactentes, sendo que os dados apresentados foram estimados a partir da exigência de energia metabolizável e considerando uma relação fixa de 60 % de leite e 40 % de concentrado na matéria seca total da dieta.

As exigências nutricionais de energia podem ser divididas em exigência para manutenção e produção. As exigências de manutenção são compreendidas como a quantidade de nutrientes necessária para manter a massa corporal do animal estável (Veloso et al., 2002; Freitas et al., 2006), enquanto as exigências para produção estão

relacionadas à energia depositada nos tecidos, sendo esta uma função da proporção entre os conteúdos de gordura e proteína no ganho de peso de corpo vazio (NRC, 2000).

Quanto às exigências de energia apresentadas pelo NRC (2001), o próprio conselho recomenda a utilização de genótipos atuais para que haja um refinamento das exigências de energia para ganho, quando os animais são alimentados exclusivamente com dieta líquida. De forma semelhante, quando os animais são alimentados com dietas mistas, ou seja, leite e concentrado, as exigências apresentadas pelo NRC (2001) derivam apenas dos dados apresentados por Holmes & Davey (1976). Neste caso, frente ao pequeno banco de dados, o NRC (2001) sugeriu a utilização de conhecimentos de áreas correlatas, para que se tenha maior acurácia na utilização das exigências dos animais sob referido regime alimentar.

Animais jovens, por estarem em fase de crescimento, apresentam alta taxa de deposição de massa muscular. Como a proteína é o principal componente dos músculos e órgãos, estes animais tendem a apresentar elevada exigência deste nutriente (Backes et al., 2002).

As exigências de proteína apresentadas pelo NRC (2001) foram obtidas por um modelo fatorial (Blaxter & Mitchell, 1948), que considera perdas fecais e urinárias fixas e despreza as perdas por pelos e couro, evidenciando a escassez de dados sobre o assunto. De forma similar aos requerimentos de energia, o NRC (2001) conclui que as informações sobre as exigências de proteína para bezerros são insuficientes.

Além das limitações acima apresentadas, os dados apresentados pelo NRC (2001) foram obtidos em ambientes de clima temperado, com condições de manejo e alimentação diferente das que são aplicadas em condições brasileiras (Almeida et al., 2001; Borges et al., 2007). Logo, estas diferenças podem resultar em exigências nutricionais diferentes das obtidas pelo NRC (2001), como foi observado por Nascimento et al. (2009).

Em concordância com este raciocínio, outro ponto relevante a ser discutido é o padrão genético dos animais, uma vez que estes mesmos dados foram gerados utilizando-se animais *Bos taurus*. Considerando que grande parte do rebanho leiteiro brasileiro é formada por animais mestiços Holandês×Zebu (Ruas et al., 2006), a avaliação das exigências nutricionais para esses animais durante fases primordiais para o sistema de produção, como a fase de cria, torna-se essencial.

Diante da hipótese de que as exigências nutricionais apresentadas em outros países, principalmente aquelas sugeridas pelo NRC (2001), não se adequam a bezerros mestiços Holandês×Gir, criados sob condições tropicais, delineou-se o experimento com os seguintes objetivos:

- Avaliar o consumo, a digestibilidade, o desempenho e o balanço de nitrogênio de bezerros mestiços Holandês×Gir lactentes, submetidos a diferentes planos nutricionais, até os 60 dias de vida
- Estimar as exigências nutricionais de energia e proteína para bezerros mestiços Holandês×Gir lactentes, submetidos a diferentes planos nutricionais, até os 60 dias de vida.

## REFERÊNCIAS

- AFRC. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. Wallingford, UK: Agricultural and Food Research Council. CAB International, 1993. p. 159
- ALMEIDA, M. I. V. et al. Conteúdo Corporal e Exigências Líquidas de Energia e Proteína de Novilhos Mestiços Holandês-Gir em Ganho Compensatório. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 205–214, 2001.
- ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. London: Agricultural Research Council. The Gresham Press, 1980. p. 351
- BACKES, A. A. et al. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína para ganho de peso de novilhos Santa Gertrudis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2307–2313, 2002.
- BERGE, P. Long-term effects of feeding during calthood on subsequent performance in beef cattle (a review). **Livestock Production Science**, v. 28, n. 3, p. 179–201, 1991.
- BLAXTER, K. L. & MITCHELL, H. H. The Factorization of the Protein Requirements of Ruminants and of the Protein Values of Feeds, with Particular Reference to the Significance of the Metabolic Fecal Nitrogen. **Journal of Animal Science**, v. 7, p. 351–372, 1948.
- BORGES, A. L. C. C. et al. Exigências nutricionais de bovinos de leite. In: GONÇALVES, L. C. et al. (Eds.). **Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2007. p. 5–33.
- CARVALHO, P. A. et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de bezerros machos de origem leiteira do nascimento aos 110 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1484–1491, 2003.
- CSIRO. **Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants**. Collingwood, VIC: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 2007. p. 270
- DRACKLEY, J. K. Calf Nutrition from Birth to Breeding. **Veterinary Clinics Food Animal**, v. 24, n. 1, p. 55–86, 2008.
- FONSECA, M. A. et al. Exigências nutricionais de bezerros nelores lactentes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 5, p. 1212–1221, 2012.
- FREITAS, J. A. et al. Composição corporal e exigências de energia de manutenção em bovinos Nelore, puros mestiços, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 878–885, 2006.
- HOLMES, C. W. & DAVEY, A. W. F. The energy metabolism of young Jersey and Friesian calves fed fresh milk. **Animal Production**, v. 23, n. 01, p. 43–53, 1976.

INRA. **Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux. Valeurs des aliments.** Versailles, France: Editions Quae, 2007. p. 307

JASPER, J. & WEARY, D. M. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. **Journal of dairy science**, v. 85, n. 11, p. 3054–3058, 2002.

KHAN, M. A. et al. Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 3, p. 1071–1081, 2011.

MARCONDES, M. I. et al. Exigências de energia de animais Nelore puros e mestiços com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 872–881, 2011.

MARCONDES, M. I. et al. Exigências de proteína de animais Nelore puros e cruzados com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 10, p. 2235–2243, 2011b.

MILLER-CUSHON, E. K. et al. Effect of milk feeding level on development of feeding behavior in dairy calves. **Journal of dairy science**, v. 96, n. 1, p. 551–64, 2013.

MOALLEM, U. et al. Long-term effects of ad libitum whole milk prior to weaning and prepubertal protein supplementation on skeletal growth rate and first-lactation milk production. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 6, p. 2639–50, 2010.

NASCIMENTO, P. V. N. et al. Exigências nutricionais de bezerros da raça Holandesa alimentados com concentrado e feno de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1605–1613, 2009.

NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle.** updated 7<sup>th</sup> ed. Washington, DC: National Academy Press, 2000. p. 242

NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7<sup>th</sup> ed. Washington, DC: National Academy Press, 2001. p. 362

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of animal science**, v. 71, n. 11, p. 3138–50, 1993.

RUAS, J. R. M. et al. Produção integrada de leite e carne bovina. In: FIGUEIREDO, F. C. et al. (Eds.). **Anais do V Simpósio de Produção de Gado de Corte e I Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte.** Viçosa-MG: Suprema gráfica e editora LTDA, 2006. p. 511–528.

RYAN, W. J. Compensatory growth in cattle and sheep. **Nutrition abstracts and reviews. Series B**, v. 60, p. 653–664, 1990.

SOBERON, F. et al. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 2, p. 783–793, 2012.

VALADARES FILHO, S. C. et al. **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados - BR-CORTE**. 2. ed. Viçosa - MG: Suprema Gráfica e Editora LTDA, 2010. p. 193

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, MG: Suprema Grafica Ltda, 2006. p. 142

VELOSO, C. M. 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.

WALDO, D. R. & JORGENSEN, N. A. Forages for high animal production: Nutritional factors and effects of conservation. **Journal of Dairy Science**, v. 64, p. 1207–1215, 1981.

## CAPÍTULO 1

### **Consumo, desempenho, digestibilidade e balanço nitrogenado de bezerros mestiços Holandês×Gir lactentes sob diferentes planos de alimentação**

**Resumo** – Objetivou-se avaliar o consumo, a digestibilidade, o desempenho e o balanço de nitrogênio de bezerros mestiços Holandês×Gir lactentes, até os 60 dias de vida. Foram utilizados 39 bezerros mestiços, não castrados, com grau de sangue variando de aproximadamente  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  Holandês×Gir e com peso vivo médio inicial de  $36 \pm 0,95$  kg. Cinco bezerros foram designados como grupo referência, sendo abatidos aos 4 dias de vida. Os demais bezerros foram distribuídos, de acordo com um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $3 \times 2$ , sendo três níveis de leite (2,4 ou 8 litros/dia) e dois níveis de concentrado (com ou sem acesso ad libitum à ração concentrada). Aos 15 e 45 dias de vida, 4 animais de cada tratamento foram submetidos a ensaios de digestibilidade com coleta total de fezes, urina e amostragem de alimentos, tendo uma duração de 24 horas. Todos os animais foram abatidos aos 60 dias de vida. Os consumos de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos não fibrosos, energia digestível e matéria orgânica digestível aumentaram de acordo com o aumento do volume de leite ofertado. Os consumos de matéria seca e de matéria orgânica de concentrado e o de fibra em detergente neutro reduziram de acordo com o aumento dos níveis de leite. A digestibilidade dos nutrientes foi maior nos níveis mais elevados de leite e não apresentou efeito da inclusão de concentrado. Os animais que receberam ração concentrada apresentaram desempenho superior. E os animais que receberam maiores volumes de leite também apresentaram desempenho superior aos demais. A excreção de nitrogênio fecal foi maior para os animais que receberam concentrado e não foi alterada pelos níveis de leite. Conclui-se que o consumo de concentrado é afetado negativamente pelo consumo de leite e que o desempenho e a retenção de nitrogênio aumentam de acordo com o aumento do consumo.

**Palavras-chave:** concentrado, ganho de peso, leite, nitrogênio

## **Intake, performance, digestibility and nitrogen balance of crossbred Holstein×Gir dairy calves at different feeding plans**

**Abstract** – The objective was to evaluate the intake, digestibility, performance and nitrogen balance for crossbred Holstein×Gir dairy calves until 60 days of life. Thirty nine crossbred dairy calves, uncastrated, with degree of blood varying of, approximately,  $\frac{1}{2}$  to  $\frac{3}{4}$  Holstein×Gir and average weight of  $36\pm 0.95$  kg, were used. Five animals were designed as reference group and were slaughtered at 4 days of life, to estimate initial body composition of animals kept in experiment. The other calves were distributed according to a completely randomized design in a factorial  $3\times 2$ , with three levels of milk (2.4 or 8 liters/day) and two levels of starter (with or without ad libitum access to feed starter). At 15 and 45 days of life, 4 animals from each treatment were submitted to experiment of apparent digestibility with total collection of feces, urine and food sampling, having duration of 24 hours. At 60 days of age all animals were slaughtered. Dry matter, organic matter, crude protein, ether extract, non-fibrous carbohydrates, digestible energy and digestible organic matter intakes increased according to the increase in milk volumes. Nutrients digestibility was higher for the high milk levels and effect of starter inclusion was not observed. Performance was higher for animals that received starter. And the performance was higher for animals that received large amounts of milk. Fecal nitrogen was higher for animals that received starter and was not altered for milk levels. It can be concluded that starter intake is negatively influenced by milk intake and the performance and nitrogen retention increase according to intake.

**Keywords:** milk, nitrogen, starter, weight gain

## INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos é a principal variável que afeta o desempenho produtivo de animais (Waldo & Jorgensen, 1981), pois determina a ingestão de nutrientes para atender as exigências de manutenção e produção.

A alimentação de bezerros de origem leiteira durante a fase de cria segue uma recomendação prática, que dita que uma quantidade restrita de leite deve ser fornecida aos animais, sendo esta em torno de 10% do peso corporal do animal ao nascimento (Drackley, 2008). Tomando como base rebanhos da raça Holandesa, na qual o peso vivo médio ao nascimento é de 40 kg, o volume de leite a ser fornecido para os animais seria de 4 litros por dia. Esta recomendação, no entanto, tem sido difundida de forma descriteriosa e extrapolada para todos os tipos de rebanhos sem avaliações prévias que possam determinar se esta quantidade de leite supre ou não as exigências nutricionais dos animais.

Em contrapartida a essa recomendação, recentes pesquisas vêm mostrando os benefícios do fornecimento de leite em maiores quantidades para animais durante a fase de cria. Considerando que animais que se alimentam de 4 ou 5 litros de leite por dia estariam sob restrição alimentar e tendo em vista a não ocorrência de ganho compensatório em animais jovens, bezerros que se alimentam de maiores quantidades de leite tenderiam a apresentar melhores desempenhos durante a fase de aleitamento (Jasper & Weary, 2002), assim como na fase pós-desmama (Miller-Cushon et al., 2013) e, no caso de bezerras, na produção de leite quando se tornam adultas (Moallem et al., 2010; Khan et al., 2011; Soberon et al., 2012).

Diante disso, objetivou-se avaliar o consumo, a digestibilidade, o desempenho e o balanço de nitrogênio de bezerros mestiços Holandês×Gir lactentes, até os 60 dias de vida, submetidos a diferentes planos de alimentação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite, vinculada ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. O experimento foi conduzido no período de Abril a Agosto de 2012 e a sua execução foi aprovada pelo comitê de ética para uso de animais da instituição, sob o protocolo nº 049/2012.

Os animais foram oriundos do Campo Experimental José Henrique Bruschi, pertencente a Embrapa Gado de Leite e localizado em Coronel Pacheco, Zona da Mata do Estado de Minas Gerais. O nascimento de todos os animais foi acompanhado, sendo que imediatamente após o parto os bezerros foram separados das respectivas mães pesados e identificados. Foi realizada a desinfecção do umbigo com solução de iodo a 7% e, fornecido colostro na quantidade de 6 kg por dia. Após o terceiro dia de vida os bezerros foram transportados para a Universidade Federal de Viçosa, onde foram alojados em abrigos individuais, providos de suportes para comedouros e bebedouros.

Foram utilizados 39 bezerros mestiços, não castrados, com grau de sangue variando de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  Holandês×Gir e com um peso corporal (PC) médio inicial de  $36\pm 0,95$  kg. Do total de animais, 5 foram designados como grupo referência, sendo abatidos aos 4 dias de vida, com a finalidade estimar a composição corporal inicial dos animais. Os demais bezerros foram distribuídos, de acordo com um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $3\times 2$ , sendo três níveis de leite e dois níveis de concentrado. Logo, foram formados seis tratamentos, os quais foram: 2 litros de leite por dia (2L); 4 litros de leite por dia (4L); 8 litros de leite por dia (8L); 2 litros de leite por dia e acesso *ad libitum* à ração concentrada (2L + C); 4 litros de leite por dia e acesso *ad libitum* à ração concentrada (4L + C) e 8 litros de leite por dia e acesso *ad libitum* à ração concentrada (8L + C).

