

**MARLINDA RUFINA JOLOMBA**

**EXIGÊNCIAS DE ENERGIA E PROTEÍNA DE BEZERROS MISTIÇOS  
HOLANDÊS-GIR ALIMENTADOS COM LEITE ADICIONADO DE  
SUCEDÂNEO CONTENDO TEORES CRESCENTES DE MATÉRIA SECA**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2015

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

J75e  
2015 Jolomba, Marlinda Rufina, 1986-  
Exigências de energia e proteína de bezerros mestiços  
Holandês-Gir alimentados com leite adicionado de sucedâneo  
contendo teores crescentes de matéria seca / Marlinda Rufina  
Jolomba. – Viçosa, MG, 2015.  
xii, 37f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Cristina Mattos Veloso.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Bovino - Alimentação e rações. 2. Energia metabolizável  
na nutrição animal. 3. Proteína - Metabolismo. 4. Bovino -  
Desempenho. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento  
de Zootecnia. Programa de Pós-graduação em Zootecnia.  
II. Título.

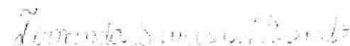
CDD 22. ed. 636.085


MARLINDA RUFINA JOLOMBA


EXIGÊNCIAS DE ENERGIA E PROTEÍNA DE BEZERROS MISTIÇOS  
HOLANDÊS-GIR ALIMENTADOS COM LEITE ADICIONADO DE  
SUCEDÂNEO CONTENDO TEORES CRESCENTES DE MATÉRIA SECA

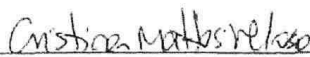
Dissertação apresentada à Universidade  
Federal Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia, para obtenção  
do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA. 28 de agosto de 2015

  
Fernanda Samarini Machado

  
Mario Luiz Chizzotti

  
Marcos Inácio Marcondes  
(Coorientador)

  
Cristina Mattos Veloso  
(Orientadora)

**“Sorri sempre,  
Ainda que o teu sorriso seja triste,  
Porque mais triste que o teu sorriso triste,  
É a tristeza de não saber sorrir.”  
A Deus, minha família e amigos,  
Que sempre ao meu lado me conduzem ao alcance de meus objetivos.  
Dedico esse trabalho.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela eterna presença e por ter me dado oportunidades que nem todos têm, as quais eu valorizo e espero um dia dar o retorno de alguma forma.

Aos meus pais, pelo exemplo, motivação e apoio incondicional, que tem me permitido alcançar meus objetivos. Aos meus irmãos, pelo carinho e admiração, pessoas que torcem pelo meu sucesso e espero não decepcionar.

À minha amiga Elizabeth, pela presença constante nos momentos mais difíceis, pela ajuda braçal e “psicológica”.

Ao Bruno, pela ajuda, força, companhia e apoio emocional.

À Universidade Federal de Viçosa e à cidade de Viçosa, pela boa formação profissional e acolhimento.

À professora Cristina Mattos Veloso, pela amizade, pelo carinho, oportunidade de orientação e ensinamentos com excelência, que me fazem crescer.

Ao professor Marcos Inácio Marcondes, pelo apoio à realização do experimento, pelos ensinamentos com excelência, que me fazem crescer a cada dia, e pela amizade.

Aos professores do Departamento de Zootecnia, por toda a carga de conhecimento transmitida e apoio sempre que necessário.

À Mariana Magalhães Campos e à Fernanda Samarini Machado, da EMBRAPA (CNPGL), pelo apoio durante o experimento e na realização de análises laboratoriais.

À Juliana Diaz, pela amizade e ajuda incondicional na condução do experimento e não só.

Aos parceiros de experimento, Pamela, Sâmara e Rafael, pela ajuda incansável na condução do experimento.

À Izabelle, ao Matheus, pela eficiência nos abates e pela ajuda na realização das análises laboratoriais.

A Daniela, Alex, João Paulo, Camila, Marco, Ronan, aos bolsistas de iniciação científica: Aline, Anderson, Tadeu, Andrea, Marcelo, Elvis e Cassiano, pela ajuda essencial e eficiente nos abates e pela amizade.

Aos estagiários da Embrapa: Jáder, Leandro, Gideon, Jairo, Darlene, Jeferson, Aureliano e o restante da equipe, pelas madrugadas ao relento durante os ensaios de digestibilidade e ao funcionário da Embrapa “Celinho”.

À direção de transportes, em especial ao Sr. José Mariz, pela disponibilidade nas minhas idas e vindas da Embrapa para Viçosa.

Aos funcionários do DZO: Pum, Marcelo, Zezé, Fernanda, Venâncio e Rosana pelo profissionalismo e ajuda sempre disponível.

Ao Centro de Pesquisa e Extensão de Gado de Leite da UFV, pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

## **BIOGRAFIA**

Marlinda Rufina Jolomba, filha de António Jolomba e Angelina Calongole Jolomba, nasceu no dia 29 de agosto de 1986, em Huambo - Angola.

Em março de 2004, ingressou no curso de graduação em Medicina Veterinária da Universidade Agostinho Neto do Huambo, concluindo-o em julho de 2009.

Em agosto de 2013, iniciou o curso de mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, na área de Fisiologia e Reprodução Animal, submetendo-se à defesa de dissertação em agosto de 2015.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>VII</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XI</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>5</b>
Exigências de energia e proteína de bezerros mestiços Holandês-Gir.....	5
Resumo.....	5
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>7</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	9
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	17
<b>CONCLUSÕES</b> .....	31
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	32
<b>ANEXO 1 - Certificado da Comissão de Ética da UFMG</b> .Erro! Indicador não definido.	

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Relação exponencial entre a produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável (CEM) de bezerros mestiços Holandês-Gir lactentes, a partir da seguinte equação:  $PC = 0,0576 * e^{4,7301 * (CEM)}$ . ..... 18
- Figura 2 - Equação de regressão da energia retida em função do PCVZ e GPCVZ de bezerros mestiços Holandês-Gir. .... 21
- Figura 3 - Relação entre a energia retida e o consumo de energia metabolizável de bezerros mestiços Holandês-Gir, consumindo dieta líquida e concentrado. 22
- Figura 4 - Relação entre o consumo de concentrado, energia metabolizável e energia retida de bezerros mestiços Holandês-Gir, em função da ingestão de matéria seca da dieta líquida, de acordo com os tratamentos. **Erro! Indicador não definido.** 23
- Figura 5 - Consumo de proteína metabolizável, em função do ganho de peso de corpo vazio, de bezerros mestiços Holandês-Gir. **Erro! Indicador não definido.** 25
- Figura 6 - Relação entre a proteína retida (PR) e o consumo de proteína metabolizável (CPmet) de bezerros mestiços Holandês-Gir.  $PR = 2,3532 + 59,09 \times CPmet$  ( $R^2=0,4782$ ). ..... 28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química do leite, sucedâneo e concentrado experimental.....	11
Tabela 2 - Resumo dos modelos de predição das exigências de energia e proteína para bezerros mestiços Holandês-Gir lactentes.....	29

## RESUMO

JOLOMBA, Marlinda Rufina, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2015. **Exigências de energia e proteína de bezerros mestiços Holandês-Gir alimentados com leite adicionado de sucedâneo contendo teores crescentes de matéria seca.** Orientadora: Cristina Mattos Veloso. Coorientadores: Marcos Inácio Marcondes e Mariana Magalhães Campos.

Objetivou-se estimar as exigências de energia e proteína para manutenção e ganho de peso de bezerros mestiços Holandês-Gir, do nascimento até os 60 dias de idade. Foram utilizados 42 bezerros mestiços Holandês-Gir, não castrados, com peso corporal inicial de  $35,56 \pm 5,86$  kg e três dias de idade. Foi feito o balanceamento do grau de sangue dos bezerros, considerando-se o grau  $< 15/16$  para cruzados e  $\geq 15/16$  para puros, sendo adicionados aos tratamentos de acordo com o grau de sangue correspondente, à medida que os bezerros nasciam. Do total de animais, seis foram selecionados para compor o grupo referência e abatidos no quinto dia de vida, para estimar o peso de corpo vazio inicial (PCVZi) e o conteúdo de energia no corpo inicial dos outros animais, quatro formaram o grupo manutenção e os outros 32 foram distribuídos, por delineamento inteiramente casualizado (DIC), em quatro tratamentos, que consistiram em seis litros de leite com teores crescentes de matéria seca (MS) a 13,5 %; 16,1 %; 18,2 % e 20,4 %. Todos os tratamentos foram corrigidos para MS pela adição de sucedâneo no leite, de acordo com a porcentagem de MS desejada em cada tratamento. A adição de sucedâneo foi feita pela medição do teor de sólidos totais no leite, utilizando o refratômetro de Brix (Reichert Inc., Depew, NY), conforme o método descrito por Moore et al. (2009). Todos os animais receberam concentrado *ad libitum* durante todo o experimento, exceto o grupo manutenção, que recebeu apenas três litros de leite e água *ad libitum* durante todo o experimento. Os animais foram abatidos aos 60 dias de vida, exceto o grupo referência, no qual os animais foram abatidos ao quinto dia de vida. Foram realizados ensaios de digestibilidade em quatro animais por tratamento, nas idades médias de 28 e 56 dias, para estimativa do consumo de nutrientes digestíveis, sendo coletadas amostras de fezes durante cinco dias e feitas coletas totais de urina por 24 horas. Amostras de leite, concentrado e feno foram coletadas durante os ensaios de digestibilidade e semanalmente.

Ao abate, foram coletadas amostras de carcaça (CAR), componentes não carcaça (CNC) e calculado o PCVZ de cada animal. As amostras de leite, concentrado, fezes, CAR e CNC foram avaliadas quanto aos teores de MS, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB) e cinzas (CZ). No concentrado e fezes, foram quantificados os teores de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp). Nas amostras de urina, foi calculado o teor de nitrogênio urinário total (NU) e excreção de derivados de purina. As relações do peso de corpo vazio (PCVZ) sobre peso corporal (PC) e ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) sobre ganho de peso corporal (GPC) foram 0,9598 e 0,9764 kg, respectivamente. A exigência de energia líquida para manutenção ( $EL_m$ ) foi de  $57,6 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$  e a exigência de energia metabolizável para manutenção ( $EM_m$ ) foi de  $86,8 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ . A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção ( $k_m$ ) foi de 66 %. Não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) entre grupos genéticos para as exigências de energia líquida por quilo de ganho de peso de corpo vazio, podendo ser estimada em Mcal/dia, pela seguinte equação:  $EL_g = (0,7098 \times \text{PCVZ}^{0,2521} \times \text{GPCVZ})$ . A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho ( $k_g$ ) foi de 27 %. A exigência de proteína metabolizável para manutenção ( $PM_m$ ) foi de  $3,22 \text{ g/kg PCVZ}^{0,75}$ . Não houve efeito de grupo genético sobre os requisitos líquidos de proteína para cada quilo de ganho, em g/dia e sugere-se utilizar a equação a seguir:  $PL_g = - 27,4272 + 104,53 \times \text{GPCVZ} + 46,8060 \times \text{ER}$  para estimá-los. A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho ( $k_g$ ) foi de 59,09 %. Conclui-se que há decréscimo do consumo de concentrado, à medida que se aumenta o teor de MS no leite e a retenção de energia aumenta de acordo com o aumento do consumo de MS no leite, podendo haver decréscimo após as necessidades dos animais serem plenamente atendidas. A exigência de proteína líquida para ganho aumenta de acordo com o aumento e peso de corpo vazio dos animais. Não há efeito de grupo genético sobre as exigências de energia e proteína para bezerros mestiços lactentes. Entretanto, as diferenças genéticas sobre essas exigências são importantes e pesquisas futuras devem ser direcionadas na forma como tais diferenças podem ser manipuladas para melhorar os sistemas de produção.

**Palavras-chave:** eficiência de utilização, energia metabolizável, proteína metabolizável, ganho e manutenção.

### ABSTRACT

JOLOMBA, Marlinda Rufina, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2015. **Energy and protein requirements of Holstein-Gir crossbred calves fed with milk added of milk replacer containing increasing levels of dry matter.** Adviser: Cristina Mattos Veloso. Co-advisers: Marcos Inácio Marcondes and Mariana Magalhães Campos.

