

**JOÃO PAULO PACHECO RODRIGUES**

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE PROTEÍNA E MACROMINERAIS DE  
BEZERROS DA RAÇA HOLANDESA**

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

R696e  
2013

Rodrigues, João Paulo Pacheco, 1988-  
Exigências nutricionais de proteína e macrominerais de  
bezerros da raça Holandesa / João Paulo Pacheco Rodrigues. –  
Viçosa, MG, 2013.  
xiii, 54 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Marcos Inácio Marcondes.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Bovino de leite - Nutrição - Necessidades. 2. Bovino de  
leite - Registros de desempenho. 3. Bovino de leite -  
Composição. 4. Cálcio na nutrição animal. 5. Fósforo na  
nutrição animal. 6. Bezerro. I. Universidade Federal de Viçosa.  
Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.20852

JOÃO PAULO PACHECO RODRIGUES

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE PROTEÍNA E MACROMINERAIS DE  
BEZERROS DA RAÇA HOLANDESA

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: 20 de março de 2013.

---

Prof. Mario Luiz Chizzotti

---

Mariana Magalhães Campos

---

Prof. Sebastião de Campos  
Valadares Filho  
(Coorientador)

---

Prof<sup>a</sup>. Luciana Navajas Rennó  
(Coorientadora)

---

Prof. Marcos Inácio Marcondes  
(Orientador)

**Á Deus, minha família e amigos,**

**Que sempre ao meu lado me conduzem ao alcance de meus objetivos!**

**Dedico esse trabalho.**

## AGRADECIMENTOS

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

Ao meu pai pelo exemplo, motivação e apoio que me permitiram alcançar meus objetivos. A minha mãe e irmã pelo carinho e admiração, pessoas que torcem pelo meu sucesso e espero nunca decepcionar.

A Luana meu amor, pela presença constante nos momentos mais difíceis, pela ajuda braçal, intelectual e “psicológica”.

Aos meus avós, tios, primos que constituem uma família abençoada, que são umas das principais motivações para meu crescimento, estrutura da formação do meu caráter.

Aos meus tios José Carlos e Márcia e meu primo Henrique, pelo apoio sem limites quando mais precisei e pela vida boa que tive na casa dos “Arantes Rodrigues”, ou minha “segunda casa”.

A Universidade Federal de Viçosa e a cidade de Viçosa pela boa formação profissional e acolhimento.

Ao professor Marcos Inácio Marcondes, pela amizade, oportunidade de orientação e ensinamentos com excelência, que me surpreendem a cada dia e me fazem crescer.

Ao professor Sebastião de Campos Valadares Filho pelo apoio a realização do experimento.

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

A Mariana Magalhães Campos e Fernanda Samarini Machado da EMBRAPA (CNPGL) pelo apoio na realização de análises laboratoriais.

Aos professores Luciana Navajas Rennó e Mário Luiz Chizzotti pela disponibilidade e aceitação em enriquecer a interpretação desse trabalho.

A Jéssika pela amizade na condução do experimento, organização, limpeza, paciência em conviver com minha teimosia e por ter me dado 2 meses de “férias”.

Aos amigos da república TOCA DO TATU: Jaci, Pedro, Bagdá, Maceió, Matuca, Oreia, Felipe e Dener pela amizade e Rodolfo e Timão pela ajuda na condução do experimento.

Aos bolsistas de iniciação científica: Tadeu, Aline, Anderson e Marcelo (“murcego”), que estão sempre dispostos a trabalhar e foram imprescindíveis na execução do experimento.

Ao Alex Lopes pela ajuda eficiente e essencial nos abates e amizade sincera.

Aos estagiários: Aureana, Júlia, Lucas (“cabeça”), Breno, Alexandre, Thaís, Nathália, Patrícia, Luiz (“Zé”), Henrique, Julio, Ana Carolina, Thayne, Guerra, Stefani, e o restante da equipe. Sem vocês as próximas páginas não existiriam.

Aos funcionários da UEPE-GL, em especial ao Gaguinho, Almiro e Zinho pela constante boa vontade.

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

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

## **BIOGRAFIA**

João Paulo Pacheco Rodrigues, filho de Wanderley Rodrigues e Dora Valéria Pacheco Rodrigues, nasceu no dia 05 de novembro de 1988, em Juiz de Fora, 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 agosto de 2011 iniciou o curso de mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de dissertação em 20 de março de 2013.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE TABELAS .....	viii
RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xii
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	4
CAPÍTULO 1	
Exigências nutricionais de proteína de bezerros da raça Holandesa.....	6
Resumo .....	6
Abstract .....	8
Introdução .....	10
Material e Métodos .....	11
Resultados e Discussão .....	20
Conclusões.....	26
Referências Bibliográficas .....	27
CAPÍTULO 2	
Exigências nutricionais de macrominerais de bezerros da raça Holandesa .....	30
Resumo .....	30
Abstract .....	32
Introdução .....	34
Material e Métodos .....	35
Resultados e Discussão .....	40
Conclusões.....	51
Referências Bibliográficas .....	52

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Equação de regressão da síntese de proteína bruta microbiana (PBmic) em função da idade de (dias) bezerros da raça Holandesa.....	21
Figura 2 – Equação de regressão do consumo de proteína metabolizável (CPmet) em função do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) de bezerros da raça Holandesa.....	22
Figura 3 – Proteína aparentemente digestível (PAD) para manutenção de bezerros da raça Holandesa estimada pelo NRC (2001) ou dados gerados no presente trabalho.....	23
Figura 4 – Relação entre a proteína retida (PR) e o consumo de proteína metabolizável (CPmet) de bezerros da raça Holandesa.....	25
Figura 5 – Gráfico da equação de predição dos requisitos nutricionais de cálcio (Ca) de manutenção de bezerros da raça Holandesa.....	42
Figura 6 – Gráfico da equação de predição dos requisitos nutricionais de fósforo de manutenção de bezerros da raça Holandesa.....	44
Figura 7 – Gráfico da equação de predição dos requisitos nutricionais de sódio (Na) de manutenção de bezerros da raça Holandesa.....	45
Figura 8 – Gráfico da equação de predição dos requisitos nutricionais de potássio (K) de manutenção de bezerros da raça Holandesa.....	46
Figura 9 – Gráfico da equação de predição dos requisitos nutricionais de magnésio (Mg) de manutenção de bezerros da raça Holandesa.....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição média de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) do leite, concentrado e feno de Coast-cross. ....	12
Tabela 2 – Formulação (g/kg de matéria seca) do concentrado experimental.....	13
Tabela 3 – Equações de predição do peso de corpo vazio inicial (PCVZi) e sua composição de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ) e água (H <sub>2</sub> O) em dg/kg de PCVZi de bezerros da raça Holandesa em função do peso vivo aos 4 dias de idade. ....	17
Tabela 4 – Exigências de proteína metabolizável de bezerros da raça Holandesa de diferentes pesos e ganhos de peso vivo (GPV).....	26
Tabela 5 – Composição média de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), potássio (K) e magnésio (Mg) do leite, concentrado e feno de Coast-cross.....	36
Tabela 6 – Formulação (g/kg de matéria seca) do concentrado experimental.....	37
Tabela 7 – Equações de predição do peso de corpo vazio inicial (PCVZi) e sua composição de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) em dg/kg de PCVZi de bezerros da raça Holandesa em função do peso vivo aos 4 dias de idade. ....	39
Tabela 8 – Equações alométricas do conteúdo mineral (mg) em função do peso de corpo vazio (PCVZ) de bezerros da raça Holandesa.....	41
Tabela 9 – Equações de predição dos requisitos dietéticos de cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), potássio (K) e magnésio (Mg), em mg/kg/GPCVZ, para manutenção e ganho de acordo com o peso de corpo vazio (PCVZ) e o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) de bezerros da raça Holandesa. ....	49

Tabela 10 – Requisitos dietéticos de cálcio, fósforo, sódio, potássio e magnésio para manutenção e crescimento de bezerros da raça Holandesa de acordo com o peso vivo e ganho de peso diário (GPV). .....	50
--	----

## RESUMO

RODRIGUES, João Paulo Pacheco, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2013. **Exigências nutricionais de proteína e macrominerais de bezerros da raça Holandesa.** Orientador: Marcos Inácio Marcondes. Coorientadores: Sebastião de Campos Valadares Filho e Luciana Navajas Rennó.