O leite foi fornecido para os animais em duas refeições diárias, às 06:00 e 15:00 h, enquanto concentrado e a água foram mantidos à livre acesso dos animais. O consumo de leite foi computado a cada refeição, enquanto o consumo de concentrado foi mensurado no trato da manhã de todos os dias, através da diferença entre o ofertado e a sobra do dia anterior.

O concentrado foi formulado de maneira que apresentasse aproximadamente 190 g/kg de proteína bruta (PB) na matéria seca (MS), e seus ingredientes foram amostrados diretamente dos silos da fábrica de ração (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Ingredientes utilizados na formulação do concentrado, na base matéria seca.

Ingredientes	g/kg
Farelo de Soja	324,9
Fubá de Milho	626,4
Farelo de Trigo	30,94
Fosfato Bicálcico	3,03
Calcário	11,23
Sal comum	2,37
Mistura Vitamínica	1,01
Mistura Mineral <sup>1</sup>	0,2

<sup>1</sup>Conteúdo (g/kg): Sulfato de Zinco – 180,0; Sulfato de Cobre – 150,0; Sulfato de Cobalto – 10,0; Selenito de Sódio – 10,0 e Iodato de Potássio – 10,0.

Tabela 2 - Composição química dos ingredientes utilizados no concentrado, da mistura concentrada e do leite utilizados no experimento.

Itens <sup>1</sup>	MS <sup>2</sup>	MO <sup>3</sup>	PB <sup>3</sup>	EE <sup>3</sup>	FDN <sub>cp</sub> <sup>3</sup>	CNF <sup>3</sup>	PIDN <sup>3</sup>
	g/kg						
Farelo de Soja	887,2	922,1	479,3	16,9	129,0	297,0	2,05
Fubá de Milho	881,9	986,3	97,6	28,7	123,7	631,0	2,43
Farelo de Trigo	886,5	951,3	165,9	36,5	378,9	370,0	3,01
Concentrado	892,2	959,8	191,5	25,5	130,7	611,0	2,31
Leite	114,0	937,4	256,6	285,0	-	395,8	-

<sup>1</sup>MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDN<sub>cp</sub> = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = carboidratos não fibrosos, PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro, CIDN = cinza insolúvel em detergente neutro.

<sup>2</sup> g/kg de matéria natural

<sup>3</sup> g/kg de matéria seca

Aos 15 e 45 dias de vida, 4 animais de cada tratamento foram submetidos a ensaios de digestibilidade com coleta total de fezes e urina, com duração de 24 horas (Barbosa et al., 2006). A urina foi coletada através de funis coletores adaptados à região peniana dos animais, os quais eram acoplados a mangueiras de polietileno que direcionavam a urina até reservatórios mantidos em caixas de isopor com gelo.

Ao final das 24 horas de coleta, o total de fezes foi pesado, homogeneizado e amostrado. Posteriormente, as amostras foram pesadas, secas em estufa com ventilação forçada (55°C), segundo método INCT-CA G-001/1 descritos em Detmann et al. (2012) e moídas (1 mm) em moinho de facas. Concomitantemente à amostragem de fezes, o total de urina produzido foi quantificado por pesagem e aferição de volume. A alíquota amostrada, contendo 50 mL de urina, foi designada para a determinação da excreção de nitrogênio total urinário (NTU), segundo o método INCT-CA N-001/1, descrito em Detmann et al. (2012).

Durante o ensaio de digestibilidade foram amostrados o concentrado e o leite ofertado aos animais, sendo que este foi parcialmente desidratado por liofilização de acordo com o método INCT-CA G-002/1, descrito em Detmann et al. (2012).

As amostras de alimentos e fezes foram avaliadas quanto aos teores de MS, segundo método INCT-CA G-003/1; matéria mineral (MM) segundo método INCT-CA M-001/1; PB, segundo método INCT-CA N-001/1; fibra em detergente neutro (FDN) segundo método INCT-CA F-001/1 e correções para proteína e cinzas (FDN<sub>cp</sub>), respectivamente, segundo método INCT-CA N-004/1 e INCT-CA M-002/1, conforme descritos em Detmann et al. (2012).

Para avaliação do teor de extrato etéreo (EE), as amostras foram acondicionadas em sacos XT4 (Ankom<sup>®</sup>), e posteriormente, submetidas à extração pelo método oficial de alta temperatura da AOCS (2009) utilizando-se extrator XT15 (Ankom<sup>®</sup>).

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Detmann & Valadares Filho (2010):

$$\text{[Equação 1]} \quad CNF = 1000 - (PB + FDN_{cp} + EE + MM)$$

onde: CNF = carboidratos não fibrosos (g/kg); PB = proteína bruta (g/kg); FDN<sub>cp</sub> = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (g/kg); EE = extrato etéreo (g/kg); MM = matéria mineral (g/kg).

A concentração de energia digestível (ED) da dieta foi calculada a partir da multiplicação da fração digestível de cada componente calórico pelo seu, respectivo, valor energético (NRC, 2001), conforme a equação abaixo.

$$\text{[Equação 2]} \quad ED = 5,6 \times PBd + 9,4 \times EEd + 4,2 \times CNFd + 4,2 \times FDN_{cp}d$$

onde: ED = concentração de energia digestível (Mcal/kg); PBd = concentração de proteína bruta digestível (kg/kg); EEd = concentração de extrato etéreo digestível (kg/kg); CNFd = concentração de carboidratos não-fibrosos digestíveis (kg/kg); FDN<sub>cpd</sub> = concentração de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível (kg/kg).

Ao final do experimento todos os animais foram abatidos, após serem submetidos a um período de jejum de sólidos de 14 horas. O abate foi realizado através de insensibilização por concussão cerebral, seguido da secção da veia jugular para sangramento total. Os componentes do trato gastrointestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e intestino grosso) foram lavados e pesados para a quantificação do peso de corpo vazio (PCVZ) dos animais. O procedimento de abate para os animais do grupo referência foi similar ao adotado para os outros animais. A relação média obtida entre o PCVZ e o peso vivo do grupo referência foi utilizada para estimar o PCVZ inicial dos animais que permaneceram em alimentação.

Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas metades que foram pesadas para avaliação do rendimento de carcaça quente (RCq) e, em seguida, acondicionadas em câmara fria a 4°C por aproximadamente 24 horas. Após o período citado, as carcaças foram pesadas para avaliação do rendimento de carcaça fria (RCf).

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2×3: com ou sem o fornecimento de concentrado; 2, 4 ou 8 litros de leite por dia; e a interação entre estes efeitos fixos. Devido ao fornecimento de quantidades fixas de leite, os tratamentos sem o fornecimento de concentrado não puderam ser incluídos na análise de consumo.

Para as variáveis de consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio foram realizados dois ensaios ao longo do experimento, os quais foram incluídos no modelo experimental como medidas repetidas. A escolha da matriz de (co)variâncias foi feita com base no critério de Akaike corrigido (AICC), optando-se pela utilização de estrutura com simetria composta heterogênea.

Para todos os procedimentos estatísticos adotou-se um nível de significância de 0,05, utilizando o procedimento MIXED do SAS (Versão 9.2).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Consumo e digestibilidade*

Como os animais que receberam somente leite na dieta foram desconsiderados das mensurações de consumo de matéria seca e de nutrientes, os contrastes apresentados (Tabela 3) são válidos somente para os animais que recebiam dieta mista.

Não foram observados efeitos de interação envolvendo a idade em que foram realizados os ensaios de digestibilidade, para nenhuma variável ( $P > 0,05$ ), desta forma, estas informações foram omitidas das tabelas.

Foi observado efeito da idade em que foram realizados os ensaios de digestibilidade (15 e 45 dias) sobre as características absolutas (kg/dia) de consumo ( $P < 0,05$ ). Observando-se um aumento do consumo no segundo ensaio em relação ao primeiro. Tal comportamento tem relação com o aumento da idade e o desenvolvimento do trato gastrointestinal, refletindo em uma maior capacidade de consumo (Bittar et al., 2009; Hill et al., 2013). Quando analisado o consumo relativo (g/kg de PC), foi observado efeito da idade em que foram realizados os ensaios de digestibilidade ( $P < 0,05$ ) apenas sobre o consumo de concentrado. O aumento observado entre os ensaios revela a baixa ingestão de concentrado nas primeiras semanas de vida dos animais (Drackley, 2008) e ratifica a importância do fornecimento de quantidades adequadas de leite. Apesar do consumo absoluto de matéria seca ter aumentado entre os ensaios, não se observou o mesmo comportamento para o consumo relativo, pois houve também um aumento no peso corporal dos animais, o que inalterou a relação entre o consumo e o peso.

O consumo de matéria seca foi influenciado pelo nível de leite adotado, apresentando aumento linear ( $P < 0,05$ ) de acordo com o maior fornecimento de leite. Os consumos de matéria orgânica (MO), PB, EE, CNF, ED e matéria orgânica digestível (MOd) apresentaram comportamento semelhante. No entanto, os consumos de matéria seca e orgânica de concentrado, bem como o de FDNcp, apresentaram decréscimo linear ( $P < 0,05$ ) com o aumento dos níveis de leite na dieta. Este decréscimo no consumo de concentrado e por consequência de FDNcp foi

amplamente observado por outros autores (Sweeney et al., 2010; Miller-Cushon et al., 2013; Hill et al., 2013). A limitação do consumo de alimentos sólidos em animais que recebem altos volumes diários de leite está ligada à saciedade provocada por altos níveis circulantes de glicose (Khan et al., 2011), os quais são acompanhados por altos níveis de insulina, que apresenta ação supressora sobre a expressão gênica do neuropeptídeo Y, que é um importante regulador do consumo (Stanley et al., 2005).

Por outro lado, os consumos de matéria seca e orgânica em função do peso corporal não foram afetados pelos níveis de leite ( $P>0,05$ ). Já o consumo relativo de concentrado diminuiu linearmente ( $P<0,05$ ) à medida que se aumentou o fornecimento de leite, denotando, mais uma vez, o maior consumo de concentrado em animais que receberam menores quantidades de leite.

Tabela 3 – Consumo para bezerros recebendo diferentes volumes de leite e com a inclusão ou não de concentrado na dieta.

Itens <sup>1</sup>	Concentrado						Ensaio		Desvio-padrão <sup>2</sup>		Valor-P		
	Não			Sim			1	2	1	2	LL <sup>3</sup>	LQ <sup>3</sup>	E <sup>3</sup>
	2	4	8	2	4	8							
	kg/dia												
MS	0,226	0,452	0,904	0,625	0,679	1,086	0,672	0,921	0,1328	0,2113	<0,001	0,301	0,009
MSc	-	-	-	0,399	0,227	0,182	0,145	0,394	0,1330	0,2113	<0,001	0,115	0,009
MO	0,212	0,424	0,848	0,595	0,642	1,022	0,633	0,872	0,1275	0,2028	<0,001	0,301	0,009
MOc	-	-	-	0,383	0,218	0,175	0,139	0,378	0,1275	0,2027	<0,001	0,115	0,009
PB	0,059	0,117	0,235	0,135	0,161	0,270	0,165	0,212	0,0254	0,0405	<0,001	0,308	0,009
EE	0,065	0,130	0,26	0,075	0,136	0,264	0,155	0,162	0,0003	0,0005	<0,001	0,315	0,009
CNF	0,088	0,176	0,353	0,332	0,315	0,464	0,294	0,446	0,0812	0,1291	0,021	0,308	0,009
FDNcp	-	-	-	0,052	0,029	0,024	0,019	0,051	0,0174	0,0276	0,039	0,293	0,009
MOd	0,193	0,388	0,822	0,502	0,598	0,967	0,582	0,796	0,0815	0,1664	<0,001	0,474	0,003
	Mcal/dia												
ED	1,156	2,384	5,078	2,589	3,381	5,711	3,416	4,367	0,3242	0,6242	<0,001	0,514	0,004
	g/kg de PC												
MS	5,49	10,15	13,73	14,25	14,61	17,17	14,74	15,94	4,1615	3,1387	0,076	0,818	0,513
MSc	-	-	-	8,90	4,79	2,39	3,39	7,32	3,3216	3,2766	0,001	0,199	0,036
MO	5,15	9,51	12,87	13,56	13,80	16,15	13,90	15,11	3,9573	3,0092	0,092	0,726	0,490
MOc	-	-	-	8,54	4,60	2,29	3,26	7,034	3,1881	3,1449	0,001	0,199	0,036

<sup>1</sup>/MS = matéria seca; MSc = matéria seca de concentrado; MO = matéria orgânica; MOc = matéria orgânica de concentrado; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; EM = energia metabolizável; MOd = matéria orgânica digestível.

<sup>2</sup>/Desvio-padrão 1 e 2 = desvios-padrão referentes aos ensaios 1 e 2, respectivamente.

<sup>3</sup>/LL e LQ = efeito linear e quadrático dos níveis de leite; E = efeito da idade durante os ensaios de digestibilidade; L x E = interação entre níveis de leite e ensaio.

Nenhum efeito de ensaio foi significativo ( $P>0,05$ ) para as medidas de digestibilidade (Tabela 4).

Para a digestibilidade do EE e a concentração de ED na dieta houve efeito de interação ( $P<0,05$ ) entre os níveis de leite e a inclusão de concentrado. Sendo que as maiores concentrações de ED foram observadas para os animais que não receberam concentrado na dieta, havendo um decréscimo de acordo com o declínio na inclusão de leite. Logo, se pode observar que houve efeito de diluição para os animais que recebiam dieta mista, visto que a ED do leite é maior que o do concentrado.

A concentração de M<sub>Od</sub> na dieta, bem como a digestibilidade dos diferentes componentes, aumentaram ( $P<0,05$ ) de acordo com o aumento do fornecimento de leite. Uma dieta com alta concentração de ácidos graxos, como no caso de leite, pode aumentar a secreção intestinal de colecistoquinina (CCK), levando a um maior tempo de retenção do alimento no trato gastrointestinal (Stanley et al., 2005). Com o maior tempo de retenção do bolo ocorre maior ação enzimática, o que acarreta em maior digestibilidade. Assim, a maior digestibilidade das dietas com maiores níveis de leite pode estar ligada ao maior consumo de EE e PB (Tabela 3). Além disso, os animais que receberam concentrado na dieta apresentaram um efeito de diluição da dieta, visto que o consumo de concentrado foi maior para os animais que receberam menos leite. Como a digestibilidade potencial do concentrado é menor que a do leite (NRC, 2001), este fato pode ter tido interferência na digestibilidade total da dieta.

A digestibilidade da FDN<sub>Ncp</sub> apresentou comportamento linear crescente, acompanhando o aumento nos níveis de leite. A degradação da fração FDN<sub>Ncp</sub> está diretamente ligada ao tempo de permanência do alimento no trato digestório, principalmente no rúmen-retículo e na porção cecal do intestino grosso. Por sua vez, o tempo de permanência do alimento sofre influência direta do consumo (Poppi, 2008; Bosa et al., 2012). Sendo assim, maiores consumos de concentrado acarretam em um menor tempo de retenção do alimento no trato digestório e por consequência em menor degradação da FDN<sub>Ncp</sub>.