The objective of this study was to estimate the energy and protein requirements for maintenance and weight gain of Holstein-Gyr crossbred dairy calves from birth to 60 days old. Forty two Holstein-Gyr crossbred three days old male uncastrated calves, with initial live weight of  $35,56 \pm 5,86$  kg were used. Calves < 15/16 Holstein were considered crossbred whereas calves > 15/16 Holstein were considered pure bred Holstein, being added to the treatments according to the birth date and the degree of cross breeding. The reference group consisted of six five days old calves that were slaughtered to estimate initial empty body weight (EBW) and initial body energy content of the other animals. The maintenance group consisted of four calves and the remaining 32 calves were subdivided into four treatments, and this was taken in account to balance the group subdivision. Treatments consisted six litters of milk with increasing levels of dry matter (DM) up to: 13.5 %; 16.1 %; 18.2 % and 20.4 %. All treatments were corrected for DM by adding milk replacer, according to the desired percentage of DM in each treatment. The addition of milk replacer was made by measuring the total solids content of milk using the refractometer Brix (Reichert Inc., Depew, NY) as the method described by Moore et al. (2009). All animals received concentrate *ad libitum* throughout the experiment, except the maintenance group which received only three litters and water *ad libitum* during all the experiment. Calves were slaughtered at 60 days old, except the reference group in which the animals were slaughtered with five days old. Digestibility assays were performed in four animals per treatment, at the average ages of 28 and 56 days to estimate the consumption of digestible nutrients, and fecal samples were collected for five days while total urine collections were done for 24 hours. Milk, concentrate and hay samples were collected during the digestibility trials and weekly. At slaughter, carcass (CAR)

and non carcass components (CNC) samples were collected and the EBW was calculated for each animal. Milk, concentrate, feces, CAR and CNC samples were analyzed for DM, crude protein (CP), ether extract (EE), gross energy (GE) and ashes (As). The neutral detergent fiber corrected for ashes and protein (NDFap) levels were quantified in the concentrate and feces. In the urine samples it was estimated total urinary nitrogen content (NU) and excretion of purine derivatives. Relations of empty body weight (EBW) on body weight (BW) and empty body weight gain (EBWG) on body weight gain (BWG) were 0.9598 and 0.9764 kg, respectively. The net energy requirement (NEm) for maintenance was 57.6 kcal/PCVZ<sup>0.75</sup>/day and metabolizable energy requirement for maintenance (ME<sub>m</sub>) was 86.8 kcal/PCVZ<sup>0.75</sup>/day. The efficiency of utilization of metabolizable energy for maintenance (k<sub>m</sub>) was 66 %. No difference (P>0.05) was observed between genetic groups for the net energy requirements per kg of empty body weight gain and can be estimated in Mcal/day, by the following equation: NE<sub>g</sub> = (0.7098 x PCVZ<sup>0.2521</sup> x EBWG). The efficiency of utilization of metabolizable energy for gain (k<sub>g</sub>) was 27 %. The requirement of metabolizable protein for maintenance (MP<sub>m</sub>) was 3.22 g/kg PCVZ<sup>0.75</sup>. There was no genetic group effect on net protein requirements for each kilogram gain in g/day, and it is suggested the use of the following equation: NP<sub>g</sub> = - 27.4272 + 104.53 x EBWG + 46.8060 x RE x to estimate them. The efficiency of utilization of metabolizable protein for gain (k<sub>g</sub>) was 59.09 %. In conclusion, there is a decrease in concentrate intake as dry matter content in milk it increases and energy retention increases with increased dry matter intake in milk, with a possible decrease after the needs of animals were fully be met. The requirement for net protein for gain increases according to the increase in the empty body weight of animals. There is no genetic group effect on energy and protein requirements for crossbred sulking. However, genetic differences on these requirements are important and further research should be directed in how such differences can be manipulated to improve production systems.

**Keywords:** efficiency utilization, at gain, maintenance, metabolizable energy, metabolizable protein.

## INTRODUÇÃO

A criação de bezerros leiteiros exige práticas de manejo eficientes, pois o período neonatal até 28 dias de idade é a fase mais crítica e com maior índice de mortalidade, durante o primeiro ano de vida, por baixo ganho de peso, resultando em implicações econômicas onerosas. Durante esta fase de cria, a alimentação de bezerros baseia-se na recomendação do fornecimento de dieta líquida de modo restrito, sendo 10 % do peso corporal ao nascimento (Hill et al., 2006; Uys et al., 2011). Há indícios de que esse manejo se deva ao fato de que o aumento da ingestão de leite acarrete aumento da incidência de diarreia, redução da ingestão de alimentos sólidos e redução do ganho de peso pós-desaleitamento, além do aumento dos custos do sistema de produção (Kmicikewycz et al., 2013).

Entretanto, estudos têm demonstrado que a alimentação restrita permite apenas o atendimento das necessidades de manutenção, possibilitando ganhos de 200 a 300 g por dia, nos primeiros 21 dias de idade (Drackley, 2008). Se comparados aos animais aleitados à vontade, estes consomem mais que o dobro de leite fornecido de forma restrita, apresentando melhor desempenho durante a fase de aleitamento (Jasper & Weary, 2002). Desta forma, tem-se evidenciado que o maior ganho de peso dos animais aleitados à vontade persiste durante várias semanas após a fase de desaleitamento, proporcionando melhor taxa de crescimento ou, até mesmo, redução de doenças (Bartlett et al., 2006; Borderas et al., 2009; Khan et al., 2011; Uys et al., 2011).

Portanto, novos programas de aleitamento têm sido propostos, com vistas a aumentar a quantidade de leite ou de sucedâneo, incluindo programa acelerado, melhorado ou intensificado (Drackley, 2008). Para que se possa contornar em parte esse problema, uma das estratégias é a adição, aos seis litros de leite fornecidos aos bezerros, de determinada quantidade de matéria seca de leite ou sucedâneo, tornando os seis litros fornecidos equivalentes à maior volume de leite. Contudo, é necessário o conhecimento da composição corporal dos animais para estimar os requisitos líquidos de nutrientes, os quais se distinguem em função de diferente composição corporal, sendo este tipo de estudo ainda incipiente no Brasil, principalmente com relação a bezerros de origem leiteira (Rocha & Fontes, 1999).

A produtividade dos sistemas de produção de leite em clima tropical é tipicamente baixa, em todo o mundo, quando comparada aos sistemas de clima temperado, como parte dos EUA e outros países. Uma das razões para essa falta de

eficiência é o limitado conhecimento das exigências nutricionais de bovinos de clima tropical, e sua relação com taxa de crescimento, produção e composição do leite (Schutz & Pajor, 2001). Em virtude dessa escassez de dados, as exigências utilizadas são baseadas em conselhos internacionais (ARC, 1980; AFRC, 1993; NRC, 2001; CSIRO, 2007; INRA, 2007), dos quais o mais citado no Brasil é o NRC (2001), que apresenta limitações quanto às exigências nutricionais de bezerros lactentes. Portanto, é possível que os requisitos nutricionais destes animais não sejam plenamente atendidos.

Em concordância com este raciocínio, Nascimento et al. (2009) observaram que as exigências líquidas de energia e de proteína bruta, para bezerros da raça holandesa, criados no Brasil, diferem das recomendadas pelo NRC (2001). Para bovinos do tipo leiteiro em crescimento, o NRC (2001) estima as exigências de energia de manutenção em  $86 \text{ kcal/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$ , o que sugere superestimação dessas exigências, já que Marcondes (2010), Silva (2013) e Lima (2013) obtiveram valores de energia de manutenção de 75,8; 70,8 e 78,6  $\text{kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ , respectivamente.

Por outro lado, os requisitos de proteína para manutenção e ganho de bezerros estimados pelo NRC (2001), baseiam-se no método fatorial (Blaxter & Mitchell, 1948). Os parâmetros utilizados para bezerros consideram valores fixos de perdas endógenas urinárias e fecais de nitrogênio, em função do peso corporal metabólico e peso corporal (PC), respectivamente, enquanto as perdas por pelos e couro são desconsideradas.

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, e ao considerar que grande parte do rebanho leiteiro brasileiro é formado por animais mestiços Holandês×Zebu (Ruas et al., 2006), objetivou-se estimar as exigências nutricionais de energia e proteína, e avaliar o efeito do grau de sangue de bezerros lactentes (mestiços Holandês×Gir ou puros Holandês) sobre essas exigências.

## REFERÊNCIAS

- AFRC - Agricultural and Food Research Council. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford, UK: CAB International, 1993. 159p.
- ARC - AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. London: Editora, 1980. 351p.
- BORDERAS, T.F.; DE PASSILLÉ, A.M.; RUSHEN, J. Feeding behavior of calves fed small or large amounts of milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.92, n.6, p.2843-2852, 2009.
- CSIRO – Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. **Nutrient requirements of domesticated ruminants**. Collingwood:, VIC, 2007. p.270.
- DRACKLEY, J.K. Calf nutrition from birth to breeding. **Veterinary Clinics and Food Animal**, v.24, n.1, p.55-86, 2008.
- HILL T.M.; ALDRICH, J.M., SCHLOTTERBECK, R.L.; BATEMAN II H.G. Effects of feeding rate and concentrations of protein and fat of milk replacers fed to neonatal calves. **The Professional Animal Scientist**, v.22, p.374-381, 2006.
- INRA - INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. **Alimentation des bovines, ovins et caprins**. Versailles: Éditions Quae, 2007. 307p.
- JASPER, J.; WEARY, D.M. Effects of ad libitum intake on dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.3054-3058, 2002.
- KHAN, M.A.; WEARY, D.M.; VON KEYSERLINGK, M.A.G. Invited Review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.1071-1081, 2011.
- KMICIKIEWYCZ, A.D; DA SILVA, D.N.L.; LINN, J.G.; LITHERLAND, N.B. Effects of milk replacer program fed 2 or 4 times daily on nutrient intake and calf growth. **Journal of Dairy Science**, v.96,p.1125-1134,2013.
- NASCIMENTO, P.V.N.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; BONOMO, P.; TEIXEIRA, F.A.; GONSALVES NETO, J. Exigências nutricionais de bezerros da raça Holandesa alimentados com concentrado e feno de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1605-1613, 2009.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.81p.

ROCHA, E.O.; FONTES, C.A.A. Composição corporal, composição do ganho de peso e exigências nutricionais de novilhos de origem leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.159-168, 1999.

RUAS, J.R.; AMARAL, R.; FERREIRA, J.J.; MARCATI NETO, A. Produção integrada de leite e carne bovina. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE – SIMCORTE, 5, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa – MG: Suprema Gráfica e Editora Ltda., 2006. p.511-528.

SCHUTZ, M.M.; PAJOR, E.A. Genetic control of dairy cattle behavior. **Journal of Dairy Science**. v. 84 (Suppl.), p.31-38, 2001.

UYS, J.L.; LOURENS, D.C.; THOMPSON, P.N. The effect of unrestricted milk feeding on the growth and health of Jersey calves. **Journal of the South African Veterinary Association**, v.82, n.1, p.47-52, 2011.