Objetivou-se estimar as exigências de proteína e minerais para manutenção e ganho de peso de bezerros da raça Holandesa, do nascimento até os 87 dias de idade. Foram utilizados 42 bezerros da raça Holandesa, não castrados, com peso vivo inicial de  $35.56 \pm 5.86$  kg e 3 dias de idade. Aleatoriamente, dez animais foram abatidos no 4º dia de vida para compor o grupo referência, os outros 32 foram distribuídos em 4 tratamentos que consistiram em 2; 4; 6 e 8 kg/kg/GPCVZ de leite. Todos os animais receberam concentrado *ad libitum* durante todo o experimento. Do total de 8 animais por tratamento, 4 foram abatidos aos 59 dias de vida enquanto os outros 4 foram desmamados na mesma idade, sendo o leite trocado por feno de Coast-cross (*Cynodon spp.*) *ad libitum*. Esses foram posteriormente abatidos aos 87 dias de idade. Foram realizados ensaios de digestibilidade em 4 animais por tratamento, nas idades médias de 17, 42 e 75 dias, para a estimativa do consumo de nutrientes digestíveis, sendo coletadas amostras de fezes e urina totais por 24 horas. Amostras de leite, concentrado e feno foram coletadas semanalmente. Aos abates, foram coletadas amostras de carcaça (CAR), composta dos componentes não carcaça (CNC) e calculados o peso de corpo vazio (PCVZ) de cada animal. As amostras de leite, concentrado, feno, fezes, CAR e CNC foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ) e dos minerais cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), potássio (K) e magnésio (Mg). No feno e concentrado foram quantificados os teores de fibra em detergente neutro (FDN). Das amostras de urina, foi calculado o teor de nitrogênio total urinário (NTU) e excreção de derivados de purina. As relações PCVZ sobre peso vivo (PV) e ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) sobre ganho de peso vivo (GPV) foram 0,886 e 0,838, respectivamente. As necessidades de proteína metabolizável para manutenção ( $PM_m$ ) foram de 4,53 g/kg  $PV^{0,75}$ /dia. A equação para estimativa da proteína líquida de ganho ( $PL_g$ ) foi:  $PL_g$  (g/kg/GPCVZ) =  $177,79 \times PCVZ^{-0,0608}$ . A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (k) encontrada foi 0,71. As equações de estimativa da

exigência líquida de cada mineral foram:  $Ca_g$  (g/kg/GPCVZ) =  $23214 \times PCVZ^{-0,3856}$ ;  $P_g$  (g/kg/GPCVZ) =  $9561,03 \times PCVZ^{-0,2773}$ ;  $Na_g$  (g/kg/GPCVZ) =  $2441,89 \times PCVZ^{-2428}$ ;  $K_g$  (g/kg/GPCVZ) =  $771,89 \times PCVZ^{-0,0422}$ ;  $Mg_g$  (g/kg/GPCVZ) =  $519,01 \times PCVZ^{-0,1893}$ ; em mg/kg PCVZ/dia. Conclui-se que as exigências de proteína metabolizável para manutenção de bezerros da raça Holandesa são  $4,53 \text{ g/kg PV}^{0,75}$ . As exigências líquidas de proteína líquida para ganho podem ser obtidas pela equação:  $PL_g$  (g/kg/GPCVZ) =  $177,79 \times PCVZ^{-0,0608}$ . A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho é igual a 71,39%. Os requisitos de minerais para ganho e manutenção de bezerros da raça Holandesa do nascimento até os 87 dias de idade podem ser calculados em função do peso de corpo vazio (PCVZ) e ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) através das equações propostas.

## ABSTRACT

RODRIGUES, João Paulo Pacheco, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2013. **Protein and macro minerals requirements of Holstein young calves.** Adviser: Marcos Inácio Marcondes. Co-advisers: Sebastião de Campos Valadares Filho and Luciana Navajas Rennó.

The aim was to estimate the nutritional requirements of protein and minerals for maintenance and growth of Holstein calves from birth to 87 days old. Forty-two male Holstein calves with 3 days old and  $35.56 \pm 5.86$  kg of initial body weight were used. Ten calves were randomly slaughtered on the 4th day old to compose the reference group. The other thirty two calves were assigned to 4 treatments (2; 4; 6; 8 kg/day of milk). All animals were fed starter *ad libitum* throughout the experiment. From eight animals per treatment, four were slaughtered at 59 days old while the other for were weaned at the same age, and milk exchanged for Coast-cross (*Cynodon* spp.) hay *ad libitum*, they were slaughtered at 87 days of age. Digestibility assays were performed in the average ages of 17, 42 and 75 days in four animals per treatment, to estimate the digestible nutrients, when feces and urine samples were collected for 24 hours. Milk, starter and hay samples were collected weekly. At slaughter, were collected carcass (CAR) and a composite of non-carcass components (CNC) samples of each animal. Milk, hay, starter, feces, CNC and CAR were evaluated for dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE) and ash (CZ). Hay and starter were also assessed for the previous items plus neutral detergent fiber (NDF). Milk, hay, starter, CAR and CNC minerals levels were analyzed for calcium (Ca), phosphorus (P), sodium (Na), potassium (K) and magnesium (Mg). From urine samples were calculated the total nitrogen content (NTU) and purine derivatives excretion. Empty body weight (EBW) on body weight (BW) and empty body weight gain (EBWG) on weight gain (WG) relations were 0.886 and 0.8375, respectively. The efficiency of utilization of digestible protein to metabolizable (EPD) was 0.7706. Metabolizable protein requirements for maintenance (MP<sub>m</sub>) of calves were  $3.917 \text{ g/kg BW}^{0.75}/\text{day}$  Metabolizable protein requirements for maintenance (MP<sub>m</sub>) of calves were  $4.53 \text{ g/kg BW}^{0.75}/\text{day}$ . The equation to estimate the net protein requirement for gain (NP<sub>g</sub>) was:  $PL_g \text{ (g/kg/EBWG)} = 177,79 \times PCVZ^{-0,0608}$ . The efficiency of protein utilization for metabolizable gain (k) found was 0.7139. To calculate the metabolizable protein requirements for gain, it divides the retained protein (PR) by the value of k. The net mineral requirements for

maintenance were: 89.7451, 20.805, 4.3605, 2.2105, 1.0143 mg/kg EBW/day of Ca, P, Na, K and Mg, respectively. The retention efficiencies (RE) were: 0.8816, 0.4725, 0.274, 0.08821, 0.05236 for Ca, P, Na, K and Mg, respectively. The minerals net requirements for gain were:  $Ca_g$  (g/kg/EBWG) =  $23214 \times PCVZ^{-0,3856}$ ;  $P_g$  (g/kg/EBWG) =  $9561,03 \times PCVZ^{-0,2773}$ ;  $Na_g$  (g/kg/EBWG) =  $2441,89 \times PCVZ^{-2428}$ ;  $K_g$  (g/kg/EBWG) =  $771,89 \times PCVZ^{-0,0422}$ ;  $Mg_g$  (g/kg/EBWG) =  $519,01 \times PCVZ^{-0,1893}$ ; mg/kg EBWG/day for Ca, P, Na, K e MG, respectively. In conclusion, the metabolizable protein requirement for maintenance of Holstein calves is 4.53 g/kg PV<sup>0.75</sup>. The net protein requirements for growth can be obtained by the equation:  $RP$  (g/day) =  $96.5121 \times 31.3086 \times EBWG + RE$ . The efficiency of protein utilization for growth is 71.39%. Dietary requirement of each mineral is given by the sum of net requirements for maintenance and gain divided by its respective retention efficiency. The mineral requirements for maintenance and gain of Holstein calves from birth to 87 days of age can be calculated as a function of empty body weight (EBW) and gain of empty body weight (EBW), using the proposed equations.

## INTRODUÇÃO GERAL

As primeiras semanas de vida de bezerras são uma fase determinante na futura eficiência de um sistema de produção de leite, de modo que a inadequada nutrição dos animais na fase de cria pode limitar o crescimento dos animais na recria, a expressão da capacidade genética de produção de leite e saúde rebanho (Moallem et al., 2010; Khan et al., 2011; Soberon et al., 2012).

A formulação de dietas baseia-se em prover aos animais nutrientes necessários para a concretização dos desempenhos almejados. O conhecimento das demandas nutricionais de bovinos, bem como as formas e eficiências de utilização dos nutrientes fornecidos são o caminho para o alcance de produções satisfatórias, com máximo retorno econômico e aproveitamento de recursos.

A utilização de modelos de predição das necessidades nutricionais de animais em crescimento varia de acordo com diferentes formas de deposição nas fases de vida do animal. Dessa forma, torna-se importante a segmentação de estudos em etapas da curva de crescimento, gerando dados mais consistentes e precisos. Na nutrição de animais jovens, destaca-se ainda, a variação decorrente de mudanças metabólicas e digestivas (Zanton & Heinrichs, 2008).

Pesquisas recentes vêm sendo desenvolvidas para a modelagem de necessidades nutricionais de bovinos em condições brasileiras. No entanto, verifica-se maior avanço no âmbito da bovinocultura de corte (Valadares Filho et al., 2010), sendo escassos dados nacionais referentes a animais de genética leiteira (Carvalho et al., 2003; Nascimento et al., 2009).

Como consequência da escassez de informações, o balanceamento de dietas para bovinos leiteiros no Brasil baseia-se em estimativas de demandas nutricionais obtidas a partir de modelos sugeridos por conselhos internacionais (ARC, 1980;

AFRC, 1991; NRC, 2001). Esses sistemas não remetem condições brasileiras, considerando-se tanto o padrão genético, quanto aos alimentos e ambiente (Borges et al., 2007).

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 vivo metabólico e peso vivo, respectivamente, enquanto as perdas através do couro e pelos são desconsideradas, deixando clara a carência de dados referentes às exigências de proteína retida em diferentes níveis de ganho de peso.

O NRC (2000), para bovinos de corte, calcula os requisitos de proteína para manutenção por meio da regressão linear do consumo de proteína metabolizável em função do ganho de peso, sendo o requisito de proteína metabolizável o intercepto do modelo dividido pelo peso vivo metabólico médio dos animais (Wilkerson et al., 1993). A metodologia considera apenas dados de consumo, eficiências e desempenho dos animais, sendo caracterizada pelo menor número de parâmetros, havendo menos fontes de variação.

Nos últimos anos, poucas foram as tentativas rigorosas para definir as necessidades de minerais de bovinos por meio de ensaios alimentares, sendo ainda necessária a utilização de métodos fatoriais imprecisos para a predição dos requisitos nutricionais desses nutrientes, assim essas estimativas têm variado consideravelmente (Suttle, 2010).