Tabela 4 – Coeficientes de digestibilidade aparente e concentrações de energia metabolizável e matéria orgânica digestível na dieta de bezerros recebendo diferentes volumes de leite e com a inclusão ou não de concentrado na dieta.

Itens <sup>1</sup>	Concentrado						Ensaio		Desvio-padrão <sup>2</sup>		Valor-P				
	Não			Sim			1	2	1	2	LL <sup>3</sup>	LQ <sup>3</sup>	C <sup>3</sup>	L x C <sup>3</sup>	E
	2	4	8	2	4	8									
Digestibilidade (g/g)															
MO	0,911	0,919	0,969	0,852	0,934	0,947	0,929	0,915	0,0516	0,4616	<0,001	0,173	0,202	0,235	0,378
PB	0,876	0,892	0,943	0,808	0,888	0,929	0,893	0,885	0,0422	0,3731	<0,001	0,138	0,064	0,207	0,489
EE	0,950	0,894	0,975	0,855	0,947	0,946	0,955	0,901	0,0242	0,0925	0,007	0,812	0,267	0,029	0,268
CNF	0,901	0,957	0,983	0,929	0,972	0,973	0,956	0,951	0,0657	0,0327	0,025	0,215	0,625	0,723	0,758
FDNcp	-	-	-	0,375	0,703	0,793	0,696	0,643	0,1151	0,1489	0,007	0,243	-	-	0,261
Concentração (g/kg de MS)															
MOd	854	862	909	809	883	893	874	863	47,6	43,0	<0,001	0,204	0,382	0,261	0,447
Concentração (Mcal/kg de MS)															
ED	5,315	5,275	5,617	4,283	5,006	5,298	5,083	4,741	0,2697	0,2856	<0,001	0,076	<0,001	0,023	0,065

<sup>1</sup>/MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; MOd = matéria orgânica digestível; ED = energia metabolizável.

<sup>2</sup>/Desvio-padrão 1 e 2 = desvios-padrão referentes aos ensaios 1 e 2, respectivamente.

<sup>3</sup>/LL e LQ = efeito linear e quadrático dos níveis de leite; C = efeito da inclusão de concentrado; L x C = interação entre níveis de leite e a inclusão de concentrado; E = efeito da idade em que foram realizados os ensaios de digestibilidade.

## *Desempenho e balanço de nitrogênio*

Não foi observado efeito de interação ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de leite e a inclusão de concentrado para nenhuma das medidas de desempenho avaliadas (Tabela 5). Entre as variáveis avaliadas, somente os RCq e RCf foram afetados de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) pelos níveis de leite. Sendo que houve um aumento nos rendimentos de carcaça à medida que se aumentou a ingestão de leite. Mas este incremento apresentou taxas decrescentes, assim o aumento do rendimento entre 2 e 4 litros foi mais acentuado do que entre 4 e 8. O rendimento de carcaça está inversamente correlacionado com o crescimento de órgãos e vísceras e de componentes externos (Peripolli et al., 2013). Desta forma, pode-se observar que os animais que obtiveram menor rendimento de carcaça apresentaram alto ganho de tecidos não carcaça (GNCARC) em relação ao ganho de carcaça (GCARC). No caso dos animais que receberam 2 litros de leite por dia, por exemplo, o GNCARC foi numericamente maior que o GCARC.

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) da inclusão de concentrado sobre o ganho médio diário (GMD), ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), GCARC e GNCARC. Os animais que receberam concentrado na dieta apresentaram desempenho superior ( $P < 0,05$ ) aos que receberam somente leite. O desempenho tem estreita relação com o consumo de matéria seca e de nutrientes. Logo, pode-se observar que houve maior consumo de nutrientes para os animais que receberam ração concentrada em detrimento aos que receberam somente leite (Tabela 3). Desta forma, como não houve diferença na digestibilidade ( $P > 0,05$ ) entre os dois grupos, conseqüentemente houve maior disponibilidade de nutrientes passíveis de serem metabolizados para os animais que receberam concentrado, o que justifica o maior desempenho apresentado por este grupo.

O desempenho dos animais também foi afetado pelos níveis de leite ( $P < 0,05$ ). Os maiores desempenhos foram obtidos para os animais que receberam maiores níveis de leite, comportamento que está amplamente descrito na literatura (Jasper & Weary, 2002; Khan et al., 2007; Terré et al., 2009; Miller-Cushon et al., 2013). Alguns trabalhos afirmam que os maiores desempenhos alcançados durante a fase de aleitamento devido ao maior consumo de leite podem afetar positivamente o desempenho dos animais quando adultos (Khan et al., 2011; Soberon et al., 2012).

Tabela 5 – Desempenho de bezerros mestiços alimentados com diferentes volumes de leite, com a inclusão ou não de concentrado.

Itens <sup>1</sup>	Concentrado						Desvio-padrão	Valor-P			
	Não			Sim				LL <sup>2</sup>	LQ <sup>2</sup>	C <sup>2</sup>	L x C <sup>2</sup>
	2	4	8	2	4	8					
	Kg/dia										
GMD	0,086	0,280	0,794	0,263	0,505	0,886	0,1115	<0,001	0,713	<0,001	0,346
GPVCZ	0,060	0,242	0,744	0,211	0,467	0,794	0,1095	<0,001	0,956	<0,001	0,164
GCARC	0,024	0,148	0,458	0,102	0,268	0,502	0,0708	<0,001	0,991	0,003	0,432
GNCARC	0,039	0,094	0,285	0,112	0,199	0,292	0,0547	<0,001	0,800	0,003	0,098
	g/kg										
RCq	0,534	0,564	0,579	0,513	0,555	0,573	0,0232	<0,001	0,027	0,127	0,738
RCf	0,519	0,547	0,565	0,494	0,540	0,557	0,0240	<0,001	0,029	0,117	0,643

<sup>1</sup>/GMD = ganho médio diário; GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio; GCARC = ganho de carcaça; GNCARC = ganho de tecidos não carcaça; RCq = rendimento de carcaça quente; RCf = rendimento de carcaça fria.

<sup>2</sup>/ LL e LQ = efeito linear e quadrático dos níveis de leite; C = efeito da inclusão de concentrado; L x C = interação entre níveis de leite e a inclusão de concentrado

Foi observado efeito de ensaio ( $P < 0,05$ ) apenas sobre o nitrogênio ingerido (NI), havendo maior consumo no segundo ensaio (Tabela 6). Para todas as outras variáveis analisadas, não houve efeito de ensaio ( $P > 0,05$ ). A significância do efeito de ensaio sobre o consumo de nitrogênio está envolvida com o aumento da capacidade de consumo dos animais com o avançar da idade, como apresentado e discutido na previamente.

O consumo de nitrogênio foi afetado ( $P < 0,05$ ) pelos níveis de leite e pela inclusão de concentrado na dieta. Houve um acréscimo linear de acordo com o aumento do volume de leite ofertado e maior consumo para os animais com concentrado na dieta em relação aos que recebiam somente leite. A excreção fecal de nitrogênio foi maior para os animais que consumiram ração concentrada ( $P < 0,05$ ) e não foi afetada pelos níveis de leite ( $P > 0,05$ ).

No entanto, não houve qualquer efeito sobre a excreção de nitrogênio urinário ou nitrogênio ureico na urina, o que demonstra baixa produção de amônia no metabolismo proteico destes animais. Este fato pode estar relacionado à fonte proteica utilizada, a qual possui um valor biológico elevado, o que tende a minimizar as perdas por amônia.

O nitrogênio retido (NR) foi afetado ( $P < 0,05$ ) pela inclusão de concentrado na dieta e pelo volume de leite ingerido. As maiores retenções foram observadas para os animais que ingeriram maiores quantidades de nitrogênio. Vêras et al. (2007) e Santos et al. (2010) também observaram que tanto a excreção de nitrogênio quanto a retenção estão associados ao consumo de nitrogênio. Além do mais, o comportamento observado para o NR está condizente com as medidas de desempenho encontradas neste trabalho (Tabela 5), pois os animais que apresentaram maior retenção de nitrogênio obtiveram também maior ganho de peso.

A relação entre o nitrogênio retido e o ingerido foi afetada ( $P < 0,05$ ) somente pelos níveis de leite, e as maiores relações foram observadas para os animais que apresentavam maior consumo. Este fato está relacionado com o consumo acima do nível de manutenção, o que levou estes animais a terem uma maior disponibilidade de nitrogênio para ser depositado.



## CONCLUSÕES

A oferta de altos volumes de leite reduz o consumo de concentrado em bezerros mestiços.

Não há diferença na digestibilidade das dietas entre animais que consomem ou não concentrado. Mas a digestibilidade aumenta à medida que se aumenta o fornecimento de leite.

Maiores desempenhos são alcançados com o fornecimento de maiores volumes de leite e quando os bezerros tem acesso à ração concentrada.

A retenção aparente de nitrogênio aumenta à medida que se aumenta o consumo de nitrogênio pelos animais.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY - AOCS. Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction, 2009. Disponível em: <[http://www.ankom.com/media/documents/crudefat\\_0504\\_013009.pdf](http://www.ankom.com/media/documents/crudefat_0504_013009.pdf)>.

BARBOSA, A. M. et al. Efeito do período de coleta de urina, dos níveis de concentrado e de fontes protéicas sobre a excreção de creatinina, de uréia e de derivados de purina e a produção microbiana em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 870–877, 2006.

BITTAR, C. M. M. et al. Desempenho e desenvolvimento do trato digestório superior de bezerros leiteiros alimentados com concentrado de diferentes formas físicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1561–1567, 2009.

BOSA, R. et al. Consumo e digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de coco para alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 1, p. 57–62, 2012.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. **Métodos para Análises de Alimentos**. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. p. 214

DETMANN, E. & VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 4, p. 980–984, 2010.

DRACKLEY, J. K. Calf Nutrition from Birth to Breeding. **Veterinary Clinics Food Animal**, v. 24, n. 1, p. 55–86, 2008.

HILL, T. M. et al. Evaluation of ad libitum acidified milk replacer programs for dairy calves. **Journal of dairy science**, v. 96, n. 5, p. 3153–3162, 2013.

JASPER, J. & WEARY, D. M. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. **Journal of dairy science**, v. 85, n. 11, p. 3054–3058, 2002.

KHAN, M. A et al. Pre- and postweaning performance of holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. **Journal of dairy science**, v. 90, n. 2, p. 876–885, 2007.

KHAN, M. A. et al. Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 3, p. 1071–1081, 2011.

MILLER-CUSHON, E. K. et al. Effect of milk feeding level on development of feeding behavior in dairy calves. **Journal of dairy science**, v. 96, n. 1, p. 551–564, 2013.

MOALLEM, U. et al. Long-term effects of ad libitum whole milk prior to weaning and prepubertal protein supplementation on skeletal growth rate and first-lactation milk production. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 6, p. 2639–2650, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th. ed. Washington, DC: National Academy Press, 2001. p. 362

NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th. ed. Washington, DC: National Academy Press, 2001. p. 362

PERIPOLLI, V. et al. Componentes não-integrantes da carcaça de bovinos de três grupos genéticos terminados em confinamento ou pastejo rotacionado com suplementação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1, p. 209–223, 2013.

POPPI, D. P. The dilemma in models of intake regulation: mechanistic or empirical. In: FRANCE, J.; KEBREAB, E. (Eds.). **Mathematical Modelling in Animal Nutrition**. Wallingford, UK: CAB International, 2008. p. 121–141.

SANTOS, S. A. et al. Balanço de nitrogênio em fêmeas leiteiras em confinamento alimentadas com concentrado à base de farelo de soja ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 1135–1140, 2010.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT (r) 9.2 User's Guide**Cary, NCSAS Institute Inc, , 2008.

SOBERON, F. et al. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 2, p. 783–793, 2012.

STANLEY, S. et al. Hormonal regulation of food intake. **Physiological reviews**, v. 85, n. 4, p. 1131–1158, 2005.

SWEENEY, B. C. et al. Duration of weaning, starter intake, and weight gain of dairy calves fed large amounts of milk. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 1, p. 148–152, 2010.

TERRÉ, M.; TEJERO, C.; BACH, A. Long-term effects on heifer performance of an enhanced-growth feeding programme applied during the preweaning period. **Journal of Dairy Research**, v. 76, n. 3, p. 331–339, 2009.

VÉRAS, R. M. L. et al. Balanço de compostos nitrogenados e estimativa das exigências de proteína de manutenção de bovinos Nelore de três condições sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1212–1217, 2007.

WALDO, D. R. & JORGENSEN, N. A. Forages for high animal production: Nutritional factors and effects of conservation. **Journal of Dairy Science**, v. 64, p. 1207–1215, 1981.

## CAPÍTULO 2

### Exigências nutricionais de energia e proteína para bezerros mestiços Holandês×Gir lactentes

**Resumo:** Objetivou-se determinar as exigências nutricionais de energia e proteína para bezerros mestiços Holandês×Gir lactentes, até os 60 dias de vida. Foram utilizados 39 bezerros mestiços, não castrados, com grau de sangue variando de aproximadamente  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  Holandês×Gir e com peso vivo médio inicial de  $36 \pm 0,95$  kg. Cinco foram designados como grupo referência, sendo abatidos aos 4 dias de vida, para estimar a composição corporal inicial dos animais mantidos em alimentação. Os demais bezerros foram distribuídos, de acordo com um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $3 \times 2$ , sendo três níveis de leite (2, 4 ou 8 litros/dia) e dois níveis de concentrado, (com ou sem acesso *ad libitum* à ração concentrada). Aos 15 e 45 dias de vida, quatro animais de cada tratamento foram submetidos a ensaios de digestibilidade com coleta total de fezes, urina por 24 horas. Aos 60 dias de vida todos os animais submetidos aos tratamentos foram abatidos, sendo coletadas amostras dos componentes corporais para posterior análise dos componentes químicos. A exigência de energia líquida para manutenção foi de  $70,8 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$  e a exigência de energia metabolizável para manutenção de  $99,85 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ . A exigência de energia líquida para ganho, em Mcal/dia, pode ser estimada pela equação  $0,0882 \times \text{PCVZ}^{0,75} \times \text{GPCVZ}^{0,9050}$ . A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de uma dieta mista foi de 51,58% e a eficiência de uma dieta contendo somente leite de 57,39%. A exigência de proteína metabolizável para manutenção foi de  $3,16 \text{ g/PV}^{0,75}$ . E a exigência de proteína líquida para cada kg de ganho, em g/dia, pode ser estimada através da equação  $119 \times \text{PCVZ}^{0,0663}$ . A eficiência de utilização da proteína para ganho foi de 72,9%. Conclui-se que a eficiência de utilização da energia para ganho do leite é maior do que do concentrado, sendo estes valores 57,39 e 39,30%, respectivamente. A exigência de proteína líquida para ganho aumenta de acordo com o aumento do peso de corpo vazio e a eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho está relacionada ao perfil aminoacídico da dieta.