## CAPÍTULO 1

### Exigências de energia e proteína de bezerros mestiços Holandês-Gir

#### Resumo

Objetivou-se estimar as exigências de energia e proteína para manutenção e ganho de peso de bezerros mestiços Holandês-Gir, do nascimento até os 60 dias de idade. Foram utilizados 42 bezerros mestiços Holandês-Gir, não castrados, com peso corporal inicial de  $35,56 \pm 5,86$  kg e três dias de idade. Foi feito o balanceamento do grau de sangue dos bezerros, considerando-se o grau  $< 15/16$  para cruzados e  $\geq 15/16$  para puros, sendo adicionados aos tratamentos de acordo com o grau de sangue correspondente, à medida que os bezerros nasciam. Do total de animais, seis foram selecionados para compor o grupo referência e abatidos no quinto dia de vida, para estimar o peso de corpo vazio inicial (PCVZi) e o conteúdo de energia no corpo inicial dos outros animais, quatro formaram o grupo manutenção e os outros 32 foram distribuídos, por delineamento inteiramente casualizado (DIC), em quatro tratamentos, que consistiram em seis litros de leite com teores crescentes de matéria seca (MS) a 13,5 %; 16,1 %; 18,2 % e 20,4 %. Todos os tratamentos foram corrigidos para MS pela adição de sucedâneo no leite, de acordo com a porcentagem de MS desejada em cada tratamento. A adição de sucedâneo foi feita pela medição do teor de sólidos totais no leite, utilizando o refratômetro de Brix (Reichert Inc., Depew, NY), conforme o método descrito por Moore et al. (2009). Todos os animais receberam concentrado *ad libitum* durante todo o experimento, exceto o grupo manutenção, que recebeu apenas três litros de leite e água *ad libitum* durante todo o experimento. Os animais foram abatidos aos 60 dias de vida, exceto o grupo referência, no qual os animais foram abatidos ao quinto dia de vida. Foram realizados ensaios de digestibilidade em quatro animais por tratamento, nas idades médias de 28 e 56 dias, para estimativa do consumo de nutrientes digestíveis, sendo coletadas amostras de fezes durante cinco dias e feitas coletas totais de urina por 24 horas. Amostras de leite, concentrado e feno foram coletadas durante os ensaios de digestibilidade e semanalmente. Ao abate, foram coletadas amostras de carcaça (CAR), componentes não carcaça (CNC) e calculado o PCVZ de cada animal. As amostras de leite, concentrado, fezes, CAR e CNC foram avaliadas quanto aos teores de MS, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB) e cinzas (CZ). No concentrado e fezes, foram quantificados os teores de fibra em detergente

neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>). Nas amostras de urina, foi calculado o teor de nitrogênio urinário total (NU) e excreção de derivados de purina. As relações do peso de corpo vazio (PCVZ) sobre peso corporal (PC) e ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) sobre ganho de peso corporal (GPC) foram 0,9598 e 0,9764 kg, respectivamente. A exigência de energia líquida para manutenção (EL<sub>m</sub>) foi de 57,6 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia e a exigência de energia metabolizável para manutenção (EM<sub>m</sub>) foi de 86,8 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia. A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção (k<sub>m</sub>) foi de 66 %. Não foram observadas diferenças (P>0,05) entre grupos genéticos para as exigências de energia líquida por quilo de ganho de peso de corpo vazio, podendo ser estimada em Mcal/dia, pela seguinte equação: EL<sub>g</sub> = (0,7098 x PCVZ<sup>0,2521</sup> x GPCVZ). A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (k<sub>g</sub>) foi de 27 %. A exigência de proteína metabolizável para manutenção (PM<sub>m</sub>) foi de 3,22 g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>. Não houve efeito de grupo genético sobre os requisitos líquidos de proteína para cada quilo de ganho, em g/dia e sugere-se utilizar a equação a seguir: PL<sub>g</sub> = - 27,4272 + 104,53 x GPCVZ + 46,8060 x ER para estimá-los. A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (k<sub>g</sub>) foi de 59,09 %. Conclui-se que há decréscimo do consumo de concentrado, à medida que se aumenta o teor de MS no leite e a retenção de energia aumenta de acordo com o aumento do consumo de MS no leite, podendo haver decréscimo após as necessidades dos animais serem plenamente atendidas. A exigência de proteína líquida para ganho aumenta de acordo com o aumento e peso de corpo vazio dos animais. Não há efeito de grupo genético sobre as exigências de energia e proteína para bezerros mestiços lactentes. Entretanto, as diferenças genéticas sobre essas exigências são importantes e pesquisas futuras devem ser direcionadas na forma como tais diferenças podem ser manipuladas para melhorar os sistemas de produção.

## ABSTRACT

The objective of this study was to estimate the energy and protein requirements for maintenance and weight gain of Holstein-Gyr crossbred dairy calves from birth to 60 days old. Forty two Holstein-Gyr crossbred three days old male uncastrated calves, with initial live weight of  $35,56 \pm 5,86$  kg were used. Calves  $< 15/16$  Holstein were considered crossbred whereas calves  $> 15/16$  Holstein were considered pure bred Holstein, being added to the treatments according to the birth date and the degree of cross breeding. The reference group consisted of six five days old calves that were slaughtered to estimate initial empty body weight (EBW) and initial body energy content of the other animals. The maintenance group consisted of four calves and the remaining 32 calves were subdivided into four treatments, and this was taken in account to balance the group subdivision. Treatments consisted six litters of milk with increasing levels of dry matter (DM) up to: 13.5 %; 16.1 %; 18.2 % and 20.4 %. All treatments were corrected for DM by adding milk replacer, according to the desired percentage of DM in each treatment. The addition of milk replacer was made by measuring the total solids content of milk using the refractometer Brix (Reichert Inc., Depew, NY) as the method described by Moore et al. (2009). All animals received concentrate *ad libitum* throughout the experiment, except the maintenance group which received only three litters and water *ad libitum* during all the experiment. Calves were slaughtered at 60 dys old, except the reference group in which the animals were slaughtered with five days old. Digestibility assays were performed in four animals per treatment, at the average ages of 28 and 56 days to estimate the consumption of digestible nutrients, and fecal samples were collected for five days while total urine collections were done for 24 hours. Milk, concentrate and hay samples were collected during the digestibility trials and weekly. At slaughter, carcass (CAR) and non carcass components (CNC) samples were collected and the EBW was calculated for each animal. Milk, concentrate, feces, CAR and CNC samples were analyzed for DM, crude protein (CP), ether extract (EE), gross energy (GE) and ashes (As). The neutral detergent fiber corrected for ashes and protein (NDFap) levels were quantified in the concentrate and feces. In the urine samples it was estimated total urinary nitrogen content (NU) and excretion of purine derivatives. Relations of empty body weight (EBW) on body weight (BW) and empty body weight gain (EBWG) on body weight gain (BWG) were 0.9598 and 0.9764 kg, respectively.

The net energy requirement (NEm) for maintenance was 57.6 kcal/PCVZ<sup>0.75</sup>/day and metabolizable energy requirement for maintenance (ME<sub>m</sub>) was 86.8 kcal/PCVZ<sup>0.75</sup>/day. The efficiency of utilization of metabolizable energy for maintenance (k<sub>m</sub>) was 66 %. No difference (P>0.05) was observed between genetic groups for the net energy requirements per kg of empty body weight gain and can be estimated in Mcal/day, by the following equation: NE<sub>g</sub> = (0.7098 x PCVZ<sup>0.2521</sup> x EBWG). The efficiency of utilization of metabolizable energy for gain (k<sub>g</sub>) was 27 %. The requirement of metabolizable protein for maintenance (MP<sub>m</sub>) was 3.22 g/kg PCVZ<sup>0.75</sup>. There was no genetic group effect on net protein requirements for each kilogram gain in g/day, and it is suggested the use of the following equation: NP<sub>g</sub> = -27.4272 + 104.53 x EBWG + 46.8060 x RE x to estimate them. The efficiency of utilization of metabolizable protein for gain (k<sub>g</sub>) was 59.09 %. In conclusion, there is a decrease in concentrate intake as dry matter content in milk it increases and energy retention increases with increased dry matter intake in milk, with a possible decrease after the needs of animals were fully be met. The requirement for net protein for gain increases according to the increase in the empty body weight of animals. There is no genetic group effect on energy and protein requirements for crossbred sulking. However, genetic differences on these requirements are important and further research should be directed in how such differences can be manipulated to improve production systems.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Complexo Experimental Multiusuário de Bioeficiência e Sustentabilidade da Pecuária, pertencente à EMBRAPA Gado de Leite, em Coronel Pacheco, Minas Gerais, Brasil, no período de março a agosto de 2014. Previamente, o projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Minas Gerais (Anexo 1), sob o protocolo número 315/2013.

Foram utilizados 42 bezerros mestiços Holandês-Gir, machos não castrados, com peso corporal médio inicial de  $35,56 \pm 5,86$  kg e três dias de idade. Os animais foram oriundos do piquete maternidade da Embrapa Gado de Leite. Após o nascimento, os animais foram imediatamente separados de suas mães e levados ao local do experimento, onde foram realizadas a cura do umbigo e a colostragem. Posteriormente, os animais foram pesados, identificados e alojados em casinhas individuais. Todos os animais foram tratados para prevenção de coccidiose, aos 14 dias de vida, com Baycox<sup>®</sup> via oral, em dose única de três mL para cada 10 kg de peso corporal animal, equivalente a 15 mg de toltrazurila por kg de peso corporal do animal.

Foi feito o balanceamento do grau de sangue dos bezerros, considerando-se o grau  $< 15/16$  para cruzados e  $\geq 15/16$  para puros. À medida que os bezerros nasciam, foram adicionados aos tratamentos de acordo com o grau de sangue correspondente. Do total de animais, seis foram selecionados para compor o grupo referência, e abatidos ao quinto dia de vida para estimar o peso corporal inicial, quatro formaram o grupo manutenção e os 32 restantes foram distribuídos em quatro tratamentos com oito repetições, em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Todos os tratamentos foram corrigidos para matéria seca (MS) pela adição de sucedâneo no leite. Esta adição foi feita pela medição do teor de sólidos totais no leite que varia entre 5 e 15 %, utilizando o refratômetro de Brix (Reichert Inc., Depew, NY). A quantidade de sucedâneo adicionada no leite foi padronizada de acordo com a porcentagem de MS desejada em cada tratamento e convertida em valores reais pelo refractômetro (Moore et al., 2009).

Os animais receberam as seguintes dietas experimentais, fornecidas em duas refeições (sete e 16 horas), por meio de baldes.

Tratamento 1 (controle): seis litros de leite por dia, com 13,5 % de MS;

Tratamento 2: seis litros de leite por dia, com adição de sucedâneo para 16,1 % de MS;

Tratamento 3: seis litros de leite por dia, com adição de sucedâneo para 18,2 % de MS;

Tratamento 4: seis litros de leite por dia, com adição de sucedâneo para 20,4 % de MS.

Tratamento 5, grupo manutenção: três litros de leite por dia. Ao leite adicionado de sucedâneo denominou-se dieta líquida.

A mensuração de consumo diário de concentrado foi feita na alimentação matinal. As sobras da dieta líquida foram computadas e a água foi renovada nos horários de fornecimento das dietas líquidas. Em todos os tratamentos foram fornecidos dieta líquida, concentrado e água *ad libitum*, exceto no grupo manutenção, que recebeu apenas a dieta líquida e água *ad libitum*.

Foi utilizado o concentrado comercial Total Alimentos Soylac Rumen 20 % Floc<sup>®</sup> (Tabela 1), composto por: soja integral tostada, milho floculado, probióticos (leveduras vivas termo estáveis), ionóforos, melação líquido, pellets de suplemento protéicos, energéticos, vitamínicos (Vit. A, D3, E) e minerais. O sucedâneo de leite utilizado foi o Spryfo Violeta SSp<sup>®</sup> (Tabela 1<sup>#</sup>), composto por: soro de leite 53,5 %, soro de leite delactado, lipídios de origem vegetal, glúten de trigo hidrolizado, premix mineral vitamínico, aditivo acidificante e aditivo flavorizante. O sucedâneo foi misturado ao leite, na relação pré-determinada, para atender as porcentagens de MS base para cada grupo experimental, como descrito por Moore et al., (2009).

Tabela 1 - Composição química do leite, sucedâneo e concentrado experimental

Componente*	Alimento		
	Leite	Sucedâneo <sup>#</sup>	Concentrado
	g/kg de matéria natural		
MS	124,3	960,5	120,0
	g/kg de matéria seca		
PB	215,7	200,0	200,0
EE	257,0	160,0	30,0
Lactose	480,0	470,0	-
FDN	-	5,0	90,0
FDA	-	-	150,0
Cza	59,2	77,0	110,0
Ca	8,1	8,0	10,0
P	7,5	5,0	5.000,0
Na	3,3	-	2.000,0
K	5,7	4	-
Mg	0,9	3,0	-

\* MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido; Ca: cálcio; P: fósforo; Na: sódio; K: potássio; Mg: magnésio.