O NRC (2001) faz uso de recomendações fixas capazes de suprir as demandas de minerais para bezerros jovens nos alimentos, como por exemplo, 1,0 e 0,7% de cálcio no sucedâneo e concentrado, respectivamente. As estimativas para essas

recomendações partiram de pesquisas realizadas com animais de diversas idades e estados fisiológicos (Visek et al., 1953; Hansard et al., 1957; Hansard et al., 1968; Gueguen et al., 1989; ARC,1980).

A utilização de valores fixos pode ocasionar tanto o não atendimento das demandas quanto o excesso de minerais na dieta, sendo necessária a inclusão de parâmetros como o peso do animal e o desempenho na modelagem de demandas por minerais para bezerros.

Tendo em vista as lacunas existentes quanto às demandas nutricionais de animais jovens, objetivou-se estimar as exigências nutricionais de proteína e minerais de bezerros da raça Holandesa do nascimento aos 87 dias de vida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Technical committee on responses to nutrients** Report 6. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. *Nutrition Abstracts and Reviews*, v.61, p.573–612, 1991.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. London: 1980. 351p.
- BLAXTER, K.L.; MITCHELL, H.H. The factorization of the protein requirements of ruminants and of the protein value 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.; GOMES, S.P.; CAMPOS, M.M.; SILVA, R.E. Exigências nutricionais de bovinos de leite. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 4, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: EV/UFMG, 2007, p.5-33.
- CARVALHO, P.A.; SANCHEZ, L.M.B.; PIRES, C.C.; VIÉGAS, J.; VELHO, J.P.; PARIS, W. Composição corporal e exigências líquidas de macroelementos inorgânicos (Ca, P, Mg e K) para ganho de peso de bezerros machos de origem leiteira do nascimento aos 110 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p. 1492-1499, 2003.
- GUEGUEN, L.; LAMAND, M.; MESCHY, F. Mineral Requirements. In: JARRIGE, R. **Ruminant Nutrition: Recommended Allowances and Feed Tables**, ed. Institut National de la Recherche Agronomique, 1989, p.49-56.
- HANSARD, S; MOHAMMED, A.; TURNER, J. Gestation age effects upon maternal-fetal zinc utilization in the bovine. **Journal of Animal Science**, v.27, p.1097-1102, 1968.
- HANSARD, S.; CROWDER, H.; LYKE, W.A. The biological availability of calcium in feeds for cattle. **Journal of Animal Science**, v.16, p.437-443, 1957.
- 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.

- MOALLEM, U.; WERNER, D.; LEHRER, H.; ZACHUT, M.; LIVSHITZ, L.; YAKOBY, S.; SHAMAY, A. 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, p.2639-2650, 2010.
- NASCIMENTO, N.V.P.; SILVA, F.F.; VELOSO, M.C.; 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.
- NATIONAL RESEARCH CONCIL- NRC. 2000. **Nutrients requirements of beef cattle**. Revised 7 ed. Washington, D.C. National Academy Press, 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 2001. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C. 381p.
- SOBERON, F.; RAFFRENATO, E.; EVERETT, R.W.; VAN AMBURGH, M.E. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p.783-793, 2012.
- SUTTLE, N.F. **Mineral Nutrition of Livestock**, 4th Edition, 2010, 579p.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE**. 2 ed. Viçosa: DZO-UFV, 2010.
- WISEK, W.J.; MONROE, R.A.; SWANSON, E.W.; COMAR, C.L. Determination of endogenous fecal calcium in cattle by simple isotope dilution method. **Journal Nutrition**, v.53, p.23-33, 1953.
- 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.
- ZANTON, G.I.; HENRICHS, A.J. Analysis of nitrogen utilization in growing dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.1519-1533, 2008.

## CAPÍTULO 1

### Exigências nutricionais de proteína de bezerros da raça Holandesa

**Resumo** - Objetivou-se estimar as exigências de proteína para manutenção e ganho de peso de bezerros da raça Holandesa, do nascimento até os 87 dias de idade. Foram utilizados 42 bezerros da raça Holandesa, não castrados, com peso vivo inicial de  $35.56 \pm 5.86$  kg e 3 dias de idade. Aleatoriamente, dez animais foram abatidos no 4º dia de vida para compor o grupo referência, os outros 32 foram distribuídos em 4 tratamentos que consistiram em 2; 4; 6 e 8 kg/kg/GPCVZ de leite. Todos os animais receberam concentrado *ad libitum* durante todo o experimento. Do total de 8 animais por tratamento, 4 foram abatidos aos 59 dias de vida enquanto os outros 4 foram desmamados na mesma idade, sendo o leite trocado por feno de Coast-cross (*Cynodon spp.*) *ad libitum*. Esses foram posteriormente abatidos aos 87 dias de idade. Foram realizados ensaios de digestibilidade em 4 animais por tratamento nas idades médias de 17, 42 e 75 dias, para a estimativa do consumo de nutrientes digestíveis, sendo coletadas amostras de fezes e urina totais por 24 horas. Amostras de leite, concentrado e feno foram coletadas semanalmente. Aos abates, foram coletadas amostras de carcaça (CAR), composta dos componentes não carcaça (CNC) e calculados o peso de corpo vazio (PCVZ) de cada animal. As amostras de leite, concentrado, feno, fezes, CAR e CNC foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas (CZ). Do feno e concentrado foram quantificados os teores de fibra em detergente neutro (FDN). Nas amostras de urina, foi determinado o teor de nitrogênio total urinário (NTU) e a excreção de derivados de purina. As relações PCVZ sobre peso vivo (PV) e ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) sobre ganho de peso vivo (GPV) foram 0,886 e 0,838, respectivamente. As necessidades de proteína metabolizável para manutenção ( $PM_m$ ) foram de  $4,53 \text{ g/kg PV}^{0,75}/\text{dia}$ . A equação para estimativa da proteína líquida de ganho ( $PL_g$ ) foi:  $PL_g \text{ (g/kg/GPCVZ)} = 177,79 \times PCVZ^{-0,0608}$ . A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho ( $k$ ) foi 0,71. Conclui-se que as exigências de proteína metabolizável para manutenção de bezerros da raça Holandesa são  $4,53 \text{ g/kg PV}^{0,75}$ . As exigências líquidas de proteína para ganho podem ser obtidas pela

equação:  $PL_g \text{ (g/kg/GPCVZ)} = 177,79 \times PCVZ^{-0,0608}$ . A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho é de 71,39%.

**Palavras-chave:** eficiência de retenção, ganho, manutenção, proteína metabolizável

## Protein requirements of Holstein young calves

**Abstract** - The aim was to estimate the nutritional protein requirements for maintenance and growth of Holstein calves from birth to 87 days old. Forty-two male Holstein calves with 3 days old and  $35.56 \pm 5.86$  kg of initial body weight were used. Ten calves were randomly slaughtered on the 4th day old to compose the reference group. The other thirty two calves were assigned to 4 treatments (2; 4; 6; 8 kg/day of milk). All animals were fed starter *ad libitum* throughout the experiment. From eight animals per treatment, four were slaughtered at 59 days old while the other four were weaned at the same age, and milk exchanged for Coast-cross (*Cynodon* spp.) hay *ad libitum*, they were slaughtered at 87 days of age. Digestibility assays were performed in the average ages of 17, 42 and 75 days in four animals per treatment, to estimate the digestible nutrients, when feces and urine samples were collected for 24 hours. Milk, starter and hay samples were collected weekly. At slaughter, were collected carcass (CAR), composite of non-carcass components (CNC) samples and the empty body weight (EBW) was obtained of each animal. Milk, starter, hay, feces, CNC and CAR were evaluated for dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE) and ash (CZ). Hay and starter neutral detergent fiber (NDF) were assessed. From urine samples were calculated the total nitrogen content (NTU) and purine derivatives excretion. Empty body weight (EBW) on body weight (BW) and empty body weight gain (EBWG) on weight gain (WG) relations were 0.886 and 0.8375, respectively. Metabolizable protein requirements for maintenance (MPm) of calves were 4.53 g/kg  $BW^{0.75}$ /day. The equation to estimate the net protein requirement for gain (NP<sub>g</sub>) was:  $PL_g$  (g/kg/GPCVZ) =  $177,79 \times PCVZ^{-0,0608}$ . The efficiency of protein utilization for metabolizable gain (k) found was 0.7136. To calculate the metabolizable protein

requirements for gain, it divides the retained protein ( $NP_g$ ) by the k value. In conclusion, the metabolizable protein requirement for maintenance of Holstein calves is 4.53 g/kg  $PV^{0.75}$ . The net protein requirements for growth can be obtained by the equation:  $RP$  (g/day) =  $96.5121 \times 31.3086 \times EBWG + RE$ . The efficiency of protein utilization for growth is 71.39%.

**Key words:** efficiency of utilization, growth, maintenance, metabolizable protein

## Introdução

A utilização de modelos de predição das necessidades nutricionais de animais em crescimento varia de acordo com diferentes formas de deposição nas fases de vida do animal. Dessa forma, torna-se importante a segmentação de estudos em etapas da curva de crescimento, gerando dados mais consistentes e precisos. Na nutrição de animais jovens, destaca-se ainda, a variação decorrente de mudanças metabólicas e digestivas (Zanton & Heinrichs, 2008).