**Palavras-chave:** eficiência, energia metabolizável, ganho, leite, manutenção, proteína metabolizável

## **Energy and protein requirements of crossbred Holstein×Gir dairy calves**

**Abstract:** The objective was to determine the nutritional requirements for crossbred Holstein×Gir dairy calves, until 60 days of life. Thirty nine crossbred dairy infant calves, uncastrated, with degree of blood varying of, approximately,  $\frac{1}{2}$  to  $\frac{3}{4}$  Holstein×Gir and average weight of  $36\pm 0.95$  kg, were used. Five animals were designed as reference group and were slaughtered at 4 days of life, to estimate initial body composition of animals kept in experiment. The other calves were distributed according to a completely randomized design in a factorial  $3\times 2$ , with three levels of milk (2.4 or 8 liters/day) and two levels of starter (with or without ad libitum access to feed starter). At 15 and 45 days of life, 4 animals from each treatment were submitted to apparent digestibility trial with total collection of feces and urine, having duration of 24 hours. At 60 days of age all animals were slaughtered, and were collected samples of body components for further analysis of the chemical components. Net energy requirement of maintenance was  $70,8 \text{ kcal/EBW}^{0.75}/\text{day}$  and the metabolizable energy requirements was  $99,85 \text{ kcal/EBW}^{0.75}/\text{day}$ . Net energy requirement for gain, in Mcal/day, can be estimated by the equation:  $0.0882 \times \text{EBW}^{0.75} \times \text{EBG}^{0.9050}$ . Metabolizable energy efficiency for gain of a mixed diet was 51.58% and the efficiency for a diet containing only milk was 57.39%. Metabolizable protein requirement for maintenance was  $3.16 \text{ g/LW}^{0.75}$ . Whereas, the net protein requirements for gain, in g/day, can be estimated by the equation:  $119 \times \text{EBW}^{0.0663}$ . Metabolizable protein efficiency for gain was 72.9%. It can be concluded that the energy efficiency for gain of milk is higher than that of the starter, and these values were 57.39 and 39,30%, respectively. Net protein requirement for gain increase following the increase in empty body weight and the metabolizable protein efficiency for gain is related to diet amino acid profile.

**Keywords:** efficiency, gain, maintenance, metabolizable energy, metabolizable protein, milk

## INTRODUÇÃO

O alcance de desempenhos satisfatórios e almejados na fase de cria, e que possam alicerçar a produtividade animal nas subseqüentes fases de criação é função direta do atendimento das exigências nutricionais dos animais. Para tal, ter o conhecimento acurado destas exigências, evitando assim, o fornecimento excessivo ou em falta de nutrientes, torna-se imprescindível (Marcondes et al., 2011; Fonseca et al., 2012).

Várias pesquisas vêm sendo conduzidas a fim de estimar as exigências de bovinos em condições brasileiras. No entanto, a maioria destes dados foram gerados a partir de bovinos de corte (Valadares Filho et al., 2006; Valadares Filho et al., 2010), sendo ainda escassos dados para animais jovens e de origem leiteira (Carvalho et al., 2003; Nascimento et al., 2009). Como consequência desta escassez de dados, as exigências nutricionais obtidas em outros países (AFRC, 1993; ARC, 1980; CSIRO, 2007; INRA, 2007; NRC, 2001) são amplamente utilizadas para o balanceamento de rações em condições brasileiras (Marcondes et al., 2011).

Dentre todos os sistemas citados, o NRC (2001) é o mais utilizado no Brasil para bovinos leiteiros. No entanto, este sistema apresenta algumas limitações quando se analisam os dados referentes as exigências nutricionais para bezerros lactentes.

Os dados apresentados pelo NRC (2001) foram obtidos em ambientes de clima temperado, com condições de manejo e alimentação diferente das que são aplicadas em condições brasileiras (Almeida et al., 2001; Borges et al., 2007). Logo, estas diferenças podem resultar em exigências nutricionais diferentes como foi observado por Nascimento et al. (2009).

Em concordância com este raciocínio, outro ponto relevante a ser discutido é o padrão genético dos animais, já que estes mesmos dados foram gerados utilizando-se animais *Bos taurus*. Considerando que grande parte do rebanho leiteiro brasileiro seja formado por animais mestiços Holandês×Zebu (Ruas et al., 2006), a avaliação das exigências nutricionais para estes animais, durante uma fase primordial para o sistema de produção, como a fase de cria, torna-se essencial.

Portanto, objetivou-se quantificar as exigências nutricionais de energia e proteína para bezerros mestiços Holandês×Gir lactentes, até os 60 dias de vida, submetidos a diferentes planos de alimentação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite, vinculada ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. O experimento foi conduzido no período de Abril a Agosto de 2012 e a sua execução foi aprovada pelo comitê de ética para uso de animais da instituição, sob o protocolo nº 049/2012.

Os animais foram oriundos do Campo Experimental José Henrique Bruschi, pertencente a Embrapa Gado de Leite e localizado em Coronel Pacheco, Zona da Mata do Estado de Minas Gerais. O nascimento de todos os animais foi acompanhado, sendo que imediatamente após o parto os bezerros foram separados das respectivas mães pesados e identificados. Foi realizada a desinfecção do umbigo com solução de iodo a 7% e, fornecido colostro na quantidade de 6 kg por dia. Após o terceiro dia de vida os bezerros foram transportados para a Universidade Federal de Viçosa, onde foram alojados em abrigos individuais, providos de suportes para comedouros e bebedouros.

Foram utilizados 39 bezerros mestiços, não castrados, com grau de sangue variando de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  Holandês×Gir e com um peso corporal (PC) médio inicial de  $36 \pm 0,95$  kg. Do total de animais, 5 foram designados como grupo referência, sendo abatidos aos 4 dias de vida, com a finalidade estimar a composição corporal inicial dos animais. Os demais bezerros foram distribuídos, de acordo com um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $3 \times 2$ , sendo três níveis de leite e dois níveis de concentrado. Logo, foram formados seis tratamentos, os quais foram: 2 litros de leite por dia (2L); 4 litros de leite por dia (4L); 8 litros de leite por dia (8L); 2 litros de leite por dia e acesso *ad libitum* à ração concentrada (2L + C); 4 litros de leite por dia e acesso *ad libitum* à ração concentrada (4L + C) e 8 litros de leite por dia e acesso *ad libitum* à ração concentrada (8L + C).

O leite foi fornecido para os animais em duas refeições diárias, às 06:00 e 15:00 h, enquanto concentrado e a água foram mantidos à livre acesso dos animais. O consumo de concentrado foi mensurado no trato da manhã de todos os dias, através da diferença entre o ofertado e a sobra do dia anterior.

O concentrado foi formulado de maneira que apresentasse aproximadamente 190 g/kg de proteína bruta (PB) na matéria seca (MS), e seus ingredientes foram amostrados diretamente dos silos da fábrica de ração (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1– Ingredientes utilizados na formulação do concentrado, na base matéria seca.

Ingredientes	g/kg
Farelo de Soja	324,9
Fubá de Milho	626,4
Farelo de Trigo	30,94
Fosfato Bicálcico	3,03
Calcário	11,23
Sal comum	2,37
Mistura Vitamínica	1,01
Mistura Mineral <sup>1</sup>	0,2

<sup>1</sup>Conteúdo (g/kg): Sulfato de Zinco – 180,0; Sulfato de Cobre – 150,0; Sulfato de Cobalto – 10,0; Selenito de Sódio – 10,0 e Iodato de Potássio – 10,0.

Tabela 2 - Composição química dos ingredientes utilizados no concentrado, da mistura concentrada e do leite utilizados no experimento.

Itens <sup>1</sup>	MS <sup>2</sup>	MO <sup>3</sup>	PB <sup>3</sup>	EE <sup>3</sup>	FDN <sub>cp</sub> <sup>3</sup>	CNF <sup>3</sup>	PIDN <sup>3</sup>
			g/kg				
Farelo de Soja	887,2	922,1	479,3	16,9	129,0	297,0	2,05
Fubá de Milho	881,9	986,3	97,6	28,7	123,7	631,0	2,43
Farelo de Trigo	886,5	951,3	165,9	36,5	378,9	370,0	3,01
Concentrado	892,2	959,8	191,5	25,5	130,7	611,0	2,31
Leite	114,0	937,4	256,6	285,0	-	395,8	-

<sup>1</sup>MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDN<sub>cp</sub> = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = carboidratos não fibrosos, PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro, CIDN = cinza insolúvel em detergente neutro.

<sup>2</sup>g/kg de matéria natural

<sup>3</sup>g/kg de matéria seca

Aos 15 e 45 dias de vida, 4 animais de cada tratamento foram submetidos a ensaios de digestibilidade com coleta total de fezes e urina, tendo duração de 24 horas (Barbosa et al., 2006). A urina foi coletada através de funis coletores adaptados à região peniana dos animais, os quais eram acoplados a mangueiras de polietileno que direcionavam a urina até reservatórios mantidos em caixas de isopor com gelo.

Ao final das 24 horas de coleta, o total de fezes foi pesado, homogeneizado e amostrado. Posteriormente, as amostras foram pesadas, secas em estufa com

ventilação forçada (55°C), segundo método INCT-CA G-001/1 descritos em Detmann et al. (2012) e moídas (1 mm), em moinho de facas. Concomitantemente à amostragem de fezes, o total de urina produzido foi quantificado por pesagem e aferição de volume. A alíquota amostrada, contendo 50 mL de urina, foi designada para a determinação da excreção de nitrogênio total urinário (NTU), segundo o método INCT-CA N-001/1, descrito em Detmann et al. (2012).

Durante o ensaio de digestibilidade foram amostrados o concentrado e o leite ofertado aos animais, sendo que este foi parcialmente desidratado por liofilização, de acordo com o método INCT-CA G-002/1, descrito em Detmann et al. (2012).

As amostras de alimentos e fezes foram avaliadas quanto aos teores de MS, segundo método INCT-CA G-003/1; matéria mineral (MM) segundo método INCT-CA M-001/1, PB, segundo método INCT-CA N-001/1; fibra em detergente neutro (FDN) segundo método INCT-CA F-001/1 e correções para proteína e cinzas (FDN<sub>cp</sub>), respectivamente, segundo método INCT-CA N-004/1 e INCT-CA M-002/1, conforme descritos em Detmann et al. (2012).

Para avaliação do teor de extrato etéreo (EE), as amostras foram acondicionadas em sacos XT4 (Ankom<sup>®</sup>), e posteriormente, submetidas à extração pelo método oficial de alta temperatura da AOCS (2009) utilizando-se extrator XT15 (Ankom<sup>®</sup>).

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Detmann & Valadares Filho (2010):

$$\text{[Equação 1]} \quad CNF = 1000 - (PB + FDN_{cp} + EE + MM)$$

onde: CNF = carboidratos não fibrosos (g/kg); PB = proteína bruta (g/kg); FDN<sub>cp</sub> = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (g/kg); EE = extrato etéreo (g/kg); MM = matéria mineral (g/kg).

A concentração de energia digestível (ED) da dieta foi calculada a partir da multiplicação da fração digestível de cada componente calórico pelo seu respectivo valor energético (NRC, 2001), conforme a equação abaixo.

$$\text{[Equação 2]} \quad ED = 5,6 \times PBd + 9,4 \times EEd + 4,2 \times CNFd + 4,2 \times FDN_{cp}d$$

onde: ED = concentração de energia digestível (Mcal/kg); PBd = concentração de proteína bruta digestível (kg/kg); EEd = concentração de extrato etéreo digestível (kg/kg); CNFd = concentração de carboidratos não-fibrosos digestíveis (kg/kg); FDN<sub>cpd</sub> = concentração de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível (kg/kg).

A concentração de energia metabolizável (EM) da dieta foi calculada de acordo com a equação proposta pelo NRC (2001).

[Equação 3] 
$$EM = 1,01 \times ED - 0,45$$

onde: EM = concentração de energia metabolizável da dieta (Mcal/kg); ED = concentração de energia digestível da dieta (Mcal/kg).

A excreção de nitrogênio fecal de origem endógena foi admitida como sendo o intercepto ( $\beta_0$ ) da regressão entre a excreção diária de nitrogênio fecal e o consumo diário de nitrogênio, de acordo com o modelo a seguir.

[Equação 4] 
$$ENF = \beta_0 + \beta_1 \times CN$$

onde: ENF = excreção de nitrogênio fecal ( $\text{g/PV}^{0,75}$ ); CN = consumo de nitrogênio ( $\text{g/PV}^{0,75}$ ) e “ $\beta_0$ ” e “ $\beta_1$ ” são parâmetros da regressão.

A excreção real de nitrogênio foi calculada a partir da diferença entre a excreção de nitrogênio fecal aparente e a fração metabólica fecal, estimada pelo intercepto da equação acima. O consumo de proteína metabolizável foi calculado como sendo a diferença entre o consumo diário de nitrogênio e a excreção real de nitrogênio diário, multiplicado pelo fator 6,25.

Ao final do experimento todos os animais foram abatidos, após serem submetidos a um período de jejum de sólidos de 14 horas. O abate foi realizado através de insensibilização por concussão cerebral, seguido da secção da veia jugular para sangramento total. O procedimento de abate para os animais do grupo referência foi similar ao adotado para os outros animais.

Após o processo de sangria realizou-se a pesagem e amostragem do sangue dos animais. Posteriormente os componentes do trato gastrointestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e intestino grosso) foram lavados e pesados para a quantificação do peso de corpo vazio (PCVZ). Seguidamente, os

componentes: rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e grosso, gordura interna, mesentério, fígado, coração, rins, pulmão, língua, baço, diafragma, esôfago, traquéia e aparelho reprodutor foram moídos em triturador industrial, constituindo uma amostra composta e homogênea de órgãos e vísceras. O couro dos animais foi pesado e amostrado. De forma análoga, as patas, juntamente com a cabeça foram pesadas e moídas em triturador industrial de ossos.

Por fim, foi confeccionada uma amostra composta de sangue, couro, cabeça/patas e órgãos/vísceras. A contribuição de cada um destes componentes na amostra foi proporcional ao peso do respectivo componente no PCVZ do animal. Esta amostra foi moída por, aproximadamente, 20 minutos em triturador industrial, sendo então denominada de “componentes não-carcaça”.

A carcaça de cada animal foi dividida em duas metades, que foram pesadas e em seguida, acondicionadas em câmara fria a 4 °C por aproximadamente 24 horas. Após o período citado, as carcaças foram pesadas e cada meia-carcaça direita foi completamente moída em triturador industrial, constituindo assim uma amostra de “componentes carcaça”.