<sup>#</sup> EM (4,178 kcal/kg); Minerais: Ácido fólico (0,45 mg/kg); Selênio (0,2 mg); Cobalto (1 mg); Iodo (1 mg); Cobre (8 mg); Ácido pantotênico (mín 15 mg/kg); Manganês (45mg); Zinco (85 mg); Ferro (90 mg). Vitaminas: B12 (20 mg); Biotina (0,1 mg); B6 (4 mg); B2 (6 mg); B1 (6 mg); Niacina (40 mg/kg); C (80 mg); E (80 mg); D (5.000 U.I.); A (40.000 U.I.).

Para avaliação da digestibilidade das dietas, foram realizadas coletas totais de fezes, durante cinco dias (Terré et al., 2007) e, no último dia, foi feita coleta total de urina, durante 24 horas (Barbosa et al., 2006), de quatro animais por tratamento, aos 28 e 56 dias de vida. As amostras de fezes foram pesadas, homogeneizadas e uma amostra foi retirada, pesada e seca em estufa de ventilação forçada, a 55 °C, por 72 horas, para obter a amostra seca ao ar (ASA), segundo método INCT-CA G-001/1, descrito por Detmann et al. (2012), e, posteriormente, moída em moinho de

facas (um mm). Foram coletadas amostras das dietas líquidas e concentrado fornecidos, e sobras de concentrado, durante os ensaios de digestibilidade, e, semanalmente, para a estimativa de consumo de nutrientes brutos e digestíveis por animal.

As amostras de urina foram coletadas por meio de funis coletores, adaptados à região peniana, acoplados a mangueiras, que direcionaram a urina a reservatórios de polietileno, mantidos em caixas de isopor com gelo, sendo o volume medido e pesado ao final de 24 horas. Em seguida, foram coletadas duas alíquotas: 50 mL de amostra pura, para determinação da excreção de nitrogênio total urinário (NTU), pelo método INCT-CA 14 N-001/1 (Detmann et al., 2012); e 10 mL de amostra diluída em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036N, para quantificação de alantoína e ácido úrico (Fujihara et al., 1987) e avaliação da creatinina, segundo Chen & Gomes (1992).

As amostras de concentrado, sobras e fezes tiveram o tamanho de partícula reduzido em moinho tipo faca, com peneira de um mm. Posteriormente, foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca definitiva (MS), segundo o método INCT-CA G-003/1, cinzas (CZ), segundo o método INCT-CA M-001/1, proteína bruta (PB), segundo o método INCT-CA N-001/1, extrato etéreo (EE), segundo o método INCT-CA G-004/1, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>), segundo o método INCT-CA F-002/1 e energia bruta (EB), obtida em calorímetro adiabático de Parr.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) de cada alimento, foram obtidos segundo a expressão  $\% \text{CNF} = 1 - [(\% \text{PB} - \% \text{EE} - \% \text{FDN}_{cp} - \% \text{CZ})]$ .

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

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foi estimado conforme recomendações de Sniffen et al. (1992), pela relação entre o consumo e a digestibilidade dos NDT, conforme a equação abaixo:

$$\text{NDT} = \text{CPB} \cdot \text{PBd} + \text{CEE} \cdot \text{EEd} \times 2,25 + \text{CFDN} \cdot \text{FDNd} + \text{CCNF} \cdot \text{CNFd}.$$

Em que: NDT = nutrientes digestíveis totais (Mcal/kg); CPBd = consumo e digestibilidade da proteína bruta (kg/kg); CEEd = consumo e digestibilidade do extrato etéreo (kg/kg); CFDNcpd = consumo e digestibilidade da fibra em detergente

neutro corrigida para cinzas e proteína (kg/kg); CNFd = consumo e digestibilidade de carboidratos não-fibrosos (kg/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).

$$ED = 5,6 \times PBd + 9,4 \times EEd + 4,2 \times CNFd + 4,2 \times FDNcpd$$

em que: 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); FDNcpd = 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), para alimentos com menos de 3 % de extrato etéreo.

$$EM = ED \times 1,01 - 0,45 + (0,0046 \times (100 \times EE - 3))$$

em que: EM = concentração de energia metabolizável da dieta (Mcal/kg); ED = concentração de energia digestível da dieta (Mcal/kg), EE = extrato etéreo da dieta.

Ao final do experimento, os bezerros foram abatidos com 60 dias, após jejum de sólidos de 14 horas, por concussão cerebral e posterior secção da jugular, no terço médio do pescoço, até o total sangramento. Após o abate, cada animal foi separado em: sangue, couro, órgãos e vísceras, cabeça e membros, carcaças, todos pesados individualmente, sendo o trato gastrointestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) limpo para determinação do peso de corpo vazio do animal (PCVZ).

As carcaças foram divididas em duas metades, que foram pesadas para avaliação do rendimento de carcaça quente (RCQ) e, posteriormente, as meias-carcaças direitas foram trituradas e moídas em moinho industrial até total homogeneização e amostragem. Os componentes não carcaça (sangue, couro, cabeça e membros, órgãos e trato gastrointestinal limpo) foram pesados e amostrados individualmente. Posteriormente, cada parte foi triturada e moída em moinho industrial até homogeneização e amostragem. A soma dos componentes não carcaça e carcaça constituíram, então, o PCVZ do animal.

As amostras de carcaça, componentes não carcaça, leite integral e leite adicionado de sucedâneo foram liofilizadas por 72 horas para quantificação da

matéria seca ao ar (ASA), segundo método INCT-CA G-002/1. Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho de bola e submetidas à quantificação dos teores de MS, segundo método INCT-CA G-003/1, PB, segundo método INCT-CA N-001/1, EE, segundo método INCT-CA G-004/1 e EB, obtida em calorímetro adiabático de Parr.

O conteúdo corporal de gordura foi determinado em função da concentração percentual desta nas amostras de carcaça e partes não carcaça e suas relações com o PCVZ. Para conversão do peso corporal (PC) em peso de corpo vazio (PCVZ), foram calculadas as relações entre o PCVZ e o PC dos 32 animais submetidos aos tratamentos. A estimativa do PCVZ inicial (PCVZ<sub>i</sub>) foi feita a partir dos dados dos seis animais do grupo referência. Para conversão do ganho de peso corporal (GPC) em ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), foi utilizada a média das relações GPCVZ/GPC.

O conteúdo de energia no corpo dos animais (CE) foi estimado por meio dos conteúdos corporais de energia dos animais, em função do peso de corpo vazio (PCVZ), conforme o modelo alométrico:

$$CE = \beta_0 \times PCVZ^{\beta_1}$$

em que: CE é o conteúdo de energia (g); PCVZ é o peso de corpo vazio (kg); e  $\beta_0$  e  $\beta_1$  são parâmetros da regressão.

A partir dos parâmetros da regressão acima apresentados, o requisito líquido de energia por quilo de ganho de peso de corpo vazio foi estimado a partir da derivada da equação descrita acima, segundo o modelo:

$$EL_g = \beta_0 \times PCVZ^{\beta_1} \times GPCVZ$$

em que: EL<sub>g</sub> é o requisito de energia líquida para ganho (Mcal/kg GPCVZ) por quilo de ganho de peso de corpo vazio; e  $\beta_0$  e  $\beta_1$  são parâmetros da regressão.

A exigência de energia líquida para manutenção (EL<sub>m</sub>) foi obtida a partir do intercepto da regressão exponencial entre a produção de calor (PC) e o CEM. Por meio do método iterativo, determinou-se a exigência de energia metabolizável para manutenção (EM<sub>m</sub>, em Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) como sendo o ponto em que o consumo de energia metabolizável e a produção de calor se igualam, ou seja, o ponto no qual não há retenção de energia no corpo. Utilizou-se o seguinte modelo:

$$PC = \beta_0 \times e^{\beta_1 \times CEM}$$

em que: PC é a produção de calor (Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia); CEM o consumo de energia metabolizável (Mcal/kg de PCVZ<sup>0,75</sup>/dia);  $\beta_0$  e  $\beta_1$  são parâmetros da regressão e 'e' é o número de Euler.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção ( $k_m$ ; %) foi obtida pela razão entre as exigências de energia líquida ( $EL_m$ ) e metabolizável para manutenção ( $EM_m$ ), pelo modelo a seguir:

$$k_m = \frac{EL_m}{EM_m}$$

A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso ( $k_g$ ) foi obtida pelo coeficiente de inclinação da regressão da energia retida (Mcal/dia) em função do CEM (Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia).

$$ER = \beta_0 + \beta_1 \times CEM$$

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

As purinas absorvidas (PA) foram calculadas a partir da excreção urinária de derivados de purina (DP), de acordo com a equação:

$$PA = \frac{DP - 0,385 \times PC^{0,75}}{0,85}$$

em que: 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como DP na urina; 0,385 é a excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol/dia); PA = purinas absorvidas (mmol/dia); DP = excreção de derivados de purina (mmol/dia) (Orellana Boero et al., 2001).

O conteúdo de proteína corporal no corpo dos animais foi estimado por meio de equações não lineares dos conteúdos corporais de proteína dos animais em função do PCVZ, conforme o seguinte modelo:

$$\text{Proteína corporal (kg)} = \beta_0 \times PCVZ^{\beta_1}$$

em que: PCVZ é o peso de corpo vazio; e  $\beta_0$  e  $\beta_1$  são parâmetros da regressão.

A partir dos parâmetros da regressão acima apresentados, o requisito líquido de proteína por quilo de ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) foi estimado a partir da derivada da equação descrita acima, segundo o modelo:

$$PL_g = \beta_0 + \beta_1 \times GPCVZ + \beta_2 \times ER$$

em que:  $PL_g$  é o requisito de proteína líquida para ganho (g/GPCVZ) por quilo de GPCVZ, e "a" e "b" são parâmetros da regressão.

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

$$CP_{met} = \beta_0 + \beta_1 \times GPCVZ$$

em que:  $CP_{met}$  é o consumo de proteína metabolizável (g/kg PCVZ);  $GPCVZ$  é o ganho de peso de corpo vazio (g/kg PCVZ); e “ $\beta_0$ ” e “ $\beta_1$ ” são parâmetros da regressão. A divisão do intercepto da regressão pelo peso médio metabólico foi utilizada para estimar os requisitos de proteína metabolizável para manutenção ( $PM_m$ ):

$$PM_m = \frac{\beta_0}{PCVZ^{0,75}}$$

em que:  $PM_m$  é a exigência de proteína metabolizável para manutenção (g/kgPCVZ<sup>0,75</sup>);  $\beta_0$  é o intercepto da equação;  $PCVZ^{0,75}$  é o peso metabólico médio (kg).

A eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho foi calculada por meio da regressão entre a proteína retida em função do consumo de proteína metabolizável, segundo o modelo:

$$PR = \beta_0 + \beta_1 \times CP_{met}$$

em que:  $PR$  = proteína retida (g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia);  $CP_{met}$  = consumo de proteína metabolizável (g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia); “ $\beta_0$ ” e “ $\beta_1$ ” são parâmetros da regressão, de modo que o módulo do  $\beta_0$  deste modelo representa o requisitos líquido de proteína para manutenção e o  $\beta_1$  a eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho (k).

O cálculo da proteína metabolizável para ganho ( $PM_g$ ) foi feito dividindo-se a exigência líquida de proteína para ganho ( $PL_g$ ) pela eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (k):

$$PM_g = \frac{PL_g}{k}$$

em que:  $PM_g$  é a proteína metabolizável para ganho (g/kg de GPCVZ);  $PL_g$  é a proteína líquida para ganho (g/kg de GPCVZ) e k é a eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho ou “ $\beta_1$ ” da regressão:

O consumo de MS e dos nutrientes foi calculado de acordo com a quantidade ingerida diariamente, obtida pela diferença entre o fornecido e as sobras.