Pesquisas recentes vêm sendo desenvolvidas para a modelagem de necessidades nutricionais de bovinos em condições brasileiras. No entanto verifica-se maior avanço no âmbito da bovinocultura de corte (Valadares Filho et al., 2010), sendo escassos dados nacionais referentes a animais de genética leiteira (Carvalho et al., 2003; Nascimento et al., 2009).

Como consequência da escassez de informações, o balanceamento de dietas para bovinos leiteiros no Brasil baseia-se em estimativas de demandas nutricionais obtidas a partir de modelos sugeridos por conselhos internacionais (ARC, 1980; NRC, 2001). Esses sistemas não remetem condições brasileiras, considerando-se tanto o padrão genético, quanto alimentos e ambiente (Borges et al., 2007).

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 vivo metabólico e peso vivo, respectivamente, enquanto as perdas através do couro e pelos são desconsideradas, deixando clara a carência de dados referentes às exigências de proteína retida em diferentes níveis de ganho de peso.

O NRC (2000) para bovinos de corte calcula os requisitos de proteína para manutenção por meio da regressão linear do consumo de proteína metabolizável em função do ganho de peso, sendo requisito de proteína metabolizável o intercepto do modelo dividido pelo peso vivo metabólico médio dos animais (Wilkerson et al., 1993). A metodologia considera apenas dados de consumo, eficiências e desempenho dos animais, sendo caracterizada pelo menor número de parâmetros, havendo menos fontes de variação.

Diante da demanda por dados referentes às exigências nutricionais de animais jovens, objetivou-se estimar as exigências nutricionais de proteína para manutenção e crescimento de bezerros da raça Holandesa do nascimento aos 87 dias de idade.

### **Material e Métodos**

O trabalho foi conduzido na Unidade de Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (DZO-UFV), em Viçosa-MG, no período de agosto de 2011 a março de 2012. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética da instituição (protocolo nº 010/2012).

Foram utilizados 42 bezerros com grau de sangue superior a  $\frac{7}{8}$  Holandês-Zebu, não castrados, com peso corporal médio inicial de  $35,56 \pm 5,86$  kg e 3 dias de idade. Os animais foram adquiridos em propriedades rurais da região de Viçosa, sendo realizada a colostragem nas propriedades e entrada dos animais no experimento no quarto dia de vida. Todos os animais foram tratados no terceiro dia de idade contra endo e ectoparasitos (Dectomax®, 1 mL, Pfizer Saúde Animal) e suplementados com as vitaminas A, D e E (A-D-E, 5 mL, Pfizer saúde animal).

Do total de animais, dez compuseram de forma aleatória o grupo referência. Os outros 32 foram designados a quatro tratamentos, com oito repetições, alojados em

abrigos individuais, segundo delineamento inteiramente casualizado (DIC). Foram utilizados quatro tratamentos com 2, 4, 6 e 8 kg/kg/GPCVZ de leite integral (Tabela 1), fornecidos em duas refeições (6 e 15 horas) por meio de baldes. Em todos os tratamentos foi fornecido concentrado (Tabelas 1 e 2) *ad libitum*. Do total de 8 animais por tratamento, quatro foram abatidos aos 58 dias de idade e os outros quatro desmamados no 59º dia, sendo o leite trocado por feno de coast-cross (*Cynodon spp.*) (Tabela 1) *ad libitum*, posteriormente abatidos aos 87 dias de vida.

Tabela 1 - Composição média de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) do leite, concentrado e feno de Coast-cross.

Componente	Alimento		
	Leite	Concentrado	Feno
		g/kg matéria natural	
MS	124,3	861,6	871,2
		g/kg matéria seca	
PB	215,7	192,5	124,5
EE	257,0	15,1	11,8
CZ	59,2	26,6	110,6
FDN	-	133,2	728,1

As mensurações de consumo diário de feno e concentrado foram feitas na alimentação matinal. As sobras de leite foram computadas e a água foi renovada nos horários de fornecimento de leite.

Tabela 2 - Composição (g/kg de matéria seca) do concentrado experimental.

<b>Ingredientes</b>	<b>g/kg</b>
Farelo de Soja	324,86
Fubá de Milho	626,37
Farelo de Trigo	30,94
Fosfato Bicálcico	3,03
Calcário	11,23
Sal comum	2,37
Mistura Mineral <sup>1</sup>	1,21
<b>Total</b>	<b>1000,0</b>

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

Para avaliação da digestibilidade das dietas, foram realizadas coletas totais de 24 horas de fezes e urina (Barbosa et al., 2006) de 4 animais por tratamento, aos 17, 42 e 75 dias de vida. Foi utilizado o tempo de 24 horas em decorrência do stress causado aos animais e problemas relacionados à inflamação do umbigo dos mesmos. As amostras de fezes foram pesadas, homogeneizadas e uma amostra foi retirada. Cada amostra foi processada até à obtenção da amostra seca ao ar (ASA) segundo método INCT–CA G-001/1 descrito por Detmann et al. (2012), e moídas em moinho de facas (1 mm). Foram coletadas amostras do leite, concentrado e feno fornecido durante os ensaios de digestibilidade e semanalmente para as estimativas de consumo de nutrientes brutos e digestíveis por animal.

As amostras de urina foram coletadas por meio de funis coletores adaptados na região peniana acoplados a mangueiras que direcionavam a urina a reservatórios de polietileno mantidos em caixas de isopor com gelo, sendo o volume medido e pesado ao final de 24 horas, e coletadas duas alíquotas: 50 mL de amostra pura para a determinação da excreção de nitrogênio total urinário (NTU) pelo método INCT–CA

N-001/1 (Detmann et al., 2012) e 10 mL de amostra diluída em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036N, para a quantificação de alantoína e ácido úrico (Fujihara et al., 1987). A excreção total de derivados de purina foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina, expressas em mmol/dia.

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

$$PA = \frac{DP - 0,236 \times PV^{0,75}}{0,84}$$

onde: 0,84 é a recuperação de purinas absorvidas como DP na urina; 0,236 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).

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Nmic) foi calculada em função das purinas absorvidas (PA), através da equação (Chen & Gomes, 1992):

$$Nmic = \frac{70 \times PA}{0,83 \times 0,134 \times 1000}$$

onde: 70 é o conteúdo de N nas purinas (mg N/mol); 0,134 é a relação N purina: N total das bactérias (Valadares et al., 1999); 0,83 a digestibilidade intestinal das purinas microbianas; Nmic = síntese ruminal de compostos nitrogenados (g N/dia); PA = purinas absorvidas (mmol/dia). O valor de proteína bruta microbiana (PBmic; g/kg/GPCVZ) foi calculado multiplicando-se Nmic por 6,25.

Foram ajustadas regressões da síntese de PBmic em função da idade dos animais, consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) e consumo de nutrientes digestíveis totais oriundos do concentrado (CNDTc) segundo os modelo:

$$PBmic = \beta_0 + \beta_1 \times Idade + \beta_2 \times CNDT$$

$$PBmic = \beta_0 + \beta_1 \times Idade + \beta_2 \times CNDTc$$

em que: PBmic = síntese de proteína microbiana (g/kg/GPCVZ); Idade = idade em dias; CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais (kg/kg/GPCVZ); CNDT<sub>c</sub> = consumo de nutrientes digestíveis totais oriundos do concentrado (kg/kg/GPCVZ).

Para o cálculo da proteína degradável no rúmen (PDR), considerou-se a síntese de proteína bruta microbiana (PBmic) igual a PDR, desconsiderando perdas por amônia e reciclagem. Considerou-se também que a composição da PDR e proteína não degradável no rúmen (PNDR) era proporcional ao consumo de proteína oriunda do leite e concentrado na dieta do animal. Dessa forma, o cálculo de proteína microbiana verdadeiramente digestível (PBmic<sub>vd</sub>) foi realizado através da equação:

$$Pmic_{vd} = 0,64 \times PDR$$

em que: 0,64 é o fator considerando que 80% da proteína microbiana é verdadeira e 80% é a sua digestibilidade intestinal (NRC, 2001); PDR = proteína degradável no rúmen ou proteína microbiana (g/kg/GPCVZ).

A PNDR foi calculada como PB menos PDR, sendo o cálculo de proteína não degradável no rúmen digestível realizado de acordo com a equação:

$$PNDRd = (PNDR \times 0,93 \times PBL) + (PNDR \times 0,7 \times PBC)$$

em que: 0,93 é a digestibilidade da proteína do leite (NRC, 2001); 0,7 é a digestibilidade do concentrado para bezerros (NRC, 2001); PBL = proporção da proteína bruta oriunda do leite na dieta total; PBC = proporção da proteína bruta oriunda do concentrado na dieta total.

O cálculo da proteína metabolizável (Pmet) se deu pela soma da PBmic<sub>vd</sub> e PNDRd. A soma do consumo de proteína metabolizável foi feita para cada intervalo de quatro semanas (4 a 31; 32 a 59; 60 a 87 dias), considerando-se as respectivas proporções de proteína bruta oriunda do leite e concentrado em cada período. No

período de 60 a 87 dias, considerou-se a mesma digestibilidade da proteína do concentrado para o feno.

Os abates foram realizados com insensibilização através de concussão cerebral e posterior secção da jugular até o total sangramento. Após o abate, cada animal foi separado em: carcaças, sangue, couro, órgãos, cabeça, membros e trato gastrointestinal (TGI), todos pesados individualmente, sendo o TGI limpo para que todos somados retornassem o peso de corpo vazio do animal (PCVZ).