Ambas as amostras foram parcialmente desidratadas por liofilização de acordo com o método INCT-CA G-002/1, descrito em Detmann et al. (2012). Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho tipo de facase submetidas à quantificação dos teores de matéria seca (MS) segundo método INCT-CA G-003/1, matéria mineral (MM) segundo método INCT-CA M-001/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT-CA N-001/1 e extrato etéreo (EE) segundo método INCT-CA G-004/1, descritos em Detmann et al. (2012).

O conteúdo de energia corporal foi obtido a partir dos teores corporais de proteína, gordura e carboidrato, e seus respectivos equivalentes calóricos de 5,6; 9,4 e 4,2 (ARC, 1980):

[Equação 5]

$$CE = 5,6 \times PB + 9,4 \times EE$$

onde: CE = conteúdo de energia corporal (Mcal); PB = proteína bruta no corpo vazio (kg) e EE = extrato etéreo no corpo vazio (kg).

Para conversão do peso vivo (PV) em peso de corpo vazio (PCVZ) foram calculadas as relações entre o PCVZ e o PV dos animais submetidos aos tratamentos. Para conversão do ganho de peso vivo (GMD) em ganho de peso de corpo vazio

(GPCVZ), utilizou-se a média das relações entre o GPCVZ e o GMD. A estimativa do peso de corpo vazio inicial (PCVZ<sub>i</sub>) foi realizada utilizando-se os dados dos animais do grupo referência.

Os conteúdos de energia e proteína no corpo em função do PCVZ dos animais de cada tratamento, e para todos os tratamentos em conjunto, foram estimados por meio de equações não lineares dos conteúdos corporais de energia e proteína dos animais em desempenho e referência, conforme o modelo a seguir:

[Equação 6] 
$$C_i = a \times PCVZ^b$$

onde: C<sub>i</sub> = constituinte “i” do corpo animal, podendo ser energia (Mcal) ou proteína (kg); PCVZ = peso de corpo vazio (kg) e “a” e “b” = parâmetros da regressão.

A partir dos parâmetros da regressão apresentada acima, os requerimentos de energia e proteína por quilo de peso de corpo vazio foram estimados pela primeira derivada daquela equação, segundo o modelo abaixo:

[Equação 7] 
$$Y = a \times b \times PCVZ^{b-1}$$

onde: Y = requerimento de energia líquida para ganho (Mcal/kg GPCVZ/dia) ou requerimento líquido de proteína para ganho (g/kg GPCVZ/dia); PCVZ = peso de corpo vazio (kg) e “a” e “b” são parâmetros da regressão.

A exigência de proteína metabolizável para manutenção foi calculada de acordo com Wilkerson et al. (1993), em que o consumo de proteína metabolizável foi contrastado com o ganho de peso de corpo vazio dos animais:

[Equação 8] 
$$CP_{met} = \beta_0 + \beta_1 \times GMD$$

onde: CP<sub>met</sub> = consumo de proteína metabolizável (g/dia); GMD = ganho de médio diário (kg/dia); “β<sub>0</sub>” e “β<sub>1</sub>” são parâmetros da regressão.

A divisão do intercepto da regressão pelo peso vivo médio metabólico (PV<sub>m</sub><sup>0,75</sup>) dos animais estimou os requisitos de proteína metabolizável para manutenção (PM<sub>m</sub>):

[Equação 9] 
$$PM_m = \frac{\beta_0}{PV_m^{0,75}}$$

onde: PM<sub>m</sub> = exigência de proteína metabolizável para manutenção (g/kgPV<sup>0,75</sup>/dia); β<sub>0</sub> = intercepto da equação 13; PV<sub>m</sub><sup>0,75</sup> = peso vivo metabólico médio (kg).

A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho foi calculada através da regressão da proteína retida em função do consumo de proteína metabolizável. Neste caso, “β<sub>1</sub>” pode ser interpretado como sendo a eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (k, dado em %). segundo o modelo:

[Equação 10] 
$$PR = \beta_0 + \beta_1 \times CP_{met}$$

onde: PR = proteína retida (g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia); CP<sub>met</sub> = consumo de proteína metabolizável (g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) e “β<sub>0</sub>” e “β<sub>1</sub>” são parâmetros da regressão.

Para estimar as exigências líquidas de proteína líquida para manutenção, utilizou-se a equação 10, onde o módulo de “β<sub>0</sub>” foi considerado como sendo esta exigência em (g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia).

O cálculo da proteína metabolizável para ganho (PM<sub>g</sub>) foi realizado pela divisão entre a exigência líquida de proteína para ganho (PL<sub>g</sub>) e a eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (k):

[Equação 11] 
$$PM_g = \frac{PL_g}{k}$$

onde: PM<sub>g</sub> = proteína metabolizável para ganho (g/dia); PL<sub>g</sub> = proteína líquida para ganho (g/kg GPCVZ/dia; k = eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (%).

De forma alternativa ao modelo proposto pela equação 7, a exigência de energia líquida para ganho foi calculada através de uma regressão entre a energia retida (ER), o GPCVZ e PCVZ dos animais em desempenho, utilizando o seguinte modelo:

[Equação 12] 
$$ER = \beta_0 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{\beta_1}$$

onde: ER = energia retida (Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia), PCVZ<sup>0,75</sup> = peso de corpo vazio metabólico (kg), GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia), “β<sub>0</sub>” e “β<sub>1</sub>” são parâmetros da regressão.

As exigências de energia líquida para manutenção foram admitidas como sendo o intercepto ( $\beta_0$ ) da equação de regressão exponencial entre a produção de calor e o consumo de energia metabolizável. Através do método iterativo determinou-se as exigências de energia metabolizável para manutenção ( $EM_m$ , em Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) como sendo o ponto onde o consumo de energia metabolizável e a produção de calor se igualam, ou seja, o ponto onde não há retenção de energia no corpo. Utilizou-se o seguinte modelo:

[Equação 13] 
$$PC = \beta_0 x e^{\beta_1 x CEM}$$

onde: PC = produção de calor (Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia); CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia);  $\beta_0$  e  $\beta_1$  são parâmetros da regressão.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção ( $k_m$ ) foi obtida a partir da relação entre as exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso ( $k_g$ , em %), foi admitida como sendo o coeficiente de inclinação ( $\beta_1$ ) da regressão da energia retida em função do consumo de energia metabolizável, segundo o modelo:

[Equação 14] 
$$ER = \beta_0 + \beta_1 x CEM$$

onde: ER = energia retida (Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia); CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia);  $\beta_0$  e  $\beta_1$  são parâmetros da regressão.

Os parâmetros dos modelos lineares foram testados por intermédio do PROC MIXED. As regressões não lineares foram ajustadas pelo PROC NL MIXED e a inclusão de concentrado foi testada pelo método “estimate”. Quando verificada a equivalência entre os parâmetros ( $P > 0,05$ ), foi gerada uma equação conjunta.

Para estimar o  $k_g$  do concentrado foi montado um sistema de equações lineares, considerando o  $k_g$  obtido para as dietas com e sem concentrado, e a relação média entre leite e concentrado na base da matéria seca da dieta dos animais.

Para todos os procedimentos estatísticos adotou-se um nível de significância de 5%, utilizando o SAS (Versão 9.2).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Peso de Corpo Vazio e Ganho de Peso de Corpo Vazio*

O intercepto da regressão linear entre o peso vivo e peso de corpo vazio não diferiu de zero ( $P>0,75$ ). Assim, os dados foram testados sem a inclusão do intercepto, e obteve-se a seguinte regressão:

[Equação 15] 
$$PCVZ = 0,9451_{\pm 0,0065} \times PV$$

onde: PCVZ = peso de corpo vazio em jejum (kg); PV = peso vivo em jejum (kg).

A relação encontrada neste experimento é superior aos dados apresentados por Marcondes et al. (2009) e Valadares Filho et al. (2006) para animais adultos, sendo estes, respectivamente, 0,917 e 0,896. Animais lactentes por terem a dieta baseada em alimentos de alta digestibilidade, que por consequência provocam menor enchimento e crescimento do trato gastrointestinal, apresentam maior relação PCVZ/PV, como foi observado por Diaz et al. (2001), que encontrou uma relação de 0,95 para bezerros holandeses e por Fonseca et al. (2012) que encontraram uma relação de 0,962 para bezerros nelores lactentes.

De forma semelhante ao comportamento observado para a relação PCVZ/PV, o intercepto da regressão entre o ganho de peso de corpo vazio e o ganho médio diário também não foi significativo ( $P>0,63$ ). Assim, os dados foram testados sem a inclusão do intercepto, sendo gerada a equação abaixo:

[Equação 16] 
$$GPCVZ = 0,9532_{\pm 0,0092} \times GMD$$

onde: GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia); GMD = ganho médio diário (kg/dia).

Valores semelhantes foram reportados por Fonseca et al. (2012), sendo este 0,9580. Em contrapartida, o NRC (2001) sugeriu o valor de 0,89 para novilhas acima de 100 kg de peso corporal. Como o efeito de enchimento tende a ser menos pronunciado em animais lactentes, o GPCVZ segue o mesmo comportamento do PCVZ.

## *Exigências de energia*

### *Exigências e eficiência de utilização da energia para manutenção*

A exigência de energia metabolizável para manutenção (EMm) pode ser entendida como sendo o consumo de energia metabolizável no qual não há retenção de energia no corpo animal (Dawson & Steen, 1998). Ao passo que a exigência líquida para manutenção (ELm) é a produção de calor quando o consumo de energia metabolizável é nulo.

As exigências de energia líquida para manutenção para os animais que recebiam somente leite na dieta e para os animais que recebiam dieta mista foram calculadas separadamente, utilizando-se o modelo proposto na equação 13. Não foram evidenciadas diferenças ( $P > 0,32$ ), quanto à inclusão ou não de concentrado na dieta, sobre as exigências de energia líquida para manutenção. Logo, formulou-se uma equação conjunta (Figura 1) onde o requerimento de energia líquida para manutenção foi  $70,8 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ .

[Equação 17] 
$$PC = 0,0708_{\pm 0,00529} x e^{3,4323 \pm 0,3760 x CEM}$$

onde: PC = produção de calor (Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia); CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia).

São relativamente escassos dados sobre exigências nutricionais de animais durante a fase de aleitamento. Logo, contrastando-se o resultado deste trabalho com os resultados apresentados por Veloso et al. (2002), Chizzotti et al. (2008) e Marcondes et al. (2011) trabalhando com animais acima de 300 kg de PV, pode-se observar que os valores encontrados nestes trabalhos, sendo 76,4; 75,0 e 75,8 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia, respectivamente, são em média 8% maiores que o valor proposto, neste trabalho, para animais jovens. Os valores sugeridos pelo NRC (2001), para bezerros lactentes, são da ordem de 86 kcal/PV<sup>0,75</sup>/dia. Ao passo que os valores apresentados pelo ARC (1980) estão em torno de 95 kcal/PV<sup>0,75</sup>/dia.

A ELm está correlacionada com o atendimento de funções basais, como a manutenção da homeotermia, circulação, respiração, manutenção de sistemas enzimáticos, síntese de tecidos (Valadares Filho et al., 2010) e atividades voluntárias, como ruminar e caminhar. A exigência de manutenção pode ser descrita como sendo uma função direta e quase exclusiva do metabolismo animal, tendo a dieta pouca

influência sobre esta. No entanto, quando animais jovens são alimentados com dietas a base de leite e concentrado, a atividade de ruminação está ausente ou apresenta-se de forma discreta, levando ao decréscimo nos requerimentos de manutenção em contraste com animais adultos.

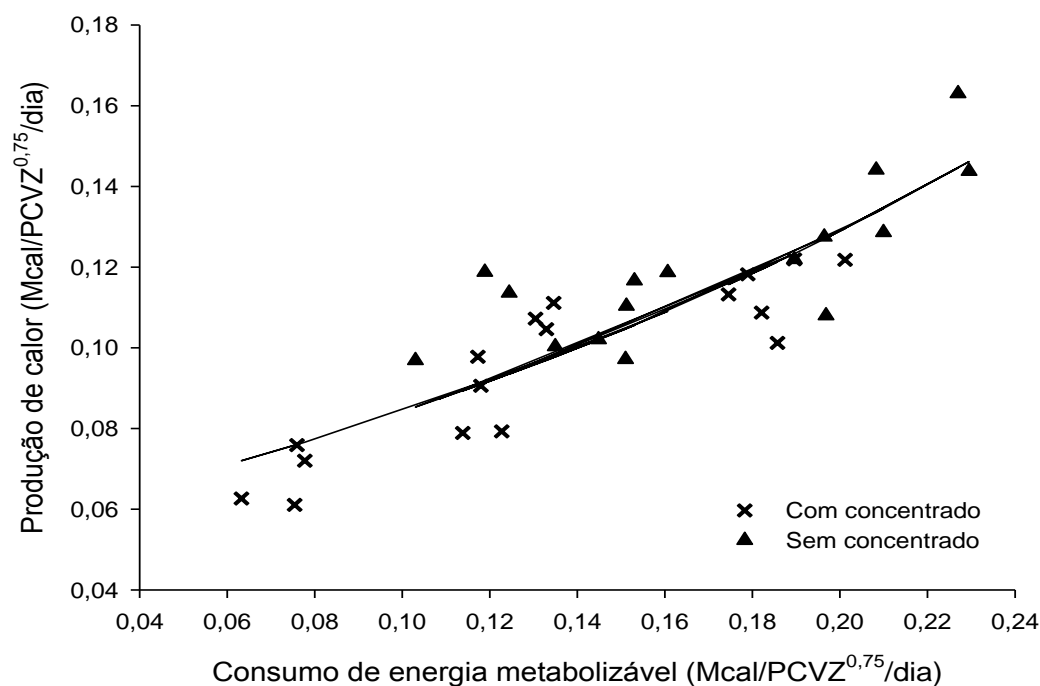


Figura 1 - Relação exponencial entre a produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável (CEM).

Utilizando-se o método iterativo foram estimados os requerimentos de energia metabolizável para manutenção para os animais das diferentes dietas, sendo 92,57 e 112,86 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia, para as dieta sem e com concentrado, respectivamente. Não foram observadas diferenças ( $P>0,32$ ) entre os valores propostos, assim o valor encontrado utilizando as dietas em conjunto foi de 99,85 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia.

De forma similar aos requerimentos de energia, não houve diferença ( $P>0,41$ ) da inclusão de concentrado na dieta sobre a eficiência de manutenção. Logo, gerou-se um valor único para todos os animais, o qual foi de 70,9%. Em concordância com este resultado, o NRC (1989) sugere não haver modificação na eficiência de utilização do leite para manutenção quando há a inclusão de concentrado na dieta de bezerros. Esta mesma publicação sugere um valor de  $k_m$  da ordem de 86%, ao passo que a edição do NRC em 2001 sugere  $k_m$  de 82,5%, para uma dieta com uma relação entre leite e concentrado de 60:40 na matéria seca. Acredita-se que os valores de  $k_m$

sugeridos pelo NRC estão superestimados em ambas as publicações. Já que o ARC (1980) sugere um valor de Km variando entre 72 e 77%, faixa muito próxima ao resultado obtido neste trabalho.