A significância dos parâmetros dos modelos foi testada por intermédio do PROC MIXED, sendo os modelos alométricos gerados por intermédio do PROC NLIN (SAS 9.2), adotando-se “ $\alpha$ ” igual a 0,05. Para exigências nutricionais, foi feita

análise descritiva das respectivas equações. O grupo sanguíneo foi considerado como efeito aleatório e testado por meio do PROC MIXED, considerando 20 bezerros cruzados (< 15/16) e 22 bezerros puros (> 15/16).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Peso de corpo vazio e ganho de peso de corpo vazio

A relação média entre peso corporal (PC) e peso de corpo vazio (PCVZ) foi de 0,9598, resultado obtido pela equação de regressão linear sem intercepto, sendo testado o efeito de grupo genético. Não houve efeito da inclusão de grupo genético ( $P > 0,05$ ), sendo apresentada a seguinte regressão:

$$PCVZ = 0,9598 \pm 0,00509 \times PC$$

em que: PCVZ é o peso de corpo vazio em jejum (kg) e PC é o peso corporal em jejum (kg).

A relação encontrada neste trabalho é semelhante aos dados apresentados por Lima (2013), que encontrou uma relação de 0,961 para bezerros holandeses, e por Fonseca et al. (2012) que encontraram uma relação de 0,962 para bezerros nelores lactentes. Entretanto, o NRC (2001) sugeriu o valor de 0,89 para novilhas acima de 100 kg de peso corporal. Contudo, bezerros lactentes têm baixo consumo de alimentos sólidos, por sua dieta ser baseada em alimentos líquidos e de alta digestibilidade, o que proporciona menor enchimento e baixa proporção das câmaras fermentativas em relação ao trato gastrointestinal total e ao corpo, como observado por Church (1988).

A relação média entre o ganho médio diário (GMD) e GPCVZ foi de 0,9764, obtida pela seguinte equação de regressão:

$$GPCVZ = 0,9764 \pm 0,0101 \times GMD$$

em que: GPCVZ é o ganho de peso de corpo vazio em jejum (kg) e GMD é o ganho médio diário (kg/dia).

Este valor é próximo aos reportados por Fonseca et al. (2012) e Chizzotti et al. (2008), sendo 0,958 e 0,961, respectivamente. Embora haja coerência entre os dados, o valor obtido no presente trabalho é relativamente superior, pois a idade dos animais aqui utilizados é inferior a dos animais dos trabalhos citados.

## Exigências nutricionais de energia

### Exigência de energia líquida para manutenção

As exigências de energia líquida para manutenção ( $EL_m$ ) dos animais cruzados e puros foram calculadas separadamente, utilizando-se o modelo de regressão exponencial entre a produção de calor e o consumo de energia metabolizável. Não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) quanto à inclusão de grupo genético sobre as exigências de  $EL_m$ . Logo, formulou-se uma equação conjunta (Figura 1), na qual o requisito de  $EL_m$  foi de 57,6 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia.

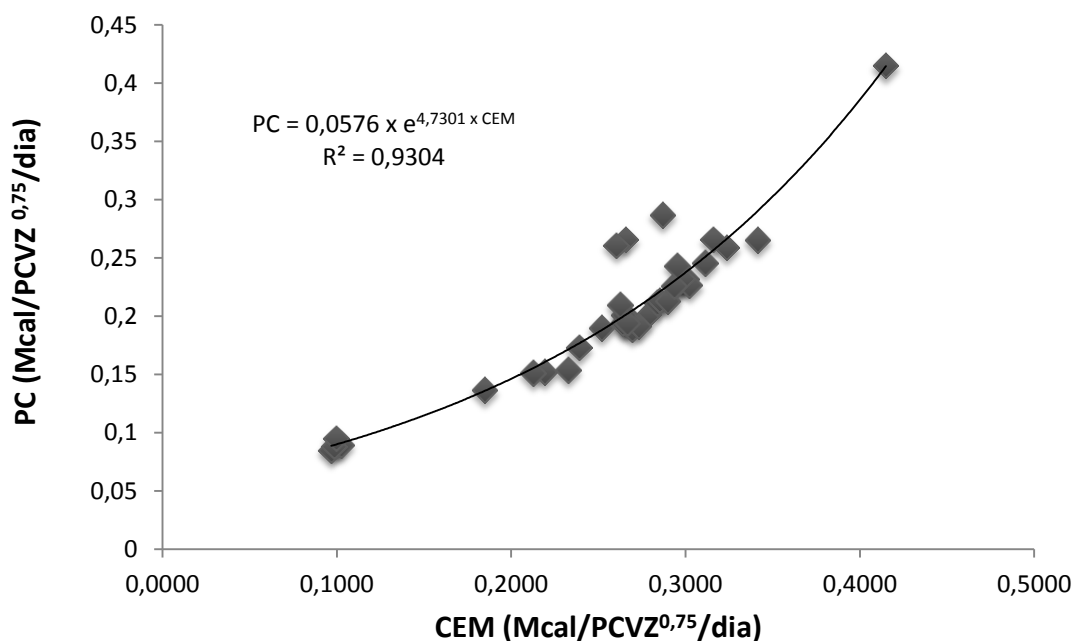


Figura 1 - Relação exponencial entre a produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável (CEM) de bezerros mestiços Holandês-Gir lactentes, a partir da seguinte equação:  $PC = 0,0576 * e^{4,7301 * CEM}$ .

As equações para cada grupo genético foram:

$$\text{Holandês-Gir PC (Mcal/PCVZ}^{0,75}\text{/dia)} = 0,05627_{\pm 0,00545} \times e^{4,8438 \pm 0,3149 \times \text{CEM}}$$

$$\text{Holandês PC (Mcal/PCVZ}^{0,75}\text{/dia)} = 0,06457_{\pm 0,01037} \times e^{4,2911 \pm 0,5543 \times \text{CEM}}$$

em que: PC é a produção de calor (Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) e CEM é o consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia).

Os dados sobre exigências nutricionais de animais, durante a fase de aleitamento, são relativamente escassos. Deste modo, contrastou-se o resultado

deste trabalho com os resultados apresentados por Salvador (1980), que, ao trabalhar com novilhos azebuados, estimou a exigência de  $EL_m$  em  $56,0 \text{ kcal/kg}^{0,75}$ ; Gonçalves (1988), em  $59,77 \text{ kcal/kg}^{0,75}$ , para bovinos de raças européia e zebuínas; e Freitas (1995), em  $50,22$  e  $58,19 \text{ kcal/kg}^{0,75}$ , para bovinos Nelore e mestiços, respectivamente. As diferenças na exigência de  $EL_m$  podem ser, em parte, explicadas por diferenças no tamanho dos órgãos internos, como observado por Almeida et al. (2001).

### **Exigência e eficiência de energia metabolizável para manutenção**

Pelo método iterativo, através do modelo da  $EL_m$ , estimou-se a exigência de energia metabolizável para manutenção ( $EM_m$ ), como o ponto no qual a PC se iguala ao CEM. O valor encontrado para a  $EM_m$  foi de,  $86,8 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ .

Esse valor está abaixo da maioria dos dados encontrados na literatura, como os do BR-CORTE (2006), de  $108,39 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}$ , e o valor de Chizzotti et al. (2008), de  $112,0 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}$ . Entretanto, é próximo ao encontrado por Freitas et al. (2006), de  $97,71 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}$ , com Nelore-Pardo-Suíço, Marcondes et al. (2010), de  $98,97 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}$ , com zebuínos puros e cruzados, e Silva (2013), de  $99,85 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}$ , que fez um estudo semelhante ao deste trabalho.

A eficiência de utilização da  $EM_m$  ( $k_m$ ) foi obtida pela razão entre as exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção, conforme o modelo apresentado abaixo. O valor obtido foi de 66 %.

$$k_m = \frac{EL_m}{EM_m}$$

O NRC (1989) sugere um valor de  $k_m$  de 86 %, ao passo que a edição de NRC (2001) sugere uma  $k_m$  de 82,5 %, para uma dieta com relação entre leite e concentrado de 60:40 na matéria seca. Entretanto, o ARC (1980) sugere um valor de  $k_m$  variando entre 72 e 77 %. Diante disso, é notório que os valores de  $k_m$  sugeridos pelo NRC estão superestimados em ambas as publicações. Assim sendo, acredita-se que o valor da  $k_m$  encontrado neste trabalho seja mais coerente, uma vez que se assemelha à maioria dos dados encontrados na literatura, como os de Ferrell & Jenkins (1998), que avaliaram animais taurinos e cruzados, e sugeriram eficiências entre 65 e 69 %, que estão de acordo com esse trabalho. Utilizando o mesmo processo iterativo, os valores de  $k_m$  sugeridos pelo NRC (2000) e BR-CORTE (2006) foram 65 e 63 %, respectivamente.

Além disso, ao utilizar uma relação fixa entre leite e concentrado, pode haver limitação na utilização dos valores propostos pelo NRC (2001). Estudos recentes têm demonstrado os benefícios de um maior fornecimento de leite, sendo esta nova prática já adotada por vários produtores (Kmicikewycz et al., 2013; Miller-Cushon et al., 2013). Esta nova estratégia preconiza a adição, aos quatro litros de leite convencionalmente fornecidos aos bezerros, de determinada quantidade de matéria seca de leite ou sucedâneo, tornando os quatro litros equivalentes a maiores volumes de leite.

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

As equações que descrevem o conteúdo de energia corporal em função do PCVZ dos animais dos dois grupos genéticos foram:

$$\text{Holandês-Gir: EC (Mcal)} = 0,5445_{(\pm 0,2174)} \times \text{PCVZ}^{1,2654_{(\pm 0,0921)}}$$

$$\text{Holandês: EC (Mcal)} = 0,6207_{(\pm 0,2335)} \times \text{PCVZ}^{1,2266_{(\pm 0,0874)}}$$

em que EC é o conteúdo de energia corporal (Mcal) e PCVZ é o peso de corpo vazio (kg). Não foram evidenciadas diferenças entre os grupos ( $P > 0,05$ ). Portanto, uma equação conjunta foi formulada e apresentada abaixo:

$$\text{EC (Mcal)} = 0,5669_{(\pm 0,1665)} \times \text{PCVZ}^{1,2521_{(\pm 0,0680)}}$$

Pela derivada da equação acima, foi estimada a exigência de energia líquida por quilo de ganho de PCVZ, obtendo-se o seguinte modelo:

$$\text{EL}_g = (0,7098 \times \text{PCVZ}^{0,2521}) \times \text{GPCVZ}$$

em que  $\text{EL}_g$  é o requisito de energia líquida por kg de ganho (Mcal/dia);  $\text{PCVZ}^{0,75}$  é o peso de corpo vazio metabólico (kg) e GPCVZ é o ganho de peso de corpo vazio (kg).

A exigência de energia líquida para ganho ( $\text{EL}_g$ ) pode ser entendida como a energia retida no PCVZ e pode ser estimada através da equação de regressão da energia retida em função do PCVZ e GPCVZ dos animais, conforme o modelo apresentado (Figura 2).