As carcaças foram divididas em duas metades, sendo posteriormente resfriadas a 4°C por aproximadamente 24 horas. Após o período de resfriamento, todas as meias carcaças direitas foram trituradas e moídas em moinho industrial até a homogeneização e amostragem.

Os componentes não carcaça (sangue, couro, cabeça, membros, órgãos e trato gastrointestinal limpo) foram pesados e amostrados individualmente, sendo posteriormente constituída uma amostra composta proporcional, moída em triturador industrial até homogeneização e amostragem. A soma dos componentes não carcaça e carcaça constituíram então o PCVZ do animal.

As amostras de concentrado, feno, sobras e fezes tiveram o tamanho de partícula reduzido em moinho tipo faca com peneira de 1 mm. Essas foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca definitiva (MS), segundo método INCT-CA G-003/1, cinzas (CZ) segundo método INCT-CA M-001/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT-CA N-001/1, fibra em detergente neutro (FDN) segundo método INCT-CA F-001/1 e extrato etéreo (EE) segundo método INCT-CA G-004/1 (Detmann et al., 2012).

As amostras de carcaça, componentes não carcaça e leite foram liofilizadas por 72 horas para quantificação da matéria seca ao ar (ASA) segundo método INCT-CA

G-002/1, as quais posteriormente tiveram o tamanho de partícula reduzido em moinho tipo faca com peneira de 2 mm. Foram calculados os teores de matéria seca (MS) segundo o método INCT-CA G-003/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT-CA N-001/1 e cinzas (CZ) segundo método INCT-CA M-001/1 e extrato etéreo (EE) segundo método INCT-CA G-004/1 (Detmann et al., 2012).

O conteúdo de energia corporal foi obtido a partir dos teores corporais de proteína, gordura e carboidratos, e seus respectivos equivalentes calóricos (NRC 2001):

$$CE = 5,6 \times PB + 9,4 \times EE + 4,2 \times CHO,$$

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

Para a conversão do peso vivo (PV) em peso de corpo vazio (PCVZ), foram calculadas as relações entre o PCVZ e o PV dos 32 animais submetidos aos tratamentos. A estimativa do PCVZ inicial (PCVZi) foi feita utilizando-se os dados dos 10 animais do grupo referência (Tabela 3). Para a conversão do ganho de peso vivo (GPV) em ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), utilizou-se a média das relações GPCVZ/GPV. Utilizando-se dos dados obtidos a partir dos animais referência, foram geradas equações de regressão (Tabela 3) para a estimativa da composição do PCVZi de cada animal.

Tabela 3 - Equações de predição do peso de corpo vazio inicial (PCVZi) e sua composição de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ) e

água (H<sub>2</sub>O) em dg/kg de PCVZi de bezerros da raça Holandesa em função do peso vivo aos 4 dias de idade.

Componente	Equação	r <sup>2</sup>
PCVZi	$\hat{Y} = 0,972 \times PVi$	0,9787
PB	$\hat{Y} = 0,137 + 0,0007 \times PCVZi$	0,1582
EE	$\hat{Y} = 0,013 + 0,0008 \times PCVZi$	0,2489
CZ	$\hat{Y} = 0,021 + 0,0006 \times PCVZi$	0,4224
H <sub>2</sub> O	$\hat{Y} = 0,807 - 0,0023 \times PCVZi$	0,5756

$\hat{Y}$  = componente em dg/kg do PCVZi

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

$$CPmet = \beta_0 + \beta_1 \times GPCVZ$$

em que: CPmet = consumo de proteína metabolizável (g/kg/GPCVZ); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/kg/GPCVZ); “ $\beta_0$ ” e “ $\beta_1$ ” são parâmetros da regressão. A divisão do intercepto da regressão pelo peso vivo metabólico médio ( $PVm^{0,75}$ ) dos animais estima os requisitos de proteína metabolizável para manutenção ( $PM_m$ ):

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

em que:  $PM_m$  = exigência de proteína metabolizável pra manutenção (g/kgPV<sup>0,75</sup>/dia);  $\beta_0$  = intercepto da equação  $CPmet = \beta_0 + \beta_1 \times GPCVZ$ ;  $PVm^{0,75}$  = peso vivo metabólico médio (kg).

Foram estimados os parâmetros da equação do conteúdo de proteína no corpo de todos os animais, inclusive referências, (PBC) em função do peso de corpo vazio (PCVZ dos mesmos, conforme o modelo alométrico:

$$PBC = a \times PCVZ^b$$

onde: PBC = conteúdo de proteína bruta corporal (g); PCVZ = peso de corpo vazio dos animais (kg); “a” e “b” são parâmetros da regressão.

A partir dos parâmetros estimados na regressão acima, os requisitos líquidos de proteína por quilo de ganho de peso de corpo vazio foram estimados pela derivada da equação, segundo o modelo:

$$PL_g = a \times b \times PCVZ^{b-1}$$

onde:  $PL_g$  = proteína líquida de ganho (g/kg GPCVZ/dia); PCVZ = peso de corpo vazio (kg); “a” e “b” são parâmetros do modelo.

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

$$PR = \beta_0 + \beta_1 \times CPmet$$

em que: PR = proteína retida (g/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia); CPmet = consumo de proteína metabolizável (g/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia); “ $\beta_0$ ” e “ $\beta_1$ ” são parâmetros da regressão, de modo que “ $\beta_1$ ” é interpretado como a eficiência de utilização 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:  $PM_g$  = proteína metabolizável para ganho (g/kg/GPCVZ); PR = proteína retida (g/kg/GPCVZ); k = eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho ou “ $\beta_1$ ” da regressão  $PR = \beta_0 + \beta_1 \times CP_{met}$ .

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. Foram excluídos dados inconsistentes e considerados *outliers*, os quais apresentaram valores com distância superior a dois desvios padrão em relação ao valor estimado.

## Resultados e Discussão

A equação obtida pela relação entre o peso de corpo vazio (PCVZ) e o peso vivo (PV) dos animais foi:  $PCVZ = 0,886 \pm 0,01221 \times PV$ , onde: PCVZ = peso de corpo vazio e PV = peso vivo, ambos em kg. A relação entre GPCVZ em função do GPV se dá por:  $GPCVZ = 0,8375_{\pm 0,0462} \times GPV$ , em que: GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio e GPV = ganho de peso vivo, ambos em kg/kg/GPCVZ.

A equação de estimativa da síntese de proteína bruta microbiana (PBmic) foi realizada de acordo com a idade do animal, pois os parâmetros CNDT (P=0,3720) e CNDTc (P=0,7809) não foram significativos, resultando em:  $PBmic = 7,553 + 0,702 \times PV$ , (P=0,0218) onde: PBmic = proteína microbiana (g/dia); PV = Peso vivo (kg) (Figura 1).

Observa-se o crescimento da síntese de proteína microbiana de acordo com o peso do animal. O funcionamento da goteira esofágica pode ter limitado a entrada de energia oriunda do leite no rúmen (Drackley, 2008), a qual representa grande parte da energia total, não havendo relação entre os consumos de energia e síntese de proteína microbiana. O pleno desenvolvimento ruminal, e conseqüente maior

permanência de alimento no rúmen com o avançar da idade e peso dos animais pode justificar o resultado observado (Figura 1).

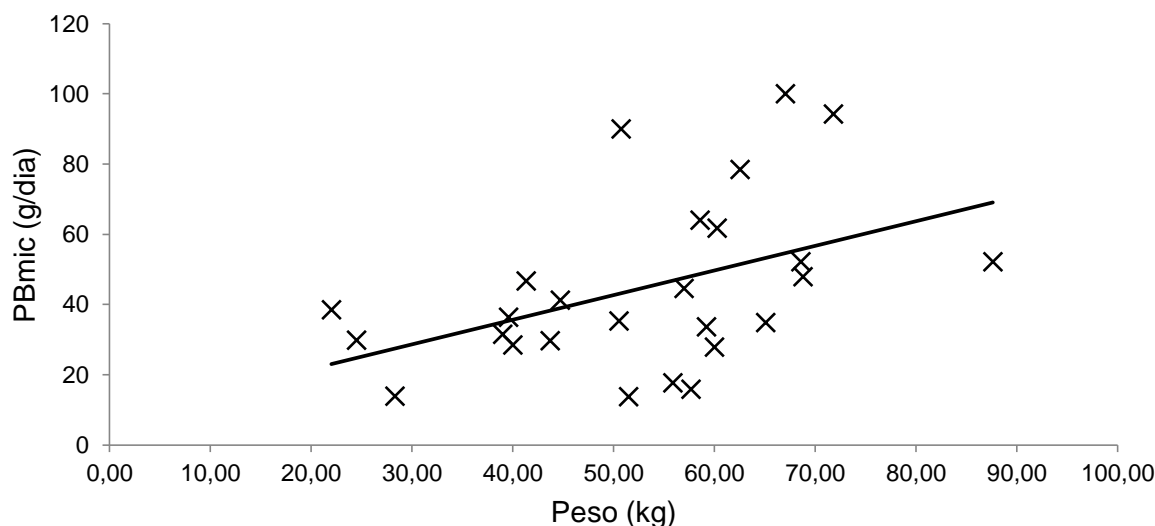


Figura 1 – Regressão da síntese de proteína bruta microbiana (PBmic) em função da idade de (dias) bezerros da raça Holandesa  $\hat{Y} = 7,533 + 0,702 \times PV$  ( $r^2=0,2004$ ;  $n=26$ ).