Além do mais, a utilização de uma relação fixa entre leite e concentrado pode limitar a utilização dos valores propostos pelo NRC (2001). Pesquisas recentes (Khan et al., 2011; Soberon et al., 2012; Miller-Cushon et al., 2013) vêm demonstrando os benefícios de um maior fornecimento de leite, sendo esta nova prática já adotada por vários produtores. Logo, quando são utilizadas quantidades de leite que diferem das recomendações clássicas de 4 ou 5 litros por dia, a relação entre leite e concentrado se altera, limitando a utilização dos dados apresentados pelo NRC (2001). Por exemplo, as relações entre leite e concentrado encontradas neste experimento foram de 36:64; 67:33 e 83:17, para os tratamentos 2L + C, 4L + C e 8L + C, respectivamente.

#### *Exigências e eficiência de utilização da energia para ganho*

O conteúdo de energia em função do PCVZ dos animais é descrito pela equação abaixo:

$$\text{[Equação 18]} \quad CE = 0,3909_{\pm 0,0786} \times PCVZ^{1,3161_{\pm 0,0467}}$$

onde: CE = conteúdo de energia (Mcal); PCVZ = peso de corpo vazio (kg).

Logo, assumindo que a exigência líquida de energia para ganho é alcançada a partir da primeira derivada da equação acima, obtêm-se o seguinte modelo:

$$\text{[Equação 19]} \quad ELg = 0,5144 \times PCVZ^{0,3161}$$

onde: ELg = exigências de energia líquida para cada kg de ganho (Mcal/kg de ganho/dia); PCVZ = peso de corpo vazio (kg).

De forma alternativa, com vistas a estimar a exigências de energia líquida para ganho, ajustou-se uma regressão da energia retida em função do peso de corpo vazio metabólico ( $PCVZ^{0,75}$ ) e o GPCVZ, obtendo-se o modelo a seguir:

$$\text{[Equação 20]} \quad ER = 0,0882_{\pm 0,0028} \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{0,9050_{\pm 0,0706}}$$

onde: ER = energia retida ou exigência de energia líquida para ganho (Mcal/dia);  $PCVZ^{0,75}$  = peso de corpo vazio metabólico (kg); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia).

Fonseca et al. (2012) observaram comportamento similar ( $ER = 0,0932 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{0,9175}$ ) para a exigência de energia para ganho de bezerros nelores lactentes. Contraposto a este comportamento, Diaz et al. (2001) obtiveram a seguinte equação:  $ER = 0,0635 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,0973}$ , para bezerros holandeses, onde o GPCVZ é elevado a um coeficiente superior a 1. O comportamento deste coeficiente tem estreita relação com o GMD dos animais utilizados no banco de dados. Desta forma, se o GMD observado for menor que 1 kg/dia, o coeficiente do GPCVZ acompanha o mesmo comportamento.

As exigências líquidas de energia para ganho apresentadas pelo NRC (2001), derivam de uma equação que leva em consideração o peso vivo e o ganho médio diário ao invés de seus equivalentes em função do corpo vazio ( $ELg = [(0,84PV^{0,355} \times GMD^{1,2}) \times 0,69]$ ).

A Figura 2 contrasta os dados obtidos por meio das equações propostas por Diaz et al. (2001), NRC (2001) e Fonseca et al. (2012), com a equação sugerida neste trabalho. Para tal, considerou-se uma faixa de PCVZ que se estende de 37,1 a 102,6 kg e um GPCVZ médio de 0,489 kg /dia, que foram os dados obtidos neste experimento. Pode-se observar que o modelo proposto por Diaz et al. (2001) sugere uma exigência de energia para ganho menor que este trabalho, ao passo que a equação sugerida por Fonseca et al. (2012) apresenta um comportamento similar ao dados deste experimento. Esta diferença pode estar relacionada à composição do ganho dos animais utilizados nos diferentes experimentos.

Por outro lado, o modelo sugerido por Toullec (1989) e adotado pelo NRC (2001), superestima as exigências de energia para ganho de peso para animais com PCVZ abaixo de 82 kg e com um GPCVZ de 0,489 kg/dia. Ao passo que para animais acima de 82 kg de PCVZ as exigências do NRC (2001) subestimam os valores preditos através da equação proposta neste trabalho.

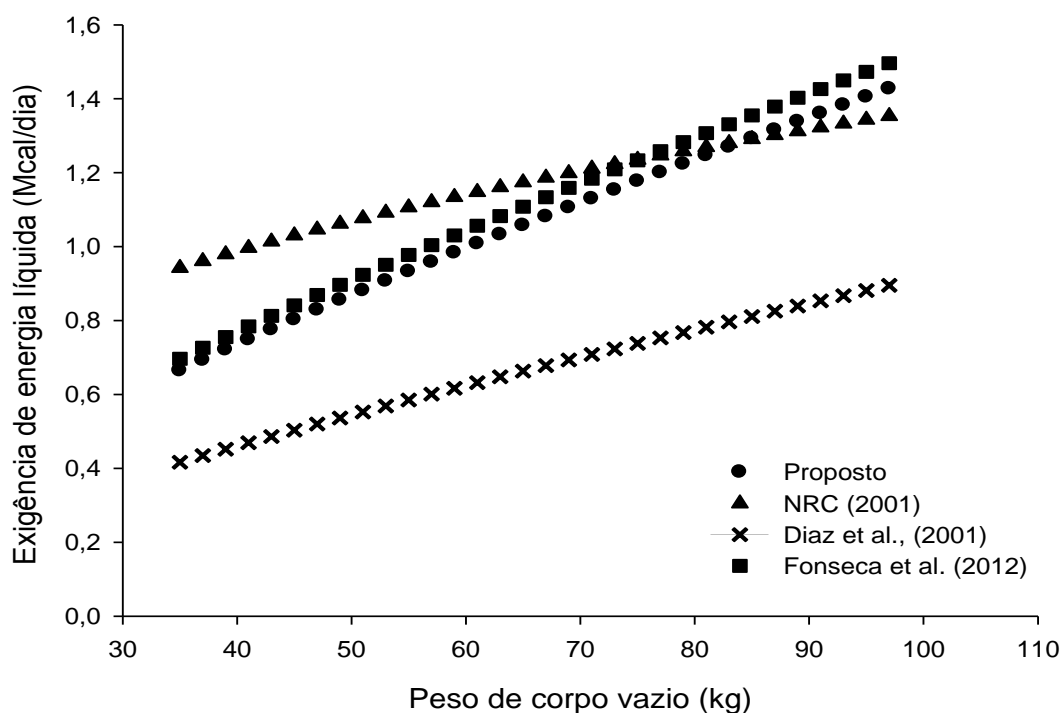


Figura 2 – Comparação de diferentes modelos de predição das exigências de energia líquida para ganho de bezerros.

A Figura 3 demonstra as exigências de energia calculadas através dos quatro modelos citados anteriormente, referindo-se a um ganho médio diário de 0,9 kg. Pode-se observar que as exigências calculadas através do NRC (2001), são superiores aos outros valores sugeridos. Diaz et al. (2001) observaram superestimação dos requerimentos de energia para ganho para bezerros de até 32%, quando utilizaram o modelo proposto por Toullec (1989). Da forma semelhante, o modelo proposto por Toullec (1989) superestimou as exigências encontradas neste trabalho em 37%. Esta superestimação pode estar associada à utilização de animais mais pesados e alimentados com fontes proteicas de baixa qualidade, o que aumenta a deposição de gordura (Diaz et al., 2001).

Em concordância, o AFRC (1993) estima as exigências de energia líquida, para um bezerro de 30 kg de peso vivo, como sendo 1,2 Mcal/kg de ganho de peso vivo. Considerando um animal nas mesmas situações, as estimativas produzidas através do modelo proposto neste trabalho seria aproximadamente 1,05 Mcal/kg de GMD. Por outro lado, o valor calculado pelo NRC (2001) seria de 1,94 Mcal/kg de GMD, estando este valor 61,6% acima da recomendação do AFRC (1993).

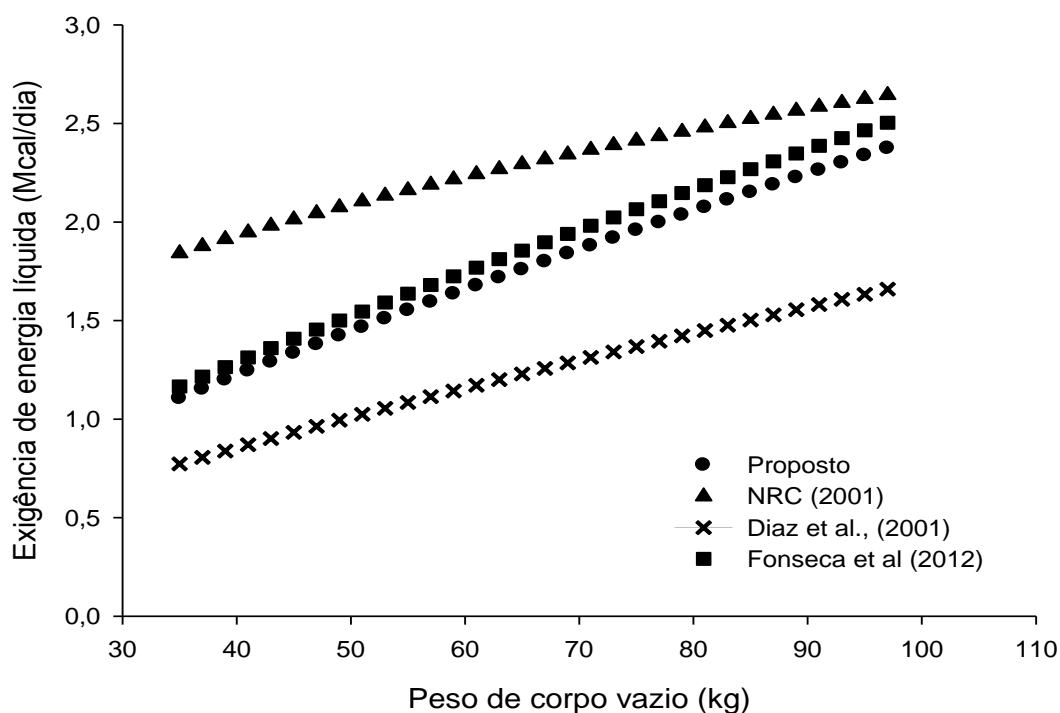


Figura 3 - Comparação de diferentes modelos de predição das exigências de energia líquida para o ganho de 0,9 kg de peso vivo.

Quando são comparados os modelos construídos através das equações 19 e 20 (Figura 4), assumindo-se um GPCVZ de 1kg/dia, ficam evidenciadas diferenças quanto aos valores estimados. Este fato está relacionado ao modelo alométrico considerar uma taxa de aumento fixa na exigência de energia em função do peso corporal, desconsiderando assim variações na retenção de energia de acordo com os níveis de GPCVZ. Contraposto a este comportamento, o modelo gerado pela equação 20, considera as variações citadas, sendo assim recomendada a sua utilização.

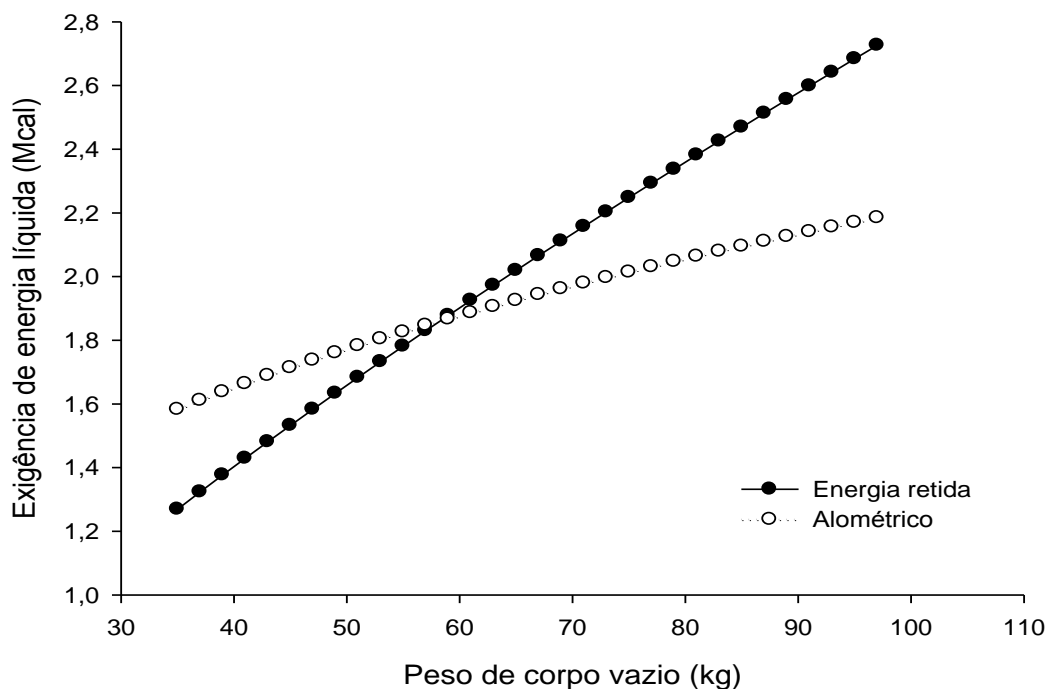


Figura 4 – Comparação entre os modelos utilizados para determinação da energia retida.

Utilizando o modelo descrito pela equação 14, onde a eficiência de utilização da energia para ganho é assumida como sendo o coeficiente de inclinação da equação, foram obtidos dois modelos com os coeficientes de inclinação, significativamente diferentes entre si ( $P < 0,01$ ), para os grupos que recebem (Equação 21) ou não (Equação 22), concentrado na dieta.

[Equação 21] 
$$ER = 0,5739_{\pm 0,0643} \times CEM - 0,0486_{\pm 0,0110}$$

[Equação 22] 
$$ER = 0,5158_{\pm 0,0561} \times CEM - 0,0487_{\pm 0,0110}$$

onde: ER= energia retida (Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia); CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia).

A eficiência de utilização da energia para ganho foi de 57,39 e 51,58% para os animais que recebiam somente leite e para os que receberam dieta mista, respectivamente. Logo, pode-se inferir que a eficiência de utilização da energia do leite para ganho é de 57,4%. Diante deste pressuposto e tendo o conhecimento do

consumo de leite e concentrado dos animais, calculou-se a eficiência de ganho a partir do concentrado, como sendo 39,3%. Considerando dietas mistas o NRC (2001) sugere um  $K_g$  da ordem de 65,2%. Enquanto o ARC (1980) sugere que o  $k_g$  situa-se entre 50 e 59%, faixa esta condizente com os resultados obtidos neste trabalho.