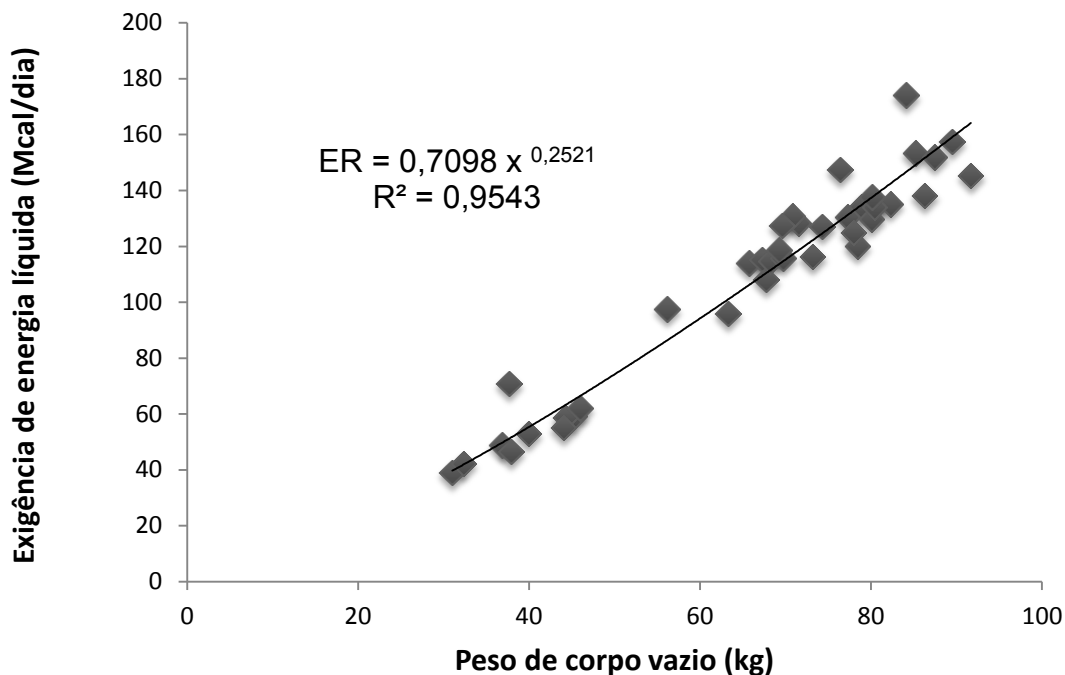


Figura 2 - Equação de regressão da energia retida em função do PCVZ e GPCVZ de bezerros mestiços Holandês-Gir.

Observa-se aumento da exigência de energia líquida para ganho ( $EL_g$ ) de um kg de peso de corpo vazio de acordo com o peso corporal dos animais. O valor de exigência de  $EL_g$  obtido neste estudo foi de 0,7098, inferior ao encontrado por Silva (2013), de 0,0882, trabalhando com bezerros da mesma raça. Entretanto, está mais próximo ao achado de Diaz et al. (2001), que obtiveram a seguinte equação:  $ER = 0,0635 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,0973}$ , para bezerros holandeses.

A exigência de energia metabolizável para ganho ( $EM_g$ ) pode ser estimada de forma indireta, após o cálculo da eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso ( $k_g$ ) para, posteriormente, realizar a conversão da  $EL_g$  e  $EM_g$ . Para tal, foram estimadas duas equações separadas com a inclusão de grupo genético. Não houve efeito de grupo genético sobre as eficiências; portanto, foi formulada uma equação conjunta, obtida pelo modelo apresentado abaixo, assumida como o coeficiente de inclinação da regressão linear entre a energia retida e o consumo de energia metabolizável (Figura 3).

$$ER = - 0,00760 + 0,270 \times CEM$$

em que: ER é a energia retida (Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia); CEM é o consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia).

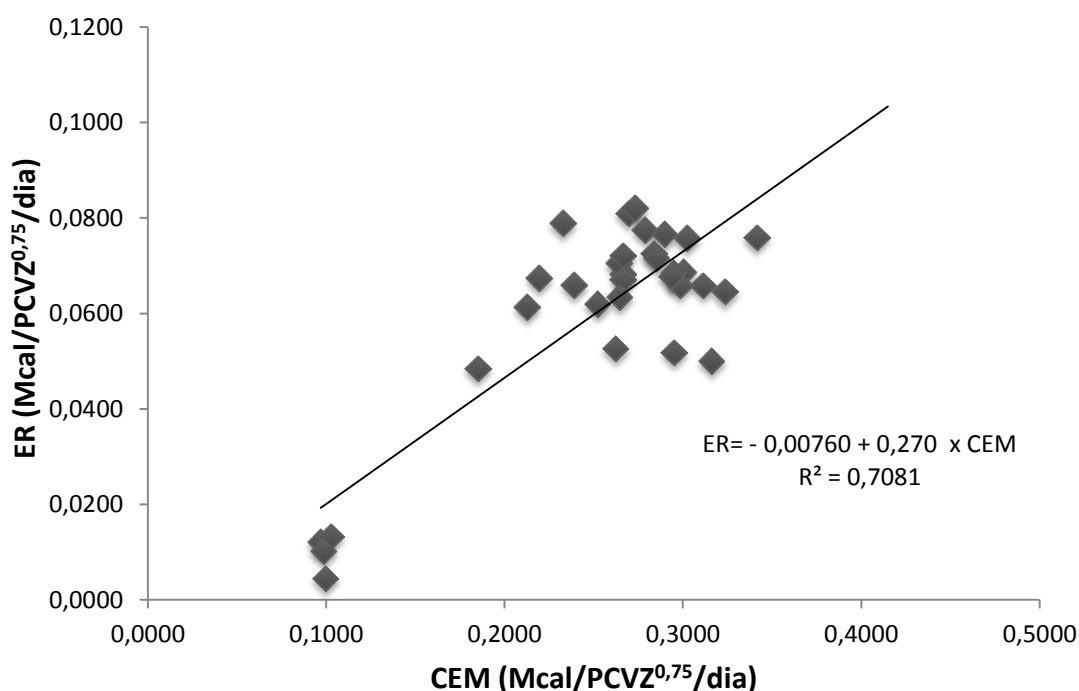


Figura 3 - Relação entre a energia retida e o consumo de energia metabolizável de bezerros mestiços Holandês-Gir, consumindo dieta líquida e concentrado.

O valor da eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho ( $k_g$ ) foi de 27 %. Desta forma a conversão da  $EL_g$  em  $EM_g$  é feita pela razão entre a  $EL_g$  e a  $k_g$ , obtendo-se o modelo a seguir:  $EM_g = EL_g/k_g$ , em que:  $EM_g$  = exigência de energia metabolizável para ganho (Mcal/dia);  $EL_g$  = exigência de energia líquida para ganho (Mcal/dia);  $k_g$  = eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (%). Sabe-se que os valores de  $k_g$  são bastante variáveis entre os experimentos. O valor encontrado neste estudo aproxima-se ao achado de Silva (2011), de 33 % para bovinos de corte no Brasil.

O BR-CORTE (2006) divide a eficiência de uso da energia metabolizável para ganho de acordo com a dieta recebida pelos animais. Segundo a mesma publicação, a  $k_g$  seria de 35 % para animais recebendo menos de 50 % de concentrado e de 47 % para animais alimentados com dietas de alto valor energético. 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. Este comportamento foi observado neste trabalho.

Por outro lado, o valor da eficiência obtido neste trabalho pode ter sido influenciado pela composição dos alimentos ingeridos, pois as variações no balanço da energia são dependentes do nível de ingestão de alimentos, que é influenciado por interações entre os alimentos, denominadas efeito associativo (Veloso et al., 2002).

Foi feita a relação entre o consumo de concentrado, energia metabolizável e a energia retida (Figura 4), para avaliar o comportamento de ingestão e retenção de energia por parte dos animais, de acordo com o aumento da porcentagem de MS nos tratamentos.

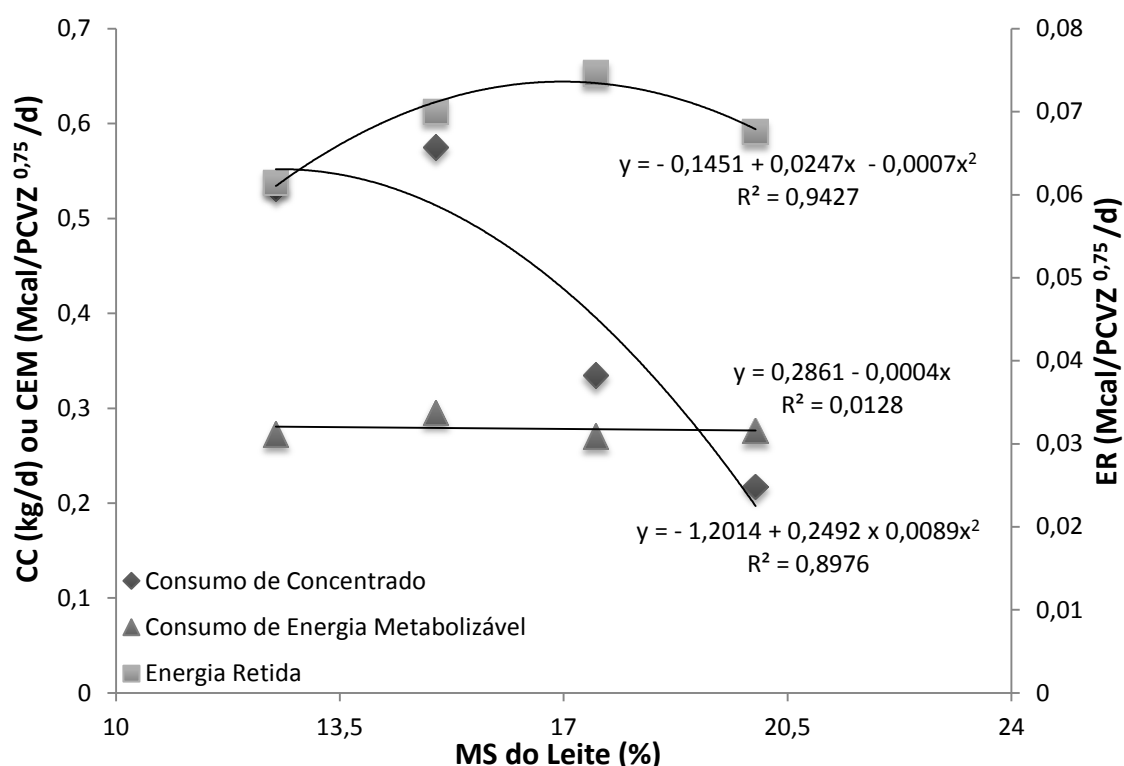


Figura 4 - Relação entre o consumo de concentrado, energia metabolizável e energia retida de bezerras mestiças Holandês-Gir, em função da ingestão de matéria seca da dieta líquida, de acordo com os tratamentos.

Os valores apresentados na Figura 4 evidenciam decréscimo do consumo de concentrado, quando a dieta líquida continha, na sua composição, mais de (>) 15 % MS, promovendo melhor digestibilidade do leite, o que resultou em maior eficiência. Entretanto, quando a dieta líquida continha, na sua composição menos de

(<) 15 % de MS, o consumo de concentrado foi maior, diminuindo consideravelmente a eficiência de ganho, uma vez que a eficiência de digestibilidade do concentrado é muito baixa em relação à do leite em animais lactentes. Já a energia metabolizável manteve-se linear ao longo do período experimental.

Assim, tem se observado que, quando se aumenta a quantidade de leite a ser administrada para bezerros lactentes, estes têm a tendência de compensar pelo consumo de concentrado. Porém, quando a quantidade de leite excede as necessidades dos bezerros, há dificuldade no ganho compensatório pelo concentrado e, conseqüentemente, ocorre decréscimo no desempenho, e esse decréscimo tem sido associado à baixa eficiência. Comportamento similar foi observado por Silva (2013), quando utilizou bezerros lactentes mestiços Holandês-Gir. Animais ruminantes, durante o período de aleitamento, comportam-se como não ruminantes (Rocha et al., 1999), apresentam limitações enzimáticas e ausência microbiana, o que torna o leite um alimento natural de bezerros jovens, sendo sua composição compatível com a exigência nutricional nesse estágio de desenvolvimento, permitindo maior digestibilidade, além do trato digestório desses animais estar preparado para utilizar mais eficientemente alimentos na forma líquida (Ternouth & Payor, 1970).

## **Exigências nutricionais de proteína**

### **Fração metabólica fecal**

A proteína metabolizável ( $P_{met}$ ) pode ser descrita como a proteína digestível verdadeira que é absorvida no intestino delgado (AFRC, 1993). Entretanto, os dados deste trabalho não foram consistentes para a obtenção da estimativa da excreção de nitrogênio endógeno. Portanto, foi utilizado o valor de excreção fecal de 0,37, proposto por Silva (2013), para calcular a  $P_{met}$  a partir do consumo de proteína digestível (CPd) pela subtração da fração endógena.