O resultado da avaliação do consumo de proteína metabolizável (CPmet) em função do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) foi:  $CPmet = 87,187_{\pm 9,6872} + 181,66_{\pm 23,2602} \times GPCVZ$  (Figura 2). Observa-se o intercepto, que dividido pelo peso vivo metabólico médio ( $PV_m^{0,75}$ ) dos animais (19,23 kg), resultou na estimativa de exigência de proteína metabolizável para manutenção ( $PM_m$ ) de 4,53 g/kg  $PV^{0,75}$ . O resultado encontrado é superior aos valores 3,80 e 3,81 g/kg encontrados por Wilkerson et al. (1993) e Marcondes et al. (2010), respectivamente, através da mesma metodologia.

Os resultados superiores provavelmente se devem à maior deposição de proteína em animais jovens em relação aos utilizados nos estudos citados,

considerando-se o maior desenvolvimento de órgãos e vísceras no início da vida e maior deposição de gordura na terminação de bovinos adultos. Outro fator seria o maior *turnover* proteico, que é positivamente correlacionado com maiores taxas de crescimento (Liu et al., 1995), a qual é superior em animais recém nascidos.

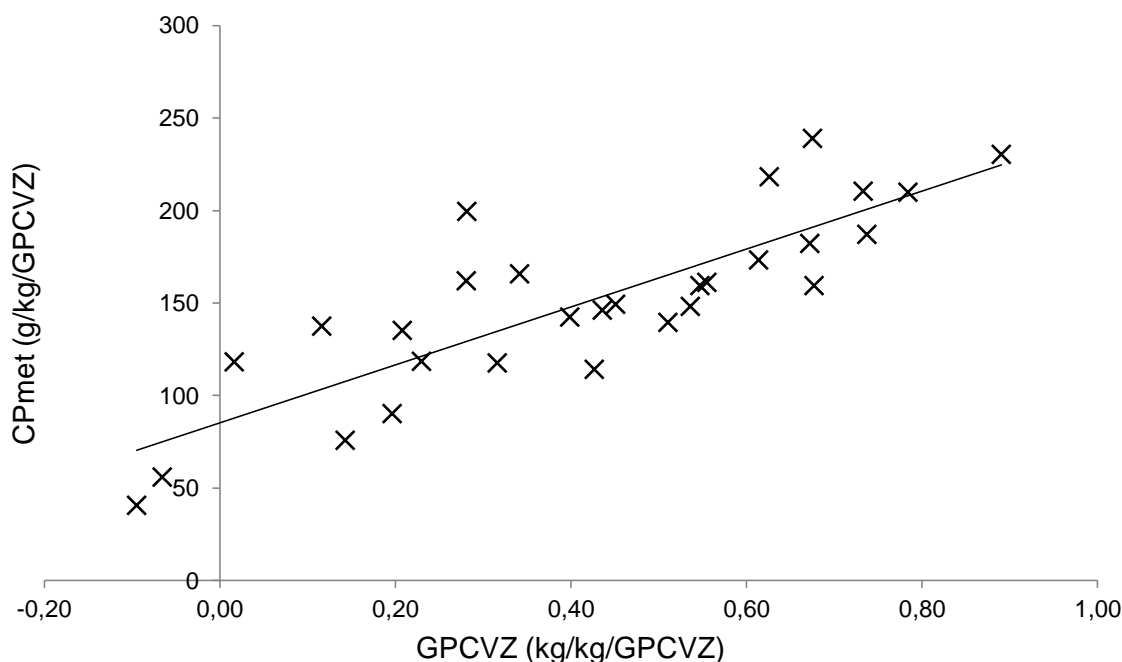


Figura 2 – Regressão do consumo de proteína metabolizável (CPmet) em função do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) de bezerros da raça Holandesa  $\hat{Y} = 87,1866 + 181,66 \times GPCVZ$  ( $R^2=0,6932$ ;  $n=28$ ).

Para comparação das estimativas do NRC (2001) com o resultado proposto no presente trabalho, utilizou-se como exemplo um animal de 40 kg de PV. Segundo o NRC (2001), o requisito de proteína aparentemente digestível (PAD) para manutenção é de 25 g/kg/GPCVZ, o que pode ser suprido por 0,84 kg de leite (32 g PB/kg de leite; 93% de digestibilidade). Utilizando-se a estimativa gerada no presente trabalho, calculou-se o requisito de manutenção para o animal de 40 kg da seguinte forma:

$$PM_m (g/dia) = 4,53 \times 40^{0,75} = 72,05 \text{ gramas/dia}$$

Considerando-se a digestibilidade do leite de 93% (NRC, 2001), estima-se que 2,42 litros de leite suprem o requisito calculado. Observa-se a diferença entre as duas estimativas, que se mantêm em maiores pesos (Figura 3).

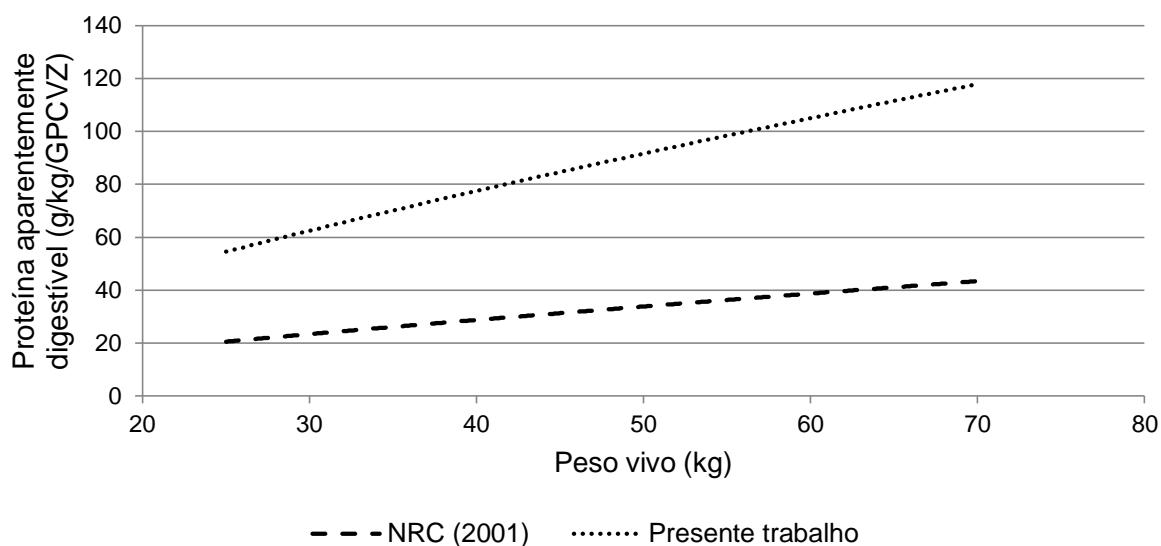


Figura 3 - Proteína aparentemente digestível (PAD) para manutenção de bezerros da raça Holandesa estimada pelo NRC (2001) ou dados gerados no presente trabalho.

O NRC (2001) estima as exigências de proteína para manutenção de bezerros pelo método fatorial (Blaxter & Mitchell, 1948). O modelo não considera perdas por pêlos, as quais podem ser consideráveis em animais pequenos, de modo que o couro é expressivamente representativo no peso vivo e o crescimento de pelos é intenso. Outra possível limitação é a presença do consumo de matéria seca (CMS) para estimativa das perdas de nitrogênio metabólico fecal. Os dados de CMS para animais jovens são escassos, e o sistema propõe CMS suficiente para suprir as demandas energéticas com dietas de relação concentrado:sucedâneo de 60:40. O CMS proposto pelo NRC (2001) para o animal de 40 kg citado anteriormente é de 0,4 kg, valor que representa aproximadamente 1,28 kg de leite (125 g MS/kg) e 0,27 kg de concentrado

(890 g MS/kg), sendo um consumo baixo de leite, que pode subestimar as perdas fecais de nitrogênio.

A estimativa da energia retida (ER) baseada no PCVZ<sup>0,75</sup> e GPCVZ resultou em:  $ER = 0,0931_{\pm 0,0126} \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,4539_{\pm 0,2233}}$ , em que: ER = energia retida (Mcal/kg 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/kg/GPCVZ).

O modelo alométrico, do conteúdo corporal de proteína (CPB; g) em função do peso de corpo vazio (PCVZ; kg) dos animais, obtido foi:

$$CPB = 189,3_{\pm 33,8959} \times PCVZ^{0,9392_{\pm 0,0428}}$$

A derivada da equação estima os requisitos líquidos de proteína (PL<sub>g</sub>; g/kg/GPCVZ) para um quilo de ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ):

$$PL_g = 177,79 \times PCVZ^{-0,0608}$$

No sistema NRC (2001), a estimativa de requisitos de ganho é linear, baseada no valor fixo de 30 g de nitrogênio retido por kg de ganho de peso vivo, que é 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). O modelo proposto neste estudo é mais consistente biologicamente, pois considera diferentes valores de retenção de nitrogênio de acordo com o PCVZ do animal.