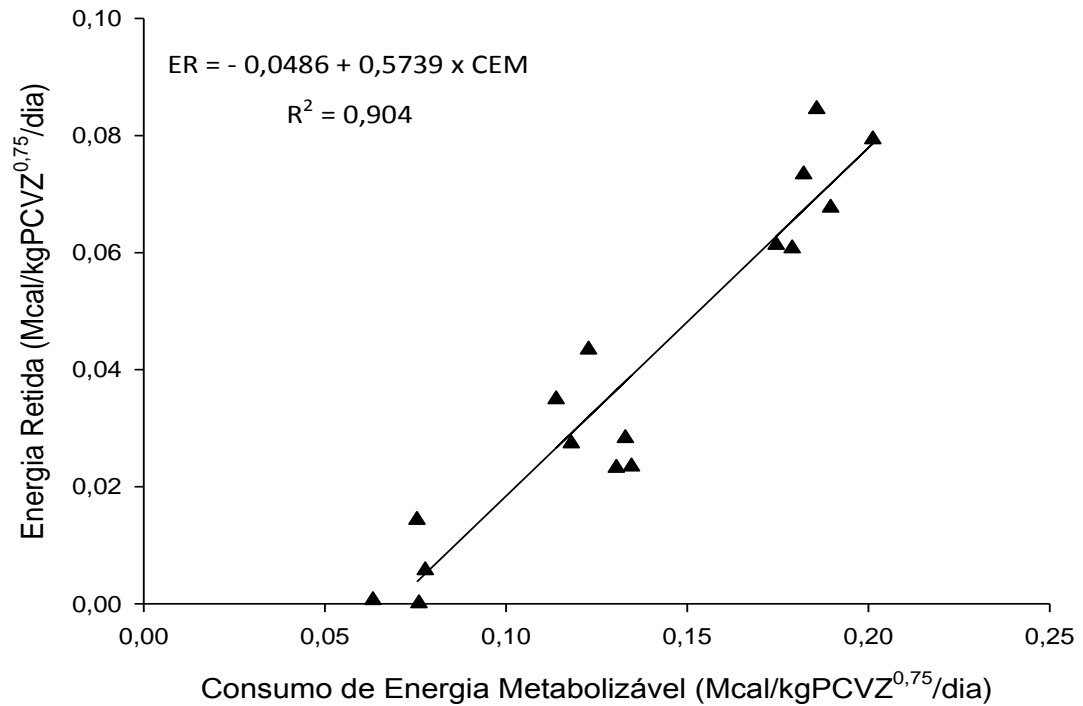


Figura 5 – Relação entre a energia retida e o consumo de energia metabolizável para animais consumindo somente leite.

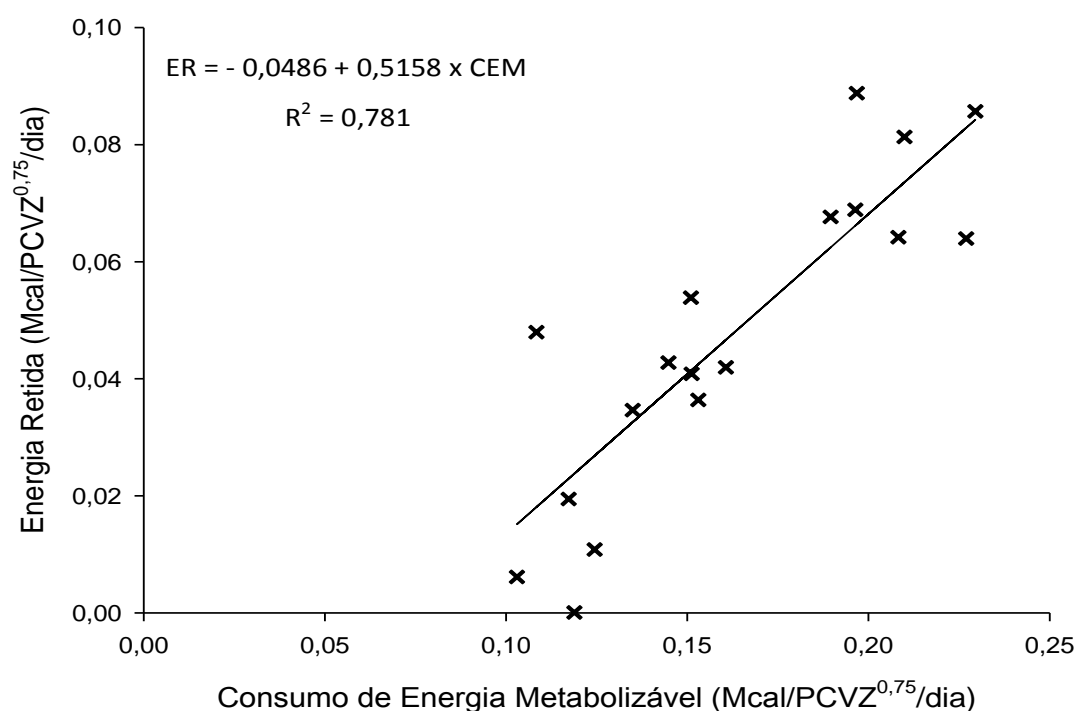


Figura 6 - Relação entre a energia retida e o consumo de energia metabolizável para animais consumindo leite e concentrado.

A eficiência de utilização da energia metabolizável é influenciada por uma série de fatores como ambiente, trabalho muscular realizado pelo animal (Signoretti et al., 1999), assim como a metabolizabilidade da dieta, ou seja, a concentração de EM (ARC, 1980). Garrett & Johnson (1983) afirmaram que a metabolizabilidade da dieta influencia diretamente as eficiências de utilização da energia, mas o seu efeito é mais pronunciado na eficiência de ganho que na de manutenção, comportamento o qual foi observado neste trabalho. Fato este relacionado à composição dos alimentos, já que o leite possui uma concentração de 4,75 Mcal/kg de MS em energia metabolizável, ao passo que o concentrado utilizado possui 3,6 Mcal/kg de MS em energia metabolizável.

#### *Exigências de proteína*

#### *Fração metabólica fecal*

A proteína metabolizável pode ser descrita como a proteína digestível verdadeira que é absorvida no intestino delgado (AFRC, 1993). A partir deste principio pode-se inferir que o consumo de proteína metabolizável seria o consumo



Considerando o módulo do intercepto da regressão entre a proteína retida e o consumo de proteína metabolizável como sendo a exigência de proteína líquida para manutenção (PLm), obteve-se o valor de 2,65 g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia, conforme demonstra a equação abaixo:

$$\text{[Equação 23]} \quad PR = - 2,6516_{\pm 0,8036} + 0,7293_{\pm 0,0878} \times CP_{met}$$

onde: PR = proteína retida (g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia); CPmet = consumo de proteína metabolizável (g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia).

Este valor está próximo ao sugerido pelo AFRC (1993) e por Valadares Filho et al. (2006) para animais adultos, sendo estes 2,30 e 2,69 g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia, respectivamente. Cabe ressaltar, no entanto, que esta metodologia de cálculo desconsidera perdas por pelos e por descamação, podendo, assim, subestimar as exigências de PLm (Marcondes et al., 2011b). No caso de bezerros esta perda pode ser considerável, pois a pele tem uma representatividade maior no corpo animal.

A proteína metabolizável de manutenção (PMm) foi calculada utilizando-se as equações 8 e 9, através da regressão do consumo de proteína metabolizável (CPmet) em função do GPCVZ (Figura 8). Não foi observado efeito da inclusão de concentrado sobre os coeficientes do modelo [Intercepto ( $P > 0,28$ ); Inclinação ( $P > 0,18$ )], logo, gerou-se um modelo único, apresentado a seguir.

$$\text{[Equação 24]} \quad CP_{met} = 58,1093_{\pm 5,4923} + 205,79_{\pm 9,5941} \times GPCVZ$$

onde: CPmet = Consumo de proteína metabolizável (g/dia); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia).

Por intermédio da razão entre o intercepto da equação 24 e o peso vivo metabólico médio dos animais (18,4 kg), foram obtidas as exigências de proteína metabolizável para manutenção, sendo este valor 3,16 g/PV<sup>0,75</sup>. O valor encontrado para a exigência de proteína metabolizável para manutenção está abaixo dos valores reportados pelo NRC (2000) e por Valadares Filho et al. (2010), sendo estes 3,8 e 4 g/kgPV<sup>0,75</sup>, respectivamente. No entanto, o valor encontrado neste trabalho se assemelha aos dados obtidos por Marcondes et al. (2011b) e ao valor sugerido pelo (INRA, 2007), sendo estes 3,09 e 3,25 g/kgPV<sup>0,75</sup>, respectivamente.

A eficiência de utilização da proteína metabolizável está relacionada com o perfil de aminoácidos da proteína dietética (Oldham, 1987; AFRC, 1993). Sendo que, segundo o AFRC (1993), uma “mistura ideal” de aminoácidos teria uma eficiência de utilização de 100% para manutenção. Segundo Oldham (1987), o perfil de aminoácidos dos tecidos corporais de um bezerro é semelhante ao perfil aminoacídico do leite, o que aumenta a eficiência de utilização da proteína da dieta para manutenção. Logo, pode-se inferir que o alto valor biológico da proteína do leite, aliado à utilização de um concentrado formulado com alimentos “nobres” e que tendem a propiciar um bom balanceamento aminoacídico, podem otimizar a utilização da proteína para manutenção. Sendo que neste trabalho a eficiência de utilização da proteína metabolizável para manutenção foi de 83,8%.

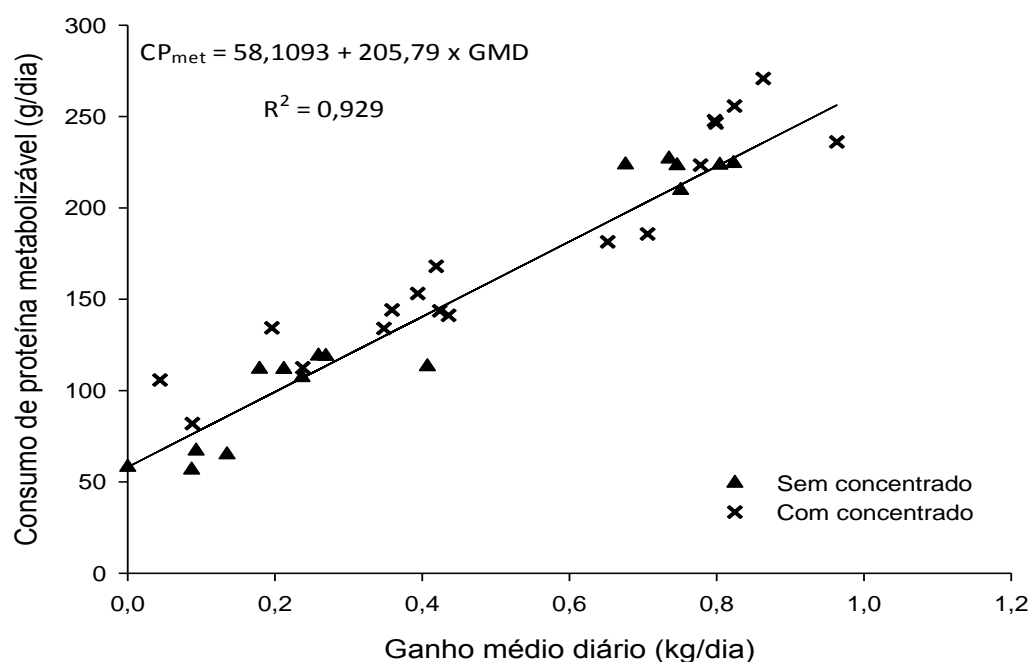


Figura 8 – Consumo de proteína metabolizável em função do ganho médio diário.

#### *Exigências e eficiência de utilização da proteína para ganho*

Foi gerada uma equação do conteúdo corporal de proteína bruta em função da variação do PCVZ dos animais em experimento.

[Equação 25] 
$$CPB = 0,1117_{\pm 0,0142} \times PCVZ^{1,0663_{\pm 0,0295}}$$

onde: CPB = conteúdo corporal de proteína (kg); PCVZ = peso de corpo vazio (kg).

Não foram evidenciadas diferenças da inclusão de concentrado sobre o conteúdo de proteína corporal dos animais (Figura 9). Logo, a partir da primeira derivada da equação 25 foram estimadas as exigências líquidas de proteína para ganho ( $PL_g$ ), resultando no modelo a seguir:

[Equação 26] 
$$PL_g = 119,10 \times PCVZ^{0,0663}$$

onde:  $PL_g$  = proteína líquida de ganho (g/dia; para um ganho de 1 kg de PCVZ);  
 $PCVZ$  = peso de corpo vazio (kg).

Pode-se observar que a medida que se aumenta o PCVZ dos animais, estes tendem a ter uma maior exigência de proteína para ganho de peso. Carvalho et al. (2003) e Nascimento et al. (2009), observaram comportamento similar para as exigências de proteína para ganho e correlacionaram este fato com a composição corporal dos animais, já que nesta fase de vida há maior proporção de proteína em relação aos demais tecidos do corpo (Berge, 1991).

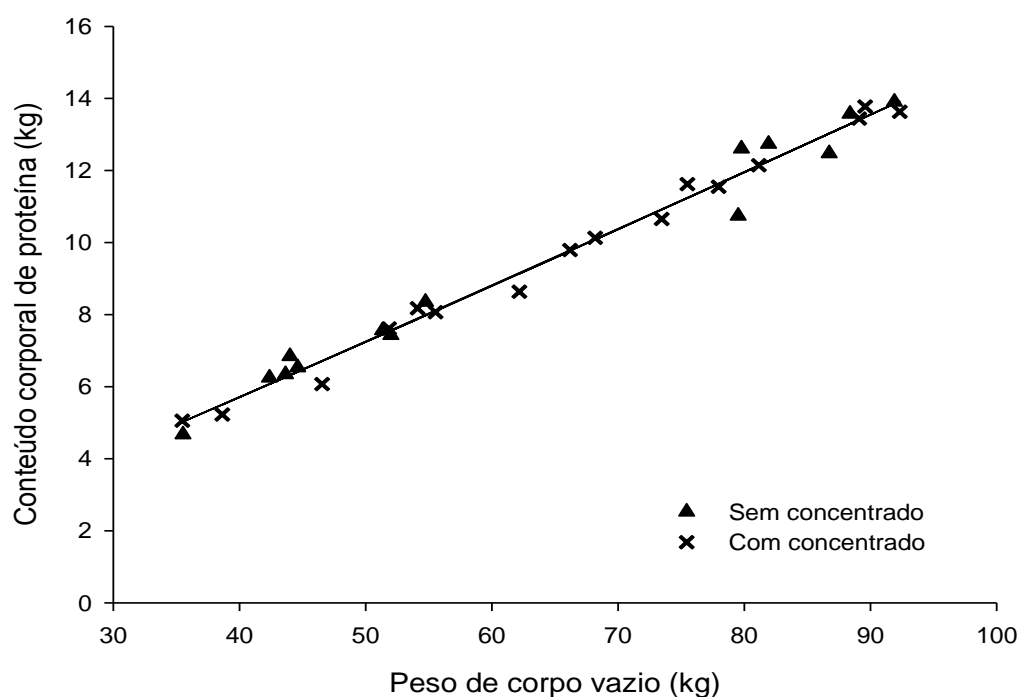


Figura 9 – Relação entre o conteúdo corporal de proteína e o peso de corpo vazio.