## **Exigências de proteína para manutenção**

Para estimar as exigências de proteína metabolizável para manutenção ( $PM_m$ ), utilizou-se o modelo proposto pelo NRC (2000). Foram estimadas equações separadas, de acordo com o grupo genético. Não foi observado efeito quanto à inclusão de grupo genético sobre nenhum dos coeficientes do modelo. Logo, gerou-se um modelo único como o intercepto do consumo de proteína metabolizável em

função do ganho de peso de corpo vazio dos animais (Figura 5). Obteve-se o valor de 63,77 g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>, conforme a equação que se segue:

$$CP_{met} = 63,77 + 278,3 \times GPCVZ$$

em que CP<sub>met</sub> é o consumo de proteína metabolizável (g/kg PCVZ) e GPCVZ é o ganho de peso de corpo vazio (g/kg PCVZ).

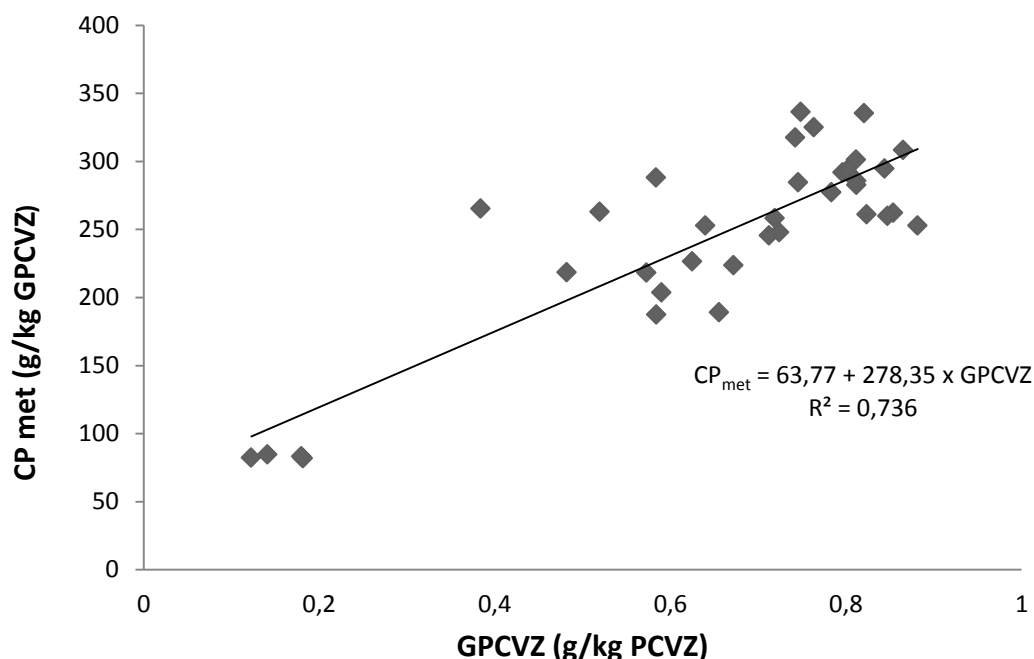


Figura 5 - Consumo de proteína metabolizável, em função do ganho de peso de corpo vazio, de bezerros mestiços Holandês-Gir.

A partir do intercepto do modelo descrito pelos dados em conjunto, dividido pelo peso corporal metabólico médio (PCVZm<sup>0,75</sup>) dos animais (19,81 kg), obteve-se a exigência de proteína metabolizável para manutenção (PM<sub>m</sub>) de 3,22 g/kg de PCVZ<sup>0,75</sup>, conforme a equação:

$$PM_m = \frac{\beta_0}{PCVZm^{0,75}} = \frac{63,77}{19,81} = 3,22.$$

A exigência de proteína metabolizável para manutenção, encontrada neste trabalho, assemelha-se aos dados obtidos por Marcondes (2010), de 3,09, Silva (2013), que utilizou animais da mesma raça, obtendo o valor de 3,16, e ao valor sugerido pelo INRA (2007), de 3,25 g/kgPV<sup>0,75</sup>, respectivamente. Apesar da similaridade entre os dados, o resultado obtido neste estudo é inferior ao encontrado

por Rodrigues (2013), que utilizou a mesma metodologia e obteve o valor de 4,53 g/kg PV<sup>0,75</sup>. O autor considerou o maior desenvolvimento de órgãos e vísceras no início da vida, contraposto à maior deposição de gordura na terminação de bovinos adultos, o que resulta em maior *turnover* proteico (Liu et al., 1995), que é superior em animais recém-nascidos.

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 (PL<sub>m</sub>), obteve-se o valor de 2,35 g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia, conforme demonstra a equação:  $PR = 2,3532 + 59,09 \times CP_{met}$

em que PR é a proteína retida (g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) e CP<sub>met</sub> é o consumo de proteína metabolizável (g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia).

A exigência de proteína líquida para manutenção é próxima ao valor encontrado por Silva (2013), e utilizou bezerros mestiços Holandês-Gir e obteve o valor de 2,65 g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia. Por outro lado, o mesmo valor também é 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 PL<sub>m</sub> (Marcondes et al., 2011). No caso de bezerros, esta perda pode ser considerável, pois a pele tem uma representatividade maior no corpo animal.

### **Exigência e eficiência de utilização e proteína para ganho**

Foram estimadas duas equações de conteúdo de proteína corporal para cada grupo genético. Porém, não houve diferença significativa entre grupos genéticos (P>0,05), portanto, uma equação conjunta foi determinada para estimar o conteúdo de proteína corporal dos animais usados no experimento.

A exigência de proteína líquida para ganho pode ser afetada por vários fatores, dentre os quais se destaca a composição corporal dos animais (Valadares Filho et al., 2010). Portanto, uma das formas mais aplicáveis para se obter a PL<sub>g</sub> é pela consideração da energia retida no ganho de peso dos animais, conforme o modelo sugerido pelo NRC (2000).

$$PL_g = - 27,4272 + 104,53 \times GPCVZ + 46,8060 \times ER$$

em que:  $PL_g$  = exigência de proteína líquida para ganho (g/dia);  $GPCVZ$  = ganho de peso de corpo vazio (g/dia);  $ER$  = energia retida ou exigência de energia líquida para ganho (Mcal/dia) e  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$  = são parâmetros da regressão.

O NRC (2001) estima os requisitos de ganho de forma linear, baseados no valor fixo de 30 g de nitrogênio retido por kg de ganho de peso vivo, dividido por fatores fixos de valor biológico de 0,8; 0,764 e 0,7 para dietas compostas por leite ou sucedâneo, leite e concentrado ou concentrado apenas, respectivamente (Blaxter & Wood, 1951; Donnelly & Hutton, 1976; Terosky et al., 1997). Deste modo, o modelo proposto neste trabalho parece mais consistente biologicamente, ao considerar diferentes valores de retenção de nitrogênio de acordo com o PCVZ do animal.

A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho ( $k_g$ ) é interpretada como o coeficiente de inclinação da relação entre a proteína retida (PR) e o consumo de proteína metabolizável ( $CP_{met}$ ) (Figura 6). Não foi observado efeito da inclusão de grupo genético sobre os parâmetros da regressão. Logo, gerou-se uma equação conjunta, a qual deu origem a uma eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho de 59,09 %.

$$PR = - 2,3 532 + 59,09 \times CP_{met}$$

em que PR é a proteína retida (g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) e  $CP_{met}$  é o consumo de proteína metabolizável (g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia).

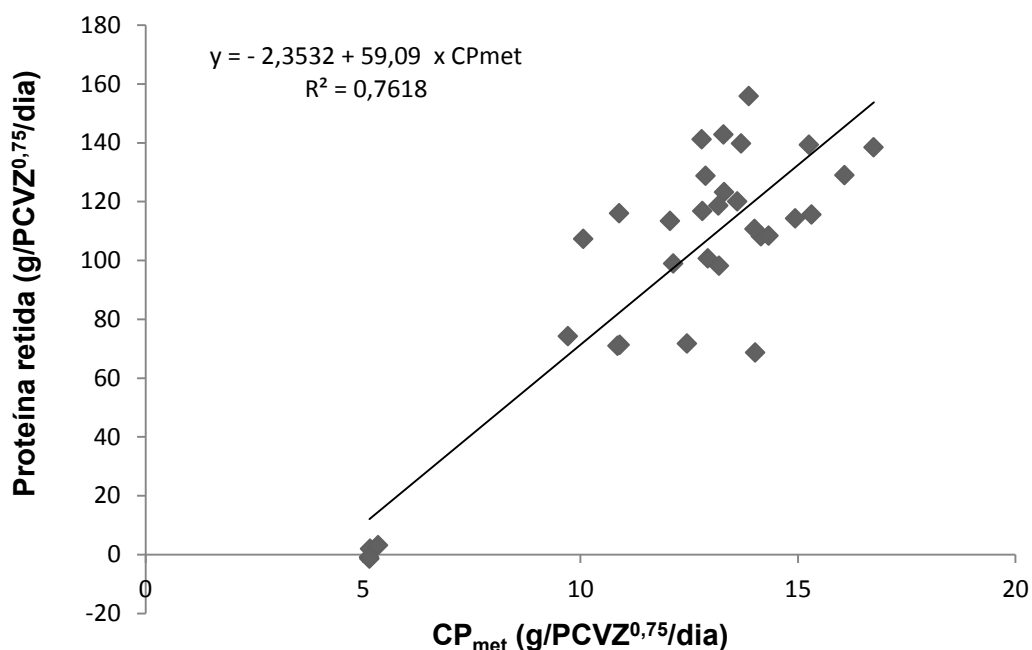


Figura 6 - Relação entre proteína retida (PR) e consumo de proteína metabolizável (CPmet) de bezerros mestiços Holandês-Gir.  $PR = 2,3532 + 59,09 \times CPmet$  ( $R^2=0,4782$ ).

A eficiência de uso da proteína metabolizável é baseada no valor biológico da proteína e na eficiência de uso de uma “mistura ideal”, sendo fortemente influenciada pela qualidade da fonte proteica (Oldham, 1987).

O valor observado é próximo aos valores 66,00 e 50,18, encontrados na literatura para bovinos de corte acima de 150 kg (Zinn & Owens, 1983; Marcondes et al., 2009). No entanto, o menor valor preconizado pelo NRC (2000), de 49,2 % para animais com peso corporal superior a 300 kg, subestima as exigências de  $PM_g$ .

A eficiência de utilização da proteína para ganho foi maior do que os valores reportados pelo 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 aminoacídico do alimento, como discutido anteriormente.

No atual trabalho, foram utilizadas fontes alternativas de consumo de matéria seca no alimento, como o aumento da porcentagem de MS pelo sucedâneo, além da MS do concentrado do comercial utilizado. Porém, estas fontes alternativas podem ser diferentes das encontradas em países com maior investimento na área de criação de bezerros. Dessa forma, é possível que esses fatores tenham contribuído para a menor eficiência de uso da proteína metabolizável.