Relacionando-se a proteína retida (PR) em função do consumo de proteína metabolizável (CP<sub>met</sub>), obteve-se a equação (Figura 4):  $PR = -3,5442_{\pm 1,2024} + 0,7139_{\pm 0,1435} \times CP_{met}$ , em que: 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). A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (k) foi de 71,39%. O valor observado é superior aos valores 66,00; 50,18 e 42,07 encontrados na literatura para bovinos de corte

acima de 150 kg (Zinn & Owens, 1983; Marcondes et al., 2009; Gionbelli et al., 2010). Bartlett et al. (2006) encontraram valores semelhantes na relação proteína retida:proteína aparentemente digestível para ganho, variando entre 70,6 e 85,6%, aumentando com a diminuição dos níveis de proteína na dieta de bezerros até os 49 dias de idade.

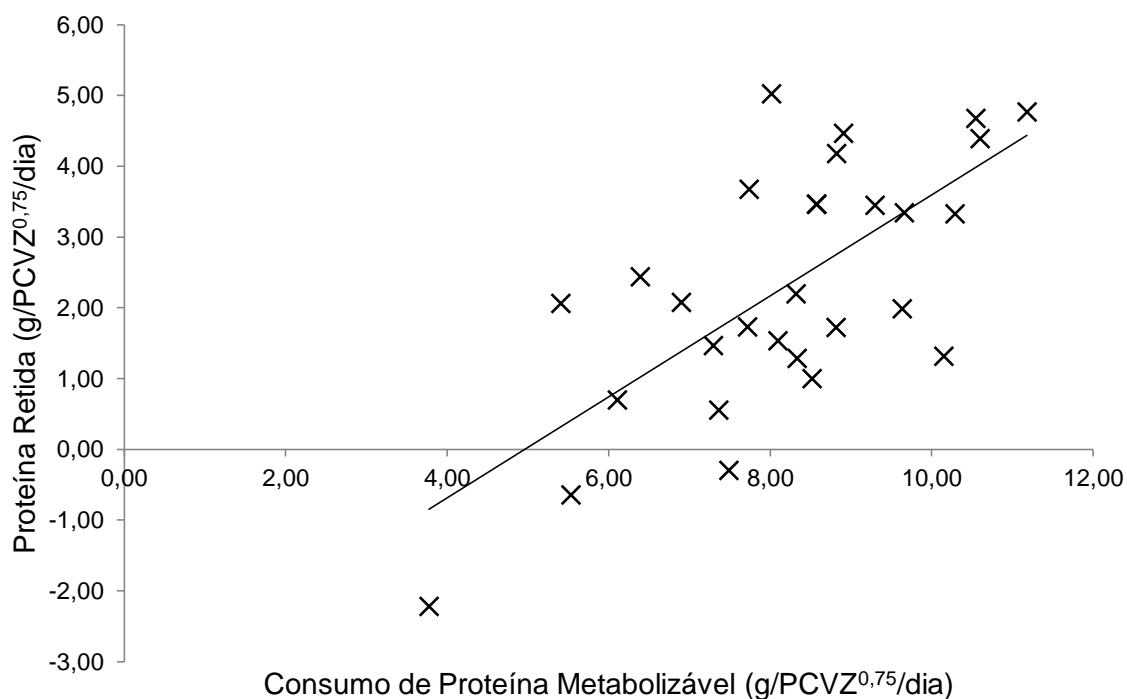


Figura 4 - Relação entre a proteína retida (PR) e o consumo de proteína metabolizável (CPmet) de bezerros da raça Holandesa  $\hat{Y} = -3,5442 + 0,7139 \times CPmet$  ( $R^2=0,4782$ ).

De acordo com Oldham (1987), a eficiência de uso da proteína metabolizável é baseada no valor biológico da proteína, sendo fortemente influenciado pela qualidade da fonte proteica. A maior eficiência observada pode estar relacionada com a proximidade do perfil aminoacídico da proteína metabolizável com a proteína

depositada no GPCVZ, consequência da presença do leite nas dietas. Além disso, animais mais leves depositam proteína com mais eficiência (Ainslie et al., 1993).

Os requisitos totais de proteína metabolizável para manutenção e ganho para animais de diferentes ganhos e pesos corporais encontram-se na (Tabela 4).

Tabela 4 - Exigências de proteína metabolizável de bezerros da raça Holandesa de diferentes pesos e ganhos de peso vivo (GPV).

GPV (kg/kg/GPCV Z)	Peso vivo (kg)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
	Proteína metabolizável (g/kg/GPCVZ)							
0	62,44	77,47	91,59	105,0	117,8	130,3	142,3	154,0
				1	8	0	3	3
0,2	88,64	104,5	119,4	133,6	147,2	160,3	173,0	185,4
		3	5	4	4	7	8	5
0,4	117,4	134,8	151,1	166,6	181,5	195,9	209,8	223,3
	7	6	7	9	7	2	4	7
0,6	147,9	167,2	185,3	202,5	218,9	234,9	250,3	265,3
	5	1	0	0	9	0	2	2
0,8	179,7	201,1	221,3	240,4	258,8	276,5	293,7	310,4
	2	8	3	9	7	9	7	8

### Conclusões

As exigências de proteína metabolizável para manutenção de bezerros da raça Holandesa são  $4,53 \text{ g/kg PV}^{0,75}$ . As exigências líquidas de proteína para ganho podem ser obtidas pela equação:  $PL_g \text{ (g/kg/GPCVZ)} = 177,79 \times \text{PCVZ}^{-0,0608}$ . A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho é igual a 71,39%.

## Referências Bibliográficas

- AINSLIE, S.J.; FOX, D.G.; PERRY, T.C.; KETCHEN, D.J.; BARRY, M.C. Predicting amino acid adequacy of diets fed to Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1312-1319, 1993.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. London: 1980. 351p.
- 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.
- 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 feeding rates. **Journal of Animal Science**, v.84, p.1454-1467, 2006.
- BLAXTER, K.L.; MITCHELL, H.H. The factorization of the protein requirements of ruminants and of the protein value 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.; 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.
- DRACKLEY, J. K. Calf nutrition from birth to breeding. **Veterinary Clinics Food Animal**, v. 24, p. 55-86, 2008.
- 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**. 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.
- 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.
- GIONBELLI, M.P. **Desempenho produtivo e exigências nutricionais de fêmeas nelore em crescimento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 106p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- 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.; 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.; 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.
- NASCIMENTO, N.V.P.; SILVA, F.F.; VELOSO, M.C.; 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.
- NATIONAL RESEARCH CONCIL- NRC. 2000. **Nutrients requirements of beef cattle**. Revised 7 ed. Washington, D.C. National Academy Press, 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 2001. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C. 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 derivatives in cows: endogenous contribution and recovery of exogenous purine bases. **Livestock Production Science**, v.68, p.243-250, 2001.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT(r) 9.2 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc.,2008. 7857p.
- 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.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.; VALADARES FILHO, S.C.; CLAYTON, M.K. Effect of replacing alfalfa of silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2686-2696, 1999.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE**. 2 ed. Viçosa: DZO-UFV, 2010.
- 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.
- ZANTON, G.I.; HENRICHS, A.J. Analysis of nitrogen utilization in growing dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.1519-1533, 2008.
- 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.

## CAPÍTULO 2

### Exigências nutricionais de macro minerais de bezerros da raça Holandesa

**Resumo** - Objetivou-se estimar as exigências de minerais para manutenção e crescimento de bezerros da raça Holandesa, do nascimento até os 87 dias de idade. Foram utilizados 42 bezerros da raça Holandesa, não castrados, com peso vivo inicial de  $35.56 \pm 5.86$  kg e 3 dias de idade. Aleatoriamente, dez animais foram abatidos no 4º dia de vida para compor o grupo referência e os outros 32 foram distribuídos em 4 tratamentos que consistiram em 2; 4; 6 e 8 kg/kg/GPCVZ de leite. Todos os animais receberam concentrado *ad libitum* durante todo o experimento. Do total de 8 animais por tratamento, 4 foram abatidos aos 59 dias de vida enquanto os outros 4 foram desmamados na mesma idade, sendo o leite trocado por feno de Coast-cross (*Cynodon spp.*) *ad libitum*, estes foram abatidos aos 87 dias de idade. Amostras de leite, concentrado e feno foram coletadas semanalmente. Aos abates, foram coletadas amostras de carcaça (CAR), componentes não carcaça (CNC) e calculados o peso de corpo vazio (PCVZ) de cada animal. As amostras de leite, feno, concentrado, CAR e CNC, foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ) e dos minerais cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), potássio (K) e magnésio (Mg). As relações do peso de corpo vazio (PCVZ) sobre peso vivo (PV) e ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) sobre ganho de peso vivo (GPV) foram 0,886 e 0,838, respectivamente. Os valores de requisitos líquidos de minerais para manutenção foram: 89,74; 20,80; 4,361; 2,211; 1,014 mg/kg PCVZ/dia de Ca, P, Na, K e Mg, respectivamente. As eficiências de retenção (ER) foram: 88,16; 47,25; 27,40; 8,82 e 5,24% para Ca, P, Na, K e Mg, respectivamente. As equações de estimativa da exigência líquida de ganho de cada mineral foram:  $Ca_g$  (g/kg/GPCVZ) =

$23214 \times \text{PCVZ}^{-0,3856}$ ;  $\text{P}_g$  (g/kg/GPCVZ) =  $9561,03 \times \text{PCVZ}^{-0,2773}$ ;  $\text{Na}_g$  (g/kg/GPCVZ) =  $2441,89 \times \text{PCVZ}^{-2428}$ ;  $\text{K}_g$  (g/kg/GPCVZ) =  $771,89 \times \text{PCVZ}^{-0,0422}$ ;  $\text{Mg}_g$  (g/kg/GPCVZ) =  $519,01 \times \text{PCVZ}^{-0,1893}$ ; em mg/kg PCVZ/dia. Os requisitos de minerais para ganho e manutenção de bezerros da raça Holandesa do nascimento até os 87 dias de idade podem ser calculados em função do peso de corpo vazio (PCVZ) e ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) através das equações propostas.