A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho é interpretada como sendo o coeficiente de inclinação da equação 23 (Figura 10). Não foi

observado efeito da inclusão de concentrado sobre os parâmetros da regressão [Intercepto ( $P>0,89$ ); Inclinação ( $P>0,83$ )]. Logo, gerou-se uma equação conjunta, a qual deu origem a uma eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho de 72,9%.

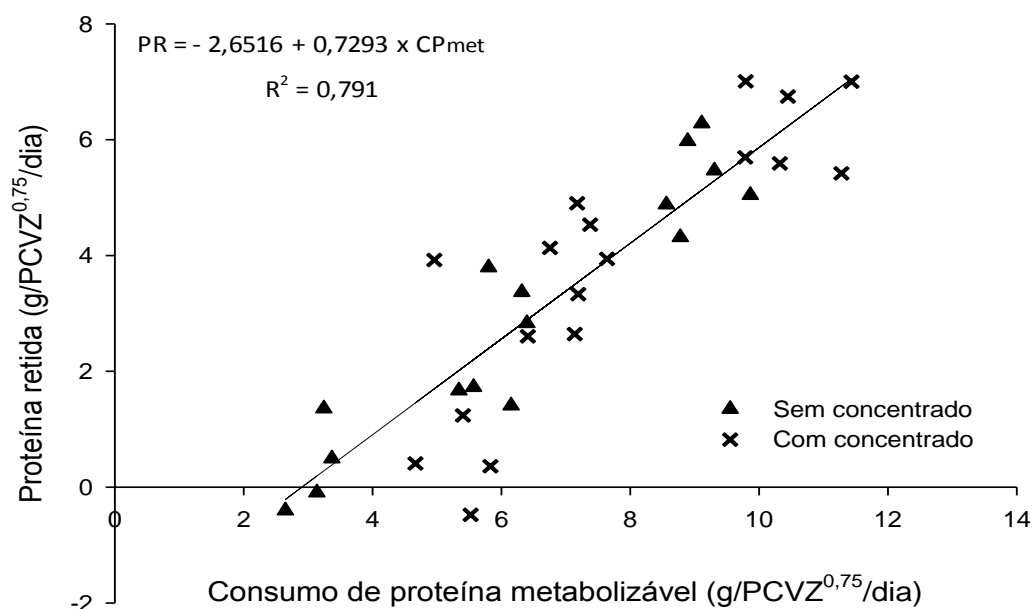


Figura 10 – Relação entre o consumo de proteína metabolizável e a proteína retida.

A eficiência de utilização da proteína para ganho foi maior do que os valores reportados por NRC (2000) e Valadares Filho et al.(2010) para animais adultos, sendo estes valores respectivamente, 49,2 e 46,9%. Tal comportamento pode ser considerado normal, visto que, a eficiência de utilização da proteína está relacionada com o perfil aminoácido do alimento, como discutido anteriormente. A baixa produção microbiana apresentada por animais jovens, aliada a uma alta proporção de PNDR na ração, podem estar influenciando esta estimativa. Com esta perspectiva, o NRC (2001) sugere uma eficiência de utilização da proteína do leite para ganho de peso da ordem de 80%, valor próximo ao encontrado neste trabalho.

*Resumo das equações e cálculos das exigências nutricionais*

Tabela 3 - Resumo dos modelos de predição das exigências de energia e proteína para bezerros mestiços lactentes.

Item	Equação	Unidade
PCVZ	$0,9451 \times PV$	kg
GPCVZ	$0,9532 \times GMD$	kg/dia
Energia		
$EL_m$	$0,071 \times PCVZ^{0,75}$	Mcal/dia
$k_m$	70,90	%
$EM_m$	$EL_m/k_m$	Mcal/dia
$EL_g$	$0,0882 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{0,9050}$	Mcal/dia
$k_g$	Sem concentrado: 57,39	%
	Com concentrado: 51,58	%
$EM_g$	$EL_g/k_g$	Mcal/dia
$EM_{total}$	$EM_m + EM_g$	Mcal/dia
Proteína		
$PM_m$	$3,16 \times PV^{0,75}$	g/dia
$PL_g$	$119 \times PCVZ^{0,0663} \times GPCVZ$	g/dia
$k$	72,9	%
$PM_g$	$PL_g/k$	g/dia
$PM_{total}$	$PM_m + PM_g$	g/dia

Logo, considerando um bezerro de 60 kg de peso vivo, com um ganho de 0,6kg/dia e consumindo uma dieta mista, temos:

- $PCVZ = 0,9451 \times PV = 0,9451 \times 60 = 56,70$  kg
- $GPCVZ = 0,9532 \times GMD = 0,9532 \times 0,6 = 0,572$  kg/dia
- $EL_m = 0,071 \times PCVZ^{0,75} = 0,055 \times 56,7^{0,75} = 1,46$  Mcal/dia
- $EM_m = EL_m/k_m = 1,46/0,709 = 2,05$  Mcal/dia
- $EL_g = 0,0882 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{0,9050} = 0,0882 \times 56,7^{0,75} \times 0,572^{0,9050} = 1,10$  Mcal/dia
- $EM_g = EL_g/K_g = 1,10/0,5158 = 2,13$  Mcal/dia
- $EM_{total} = EM_m + EM_g = 2,05 + 2,13 = 4,18$  Mcal/dia

- $PM_m = 3,16 \times PV^{0,75} = 3,16 \times 60^{0,75} = 68,1 \text{ g/dia}$
- $PL_g = 119 \times PCVZ^{0,0663} \times GPCVZ = 119 \times 56,7^{0,0663} \times 0,572 = 88,9 \text{ g/dia}$
- $PM_g = PL_g/k = 88,9/0,729 = 121,9 \text{ g/dia}$
- $PM_{total} = PM_m + PM_g = 68,1 + 121,9 = 190 \text{ g/dia}$

Tabela 4 – Exigências diárias de energia metabolizável (manutenção + ganho) para bezerros mestiços, com diferentes faixas de peso e taxas de ganho, recebendo dieta mista (leite + concentrado).

GMD (kg/dia)	Peso vivo (kg)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
	Energia metabolizável (Mcal/dia)							
0	1.23	1.53	1.80	2.07	2.32	2.57	2.80	3.04
0.2	1.70	2.11	2.49	2.86	3.21	3.55	3.87	4.19
0.4	2.11	2.62	3.09	3.55	3.98	4.40	4.81	5.20
0.6	2.50	3.10	3.66	4.20	4.72	5.21	5.69	6.16
0.8	2.87	3.57	4.22	4.83	5.43	6.00	6.55	7.09

Tabela 5 – Exigências diárias de energia metabolizável (manutenção + ganho) para bezerros mestiços, com diferentes faixas de peso e taxas de ganho, recebendo somente leite na dieta.

GMD (kg/dia)	Peso vivo (kg)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
	Energia metabolizável (Mcal/dia)							
0	1.23	1.53	1.80	2.07	2.32	2.57	2.80	3.04
0.2	1.65	2.05	2.42	2.78	3.12	3.45	3.77	4.07
0.4	2.02	2.51	2.96	3.40	3.81	4.21	4.60	4.98
0.6	2.37	2.94	3.48	3.98	4.47	4.94	5.40	5.84
0.8	2.71	3.36	3.97	4.55	5.11	5.65	6.17	6.68

Tabela 6 – Exigências diárias de proteína metabolizável (manutenção + ganho) para bezerros mestiços, com diferentes faixas de peso vivo e taxas de ganho de peso diário.

GMD (kg/dia)	Peso vivo (kg)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
	Proteína metabolizável (g/dia)							
0	40.51	50.26	59.42	68.12	76.47	84.53	92.34	99.93
0,2	79.35	89.85	99.60	108.80	117.56	125.98	134.12	142.00
0,4	118.20	129.45	139.78	149.47	158.65	167.44	175.90	184.07
0,6	157.04	169.04	179.97	190.14	199.74	208.90	217.68	226.15
0,8	195.89	208.64	220.15	230.81	240.83	250.35	259.46	268.22

## CONCLUSÕES

A exigência de energia líquida para manutenção de bezerros mestiços lactentes é de  $70,80 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$  e a exigência de energia metabolizável para manutenção é de  $99,85 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ . Sendo, 70,9% a eficiência de utilização da energia para manutenção.

A exigência de energia para ganho pode ser calculada pela equação  $0,0882 \times \text{PCVZ}^{0,75} \times \text{GPCVZ}^{0,9050}$ .

A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho do leite é de 57,39% e a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho do concentrado é de 39,30%.

A exigência de proteína metabolizável para manutenção de bezerros mestiços lactentes é de  $3,16 \text{ g/PV}^{0,75}$ . A exigência de proteína líquida para ganho aumenta com de acordo com o aumento do peso de corpo vazio e pode ser estimada através da equação  $119 \times \text{PCVZ}^{0,0663}$ .

A eficiência de utilização da proteína para ganho está relacionada ao perfil aminoacídico da dieta e, neste trabalho foi de 72,9%.

## REFERÊNCIAS

- AFRC. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. Wallingford, UK: Agricultural and Food Research Council. CAB International, 1993. p. 159
- ALMEIDA, M. I. V. et al. Conteúdo Corporal e Exigências Líquidas de Energia e Proteína de Novilhos Mestiços Holandês-Gir em Ganho Compensatório. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 205–214, 2001.
- AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY - AOCS. Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction, 2009. Disponível em: <[http://www.ankom.com/media/documents/crudefat\\_0504\\_013009.pdf](http://www.ankom.com/media/documents/crudefat_0504_013009.pdf)>.
- ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. London: Agricultural Research Council. The Gresham Press, 1980. p. 351
- BARBOSA, A. M. et al. Efeito do período de coleta de urina, dos níveis de concentrado e de fontes protéicas sobre a excreção de creatinina, de uréia e de derivados de purina e a produção microbiana em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 870–877, 2006.
- BERGE, P. Long-term effects of feeding during calthood on subsequent performance in beef cattle (a review). **Livestock Production Science**, v. 28, n. 3, p. 179–201, 1991.
- BLAXTER, K. L. & MITCHELL, H. H. The Factorization of the Protein Requirements of Ruminants and of the Protein Values of Feeds, with Particular Reference to the Significance of the Metabolic Fecal Nitrogen. **Journal of Animal Science**, v. 7, p. 351–372, 1948.
- BORGES, A. L. C. C. et al. Exigências nutricionais de bovinos de leite. In: GONÇALVES, L. C. et al. (Eds.). **Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2007. p. 5–33.
- CARVALHO, P. A. et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de bezerros machos de origem leiteira do nascimento aos 110 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1484–1491, 2003.
- CHIZZOTTI, M. L.; TEDESCHI, L. O.; VALADARES FILHO, S. C. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 1588–1597, 2008.
- CSIRO. **Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants**. Collingwood, VIC: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 2007. p. 270
- DAWSON, L. E. R. & STEEN, R. W. J. Estimation of maintenance energy requirements of beef cattle and sheep. **Journal of Agricultural Science**, v. 131, p. 477–485, 1998.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. **Métodos para Análises de Alimentos**. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. p. 214

DETMANN, E. & VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 4, p. 980–984, 2010.

DIAZ, M. C. et al. Composition of growth of Holstein calves fed milk replacer from birth to 105-kilogram body weight. **Journal of dairy science**, v. 84, n. 4, p. 830–842, 2001.

FONSECA, M. A. et al. Exigências nutricionais de bezerros nelores lactentes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 5, p. 1212–1221, 2012.

GARRETT, W. N. & JOHNSON, D. E. Nutritional Energetics of Ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 57, p. 478–497, 1983.

INRA. **Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux. Valeurs des aliments**. Versailles, France: Editions Quae, 2007. p. 307

KHAN, M. A. et al. Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 3, p. 1071–1081, 2011.

MARCONDES, M. I. et al. Exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais de bovinos Nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1587–1596, 2009.

MARCONDES, M. I. et al. Exigências de energia de animais Nelore puros e mestiços com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 872–881, 2011.

MARCONDES, M. I. et al. Exigências de proteína de animais Nelore puros e cruzados com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 10, p. 2235–2243, 2011b.

MILLER-CUSHON, E. K. et al. Effect of milk feeding level on development of feeding behavior in dairy calves. **Journal of dairy science**, v. 96, n. 1, p. 551–564, 2013.

NASCIMENTO, P. V. N. et al. Exigências nutricionais de bezerros da raça Holandesa alimentados com concentrado e feno de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1605–1613, 2009.

NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 6th. ed. Washington, DC: National Academy Press, 1989. p. 157

NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. updated 7t ed. Washington, DC: National Academy Press, 2000. p. 242

NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th. ed. Washington, DC: National Academy Press, 2001. p. 362

OLDHAM, J. D. Efficiencies of amino acid utilization. In: JARRIGE, R.; ALDERMAN, G. (Eds.). **Feed Evaluation and Protein Requirement Systems for Ruminants**. Brussels: Commission of the European Communities, 1987. p. 171–186.

RUAS, J. R. M. et al. Produção integrada de leite e carne bovina. In: FIGUEIREDO, F. C. et al. (Eds.). **Anais do V Simpósio de Produção de Gado de Corte e I Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte**. Viçosa-MG: Suprema gráfica e editora LTDA, 2006. p. 511–528.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT (r) 9.2 User's Guide**Cary, NCSAS Institute Inc, 2008.

SIGNORETTI, R. D. et al. Eficiência de utilização da Eficiência de Utilização da Energia Metabolizável para Ganho de Peso e Exigências de Energia Metabolizável, Nutrientes Digestíveis Totais e Proteína Metabolizável de Bezerros da Raça Holandesa. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 28, n. 1, p. 214–221, 1999.

SOBERON, F. et al. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 2, p. 783–793, 2012.

TOULLEC, R. Veal calves. In: R. JARRIGE (Ed.). **Ruminant Nutrition - Recommended Allowances and Feed Tables**. London: INRA, John Libby, 1989. .

VALADARES FILHO, S. C. et al. **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados - BR-CORTE**. 2. ed. Viçosa - MG: Suprema Gráfica e Editora LTDA, 2010. p. 193

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, MG: Suprema Grafica Ltda, 2006. p. 142

VELOSO, C. M. 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.

WILKERSON, V. A. et al. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 10, p. 2777–2784, 1993.