## Resumo das equações e cálculos das exigências nutricionais

Tabela 2 - Resumo dos modelos de predição das exigências de energia e proteína para bezerros mestiços Holandês-Gir lactentes

Item	Equação	Unidade
PCVZ	$0,9598 \times PC$	kg
GPCVZ	$0,9764 \times GMD$	kg/dia
Energia		
$EL_m$	$0,0576 \times PCVZ^{0,75}$	Mcal/dia
$k_m$	66	%
$EM_m$	$EL_m/k_m$	Mcal/dia
$EL_g$	$0,7098 \times PCVZ^{0,2521} \times GPCVZ$	Mcal/dia
$k_g$	27	%
$EM_g$	$EL_g/k_g$	Mcal/dia
$EM_{total}$	$EM_m + EM_g$	Mcal/dia
Proteína		
$PM_m$	$3,22 \times PCVZ^{0,75}$	g/kg
$PL_g$	$- 27,4272 + 104,53 \times GPCVZ + 46,8060 \times ER$	g/dia
K	59,09	%
$PM_g$	$PL_g/k$	g/dia
$PM_{total}$	$PM_m + PM_g$	g/kg

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

- $PCVZ = 0,9598 \times PC = 0,9598 \times 60 = 57,58$  kg
- $GPCVZ = 0,9764 \times GMD = 0,9764 \times 0,7 = 0,683$  kg /dia
- $EL_m = 0,0576 \times PCVZ^{0,75} = 0,0576 \times 57,58^{0,75} = 1,20$  Mcal/dia
- $EM_m = EL_m/k_m = 1,20/0,66 = 1,8$  Mcal/dia
- $EL_g = 0,7098 \times PCVZ^{0,2521} \times GPCVZ = 0,7098 \times 57,58^{0,2521} \times 0,683 = 1,34$  Mcal/dia
- $EM_g = EL_g/k_g = 1,34/0,270 = 4,96$  Mcal/dia
- $EM_{total} = EM_m + EM_g = 1,8 + 4,96 = 6,76$  Mcal/dia

- $PMm = 3,22 \times PC^{0,75} = 3,22 \times 60^{0,75} = 69,4 \text{ g/dia}$
- $PLg = - 27,43 + 104,53 \times GPCVZ + 46,81 \times ER = 106,6 \text{ g/dia}$
- $PMg = PLg/k = 106,6/0,5909 = 180,4 \text{ g/dia}$
- $PMtotal = PMm + PMg = 69,4 + 180,4 = 249 \text{ g/dia}$

## CONCLUSÕES

Não foram observadas diferenças, quando foi testado o grau de sangue sobre os modelos de exigências propostos neste trabalho. Assim, a exigência de energia líquida para manutenção de bezerros mestiços Holandês-Gir é de 57,6 Kcal/kg de PCVZ<sup>0,75</sup> e a exigência de energia metabolizável para manutenção de bezerros mestiços Holandês-Gir é de 86,8 Kcal/kg de PCVZ<sup>0,75</sup>/dia.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção ( $k_m$ ) de bezerros mestiços Holandês-Gir é de 66 % e a exigência de energia líquida para ganho pode ser calculada pela equação descrita:  $ELg = (0,7098 \times PCVZ^{0,2521}) \times GPCVZ$ , sendo a eficiência de uso da energia metabolizável para ganho ( $k_g$ ) da dieta líquida e concentrado de 27 %.

Não houve efeito de grupo genético sobre as exigências de proteína metabolizável para a manutenção de bezerros mestiços Holandês-Gir. Logo, a exigência de proteína metabolizável para manutenção de bezerros mestiços lactentes é de 3,22 g/kg de PCVZ<sup>0,75</sup>. A exigência de proteína líquida para ganho aumenta de acordo com o aumento do peso de corpo vazio e pode ser estimada por meio da equação:  $PLg = 1,5192 + 0,2328 \times GPCVZ + 46,8060 \times ER$ . A eficiência de utilização da proteína para ganho, neste trabalho, foi de 59,09%.

Apesar da não observância de diferenças significativas quanto à inclusão de grupo genético, as diferenças genéticas sobre exigências de bezerros lactentes são importantes e pesquisas futuras devem ser direcionadas para a forma como tais diferenças podem ser manipuladas para melhorar os sistemas de produção.

## REFERÊNCIAS

- AFRC - Agricultural and Food Research Council. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford, UK: CAB International, 1993. 159p.
- ALMEIDA, M.I.V.; Fontes, C.A.A.; Almeida, F.Q.; Valadares Filho, S.C.V.; Campos, O.F. 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.
- ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C.; Campos, O.F.; Cecon, P.R.; Signoretti, R.D.; Turco, S.H.N. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína de bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.1013-1022, 1998.
- ARC - AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. London: The Gresham Press, 1980. 351p.
- BARTLETT, K.S.; MCKEITH, M.J.; VANDEHAAR, G.E. BARTLETT, K.S.; MCKEITH, F.K.; VANDEHAAR, M.J.; DAHL, G.E.; DRACKLEY, J.K. Growth and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein at two different rates. **Journal of Animal Science**, v.84, p.1454-1467, 2006.
- BARBOSA, A.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; VÉRAS, R.M.L.; LEÃO, M.I.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; MARCONDES, M.I.; SOUZA, M.A. Efeito do período de coleta de urina, dos níveis de concentrado e de fontes proteicas 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, p.870-877, 2006.
- 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.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives: an overview of the technical details**. Bucksburn: Rowett Research Institute, 1992. 21p.
- CHIZZOTTI, M.L.; TEDESCHI, L.O.; VALDARES FILHO, S.C. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**. v.86, n.7, p.1588-1597, 2008.
- CHURCH, D.C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice & Hall, 1988. 565p.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análises de alimentos**.- INCT- Ciência Animal 1.ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

DONNELLY, P.E.; HUNTTON, J.B. Effects of dietary protein and energy on the growth of Friesian bull calves. II. Effects of level of feed intake and dietary protein content on body composition. **Journal Agricultural Research**, v.19, p.409-414, 1976.

FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli Sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.647-657, 1998.

FONSECA, M.A.; FILHO, S. C. V.; HENRIQUES, L. T.; PAULINO, P. V. R.; DETMANN, E.; FONSECA, E. A.; BENEDETI, P. B.; DA SILVA, L. D. Exigências nutricionais de bezerros nelores lactentes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1212–1221, 2012.

FREITAS, J.A. **Composição corporal e exigências de energia e proteína em bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos não castrados, em confinamento**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.

FREITAS, J. A.; QUEIROZ, A. C.; DUTRA, A. R.; VIEIRA, R. A. M.; LANA, R. DE PAULA.; LEONEL, F. DE PAULA.; HENRIQUE, D; S.; LIMA, A. V.; SOUSA, J. C. 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.

FUJIHARA, T.; ØRSKOV, E.R.; REEDS, P.J.; KYLE, D.J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science**, v.109, p.7-12, 1987.

GARRETT, W. N.; JOHNSON, D. E. Nutritional energetics of ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 57, p. 478–497, 1983.

GONÇALVES, L.C. **Digestibilidade, composição corporal, exigências nutricionais e características das carcaças de zebuínos, taurinos e bubalinos**. Viçosa, MG:UFV, 238p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1988.

INRA - INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. **Alimentation des bovines, ovins et caprins**. Versailles: Éditions Quae, 2007. 307p.

LIMA, J. C.M. Consumo e exigências de energia de bezerros de raça holandesa. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2013. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2013.

LIU, S.M.; LOBLEY, G.E.; MACLEOD, N.A.; KYLE, D.J.; CHEN, X.B.; ØRSKOV, E.R. Effects of long-term protein excess or deficiency on whole-body protein turnover in sheep nourished by intragastric infusion of nutrients. **British Journal of Nutrition**, v. 73, p.829-839, 1995.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, M.F.; NASCIMENTO, F.B.; FONSECA, M.A. Exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais de bovinos nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1587-1596, 2009.

MARCONDES, M.I.; GIONBELLI, M.P.; VALADARES FILHO, S.C.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, M.F. Exigências nutricionais de proteína para bovinos de corte. In: VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. (Eds.) **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE**. 2 ed. Viçosa: DZO-UFV, 2010. p.113-133.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; Oliveira, I.M.; Paulino, M.F.; Paulino, P.V.R.; Detmann, E.; Silva, L.F. Exigências de energia de animais Nelore puros e mestiços com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.10, p. 2235-2243, 2011.

MILLER-CUSHON, E.K.; BERGERON, R.; LESLIE, K.E.; DEVRIES, T.J. 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.

MOORE, A. D.; TAYLOR, J.; HARTMAN, L. M.; SISCHO, M. W. Quality assessments of waste milk at a calf ranch. **Journal of Dairy Science**. v. 92, p.3503–3509, 2009.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.

NASCIMENTO, P.V.N.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; BONOMO, P.; TEIXEIRA, F.A.; NETO, J.G. Exigências nutricionais de bezerros da raça Holandesa alimentados com concentrado e feno de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1605-1613, 2009.

NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington, DC: National Academy Press, 1989. p.157.

NRC - NATIONAL RESEARCH CONCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000. 242p.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.381p.

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.

ORELLANA BOERO, P.; BALCELLS, J.; MARTÍN-ORÚE, S.M.; LIANG, J.B.; GUADA, J.A. Excretion of purine derivates in cows: endogenous contribution and recovery of exogenous purine bases. **Livestock Production Science**, v.68, p.243-250, 2001.

PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M.; GOMES JUNIOR, P. Composição corporal e exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.627-633, 1999.

ROCHA, E.O.; FONTES, C.A.A.; PAULINO, M.F.; PEREIRA, J. C.; LADEIRA, M.M. Influência da idade de desmama e de início de fornecimento de volumoso a bezerros sobre a digestibilidade de nutrientes e balanço de nutrogênio, pós-desmama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1. p.143-147, 1999.

RODRIGUES, J.P.P. **Exigências nutricionais de proteína e macrominerais de bezerros de raça holandesa**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2013. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2013.

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

SALVADOR, M. **Exigências de energia e proteína para engorda de novilhos azebuados**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia da UFV. 1980. 70f.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562 – 3577, 1992.

SILVA, L.F.C. **Exigências nutricionais, validação de equações para a estimação da composição do corpo vazio e uso da creatinina para estimar a proporção de**

**tecido muscular em bovinos nelore.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Departamento de Zootecnia da UFV. 2011. 129f.

SILVA, A.L. **Desempenho e exigências nutricionais de energia e proteína para bezerros mestiços Holandês×Gir lactentes sob diferentes planos de alimentação.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 2013.

TERNOUTH, J.H, PRYOR, W.J The effect of early weaning rations upon the efficiency of growth and carcass production with some observation on the development of forestomachs in calves. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.74, p.559-569, 1970.

TEROSKY, T.L.; HEINRICHS, A.J.; WILSON, L.L. A comparison of milk protein sources in diets of calves up to eight weeks of age. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2977-2983, 1997.

Terré, M.; Devant, M.; Bach, A. Effect of level of milk replacer fed to Holstein calves on performance during the preweaning period and starter digestibility at weaning. **Livestock Science** v.110, p82–88. 2007.

VALADARES FILHO, S.C.; RODRIGUES PAULINO, P.V.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-CORTE.** 1.ed. Viçosa: DZO-UFV, 2006.142p.

VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. (Eds.) **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE.** 2 ed. Viçosa: DZO-UFV, 2010. p.113-133.

VELOSO, C.M.; VALADARES FILHO, S.C.; GESUALDI JR., A. DA SILVA, F. F.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; PAULINO, P. V. R. 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.; KLOPFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A.; STOCK, R.A.; MILLER, P.S. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2777-2784, 1993.

ZINN, R.A.; OWENS, F.N. Influence of feed intake level on site of digestion in steers fed a high concentrate diet. **Journal of Animal Science**, v.56, p.471-475, 1983.

## ANEXO 1 - Certificado da Comissão de Ética da UFMG

### Decisão do CEUA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

**CEUA**  
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

Senhor(a) Professor(a) Sandra Gestelra Coelho,

Após análise de sua solicitação de avaliação do projeto Programas de aleitamento Intensivo com diferentes teores de matéria seca para bezerros mestiços criados até os 60 dias de idade, submetido a esta comissão pelo protocolo 315 / 2013, a CEUA decidiu **aprovar** a sua solicitação.

Justificativa: Aprovado na reunião do dia 14/10/2013

Para acessar ao seu projeto clique no link:  
<https://www.ufmg.br/bloetica/cetea/ceua/>  
Belo Horizonte, 15/10/2013.

Atenciosamente.

Sistema CEUA-UFMG  
<https://www.ufmg.br/bloetica/cetea/ceua/>

Universidade Federal de Minas Gerais  
Avenida Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha  
Unidade Administrativa II – 2º Andar, Sala 2005  
31270-901 – Belo Horizonte, MG – Brasil  
Telefone: (31) 3499-4516 – Fax: (31) 3499-4592  
[www.ufmg.br/bloetica/cetea](http://www.ufmg.br/bloetica/cetea) - [cetea@prpq.ufmg.br](mailto:cetea@prpq.ufmg.br)