**Palavras-chave:** eficiência de retenção, ganho, manutenção

## Macrominerals requirements of Holstein young calves

**Abstract** - The aim was to estimate the macro minerals requirements of maintenance and growth of Holstein calves from birth to 87 days old. Forty-two male Holstein calves with 3 days old and  $35.56 \pm 5.86$  kg of initial body weight were used. Ten calves were randomly slaughtered on the 4th day old to compose the reference group. The other thirty two calves were assigned to 4 treatments (2; 4; 6; 8 kg/day of milk). All animals were fed starter *ad libitum* throughout the experiment. From eight animals per treatment, four were slaughtered at 59 days old while the other four were weaned at the same age, and milk exchanged for Coast-cross (*Cynodon* spp.) hay *ad libitum*, they were slaughtered at 87 days of age. Digestibility assays were performed in the average ages of 17, 42 and 75 days in four animals per treatment, to estimate the digestible nutrients, when feces and urine samples were collected for 24 hours. Milk, starter and hay samples were collected weekly. At slaughter, were collected carcass (CAR) and a composite of non-carcass components (CNC) samples of each animal. Milk, feces, CNC and CAR were evaluated for dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE) and ash (CZ). Hay and starter were also assessed for the previous items more neutral detergent fiber (NDF). Milk, hay, starter, CAR and CNC minerals levels were analyzed for calcium (Ca), phosphorus (P), sodium (Na), potassium (K) and magnesium (Mg). Empty body weight (EBW) on body weight (BW) and empty body weight gain (EBWG) on weight gain (WG) relations were 0.886 and 0.8375, respectively. The net mineral requirements for maintenance were: 89.7451, 20.805, 4.3605, 2.2105, 1.0143 mg/kg EBW/day of Ca, P, Na, K and Mg, respectively. The retention efficiencies (RE) were: 0.8816, 0.4725, 0.274, 0.08821, 0.05236 for Ca, P, Na, K and Mg, respectively. The minerals net requirements for gain were: Ca<sub>g</sub>

$(\text{g/kg/GPCVZ}) = 23214 \times \text{PCVZ}^{-0,3856}$ ;  $\text{P}_g (\text{g/kg/GPCVZ}) = 9561,03 \times \text{PCVZ}^{-0,2773}$ ;  $\text{Na}_g (\text{g/kg/GPCVZ}) = 2441,89 \times \text{PCVZ}^{-2428}$ ;  $\text{K}_g (\text{g/kg/GPCVZ}) = 771,89 \times \text{PCVZ}^{-0,0422}$ ;  $\text{Mg}_g (\text{g/kg/GPCVZ}) = 519,01 \times \text{PCVZ}^{-0,1893}$ ; mg/kg EBWG/day for Ca, P, Na, K e MG, respectively. Dietary requirement of each mineral is given by the sum of net requirements for maintenance and gain divided by its respective retention efficiency. In conclusion, the mineral requirements for maintenance and growth of Holstein calves from birth to 87 days of age can be calculated as a function of empty body weight (EBW) and gain of empty body weight (EBW), using the proposed equations.

**Keywords:** growth, maintenance, retention efficiency

## Introdução

A utilização de modelos de predição das necessidades nutricionais de animais em crescimento varia de acordo com diferentes formas de deposição nas fases de vida do animal. Dessa forma torna-se importante a segmentação de estudos em etapas da curva de crescimento, gerando dados mais consistentes e precisos. Na nutrição de animais jovens, destaca-se ainda, a variação decorrente de mudanças metabólicas e digestivas (Zanton & Heinrichs, 2008).

Pesquisas recentes vêm sendo desenvolvidas para a modelagem de necessidades nutricionais de bovinos em condições brasileiras. No entanto verifica-se maior avanço no âmbito da bovinocultura de corte (Valadares Filho et al., 2010), sendo escassos dados nacionais referentes a animais de genética leiteira (Carvalho et al., 2003; Nascimento et al., 2009).

Como consequência da escassez de informações, o balanceamento de dietas para bovinos leiteiros no Brasil baseia-se em estimativas de demandas nutricionais obtidas a partir de modelos sugeridos por conselhos internacionais (ARC, 1980; AFRC, 1991; NRC, 2001). Esses sistemas não remetem condições brasileiras, considerando-se tanto o padrão genético, quanto alimentos e ambiente (Borges et al., 2007).

Nos últimos anos, poucas foram as tentativas rigorosas para definir as necessidades de minerais de bovinos por meio de ensaios alimentares, sendo ainda necessária a utilização de métodos fatoriais imprecisos para a predição dos requisitos nutricionais desses nutrientes, sendo que essas estimativas têm variado consideravelmente (Suttle, 2010).

O NRC (2001) faz uso de recomendações fixas de teores de minerais para bezerros jovens, capazes de suprir suas demandas nos alimentos, como por exemplo,

1,0 e 0,7% de cálcio no sucedâneo e concentrado, respectivamente. No entanto as estimativas para essas recomendações partiram de pesquisas realizadas com animais de diversas idades e estados fisiológicos (Visek et al., 1953; Hansard et al., 1954; Hansard et al., 1957; Hansard et al., 1968; Gueguen et al., 1989; ARC, 1980).

A utilização de valores fixos pode ocasionar o não atendimento das demandas ou o excesso de minerais na dieta, sendo necessária a inclusão de parâmetros como o peso do animal e o desempenho na modelagem de demandas por minerais para bezerros.

Tendo em vista a demanda por informações referentes aos requisitos de minerais para animais jovens, objetivou-se estimar as exigências nutricionais de macro minerais para manutenção e crescimento de bezerros da raça Holandesa do nascimento até os 87 dias de idade.

### **Material e Métodos**

O trabalho foi conduzido na Unidade de Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (DZO-UFV), em Viçosa-MG, no período de agosto de 2011 a março de 2012. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética da instituição (protocolo nº 010/2012).

Foram utilizados 42 bezerros com grau de sangue superior a  $\frac{7}{8}$  Holandês-Zebu, inteiros, com peso corporal médio inicial de 35,56  $\pm$  5,86 kg e 3 dias de idade. Os animais foram adquiridos em propriedades rurais da região de Viçosa, sendo realizada a colostragem nas propriedades e entrada dos animais no experimento no quarto dia de vida. Todos os animais foram tratados no terceiro dia de idade contra endo e ectoparasitos (Dectomax®, 1 mL, Pfizer Saúde Animal) e suplementados com as vitaminas A, D e E (A-D-E, 5 mL, Pfizer saúde animal).

Do total de animais, dez compuseram de forma aleatória o grupo referência. Os outros 32 foram designados em oito repetições, alojados em abrigos individuais, segundo delineamento inteiramente casualizado (DIC). Foram utilizados quatro tratamentos com 2, 4, 6 e 8 kg/kg/GPCVZ de leite integral (Tabela 5) fornecido em duas refeições (6 e 15 horas) por meio de baldes. Em todos os tratamentos foi fornecido concentrado (Tabelas 5 e 6) *ad libitum*. Do total de 8 animais por tratamento, quatro foram abatidos aos 58 dias de idade e os outros quatro desmamados no 59º dia, sendo o leite trocado por feno de coast-cross (*Cynodon spp.*) (Tabela 5) *ad libitum*, posteriormente abatidos aos 87 dias de vida.

As mensurações de consumo diário de feno e concentrado foram feitas na alimentação matinal. As sobras de leite foram computadas e a água foi renovada nos horários de fornecimento de leite.

As amostras de leite foram liofilizadas por 72 horas para quantificação da matéria seca ao ar (ASA) segundo método INCT-CA G-002/1. As amostras de leite, concentrado e feno tiveram o tamanho de partícula reduzido em moinho faca com peneira de 1 mm. Essas foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca definitiva (MS), segundo método INCT-CA G-003/1, cinzas (CZ) segundo método INCT-CA M-001/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT-CA N-001/1, fibra em detergente neutro (FDN) segundo método INCT-CA F-001/1 e extrato etéreo (EE) segundo método INCT-CA G-004/1 (Detmann et al., 2012).

Tabela 5 - Composição média de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), potássio (K) e magnésio (Mg) do leite, concentrado e feno de Coast-cross.

Componente	Alimento
------------	----------

	Leite	Concentrado	Feno
		g/kg matéria natural	
MS	124,3	861,6	871,2
		g/kg matéria seca	
PB	215,7	192,5	124,5
EE	257,0	15,1	11,8
CZ	59,2	26,6	110,6
FDN	-	133,2	728,1
Ca	8,1	5,7	3,6
P	7,5	4,6	2,5
Na	3,3	0,8	0,3
K	5,7	3,8	4,0
Mg	0,9	3,4	2,0

Tabela 6 – Composição (g/kg de matéria seca) do concentrado experimental.

Ingrediente	g/kg
Farelo de Soja	324,86
Fubá de Milho	626,37
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>	0,20
Total	1000,0

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

Os abates foram realizados com insensibilização através de concussão cerebral e posterior secção da jugular até o total sangramento. Após o abate, cada animal foi separado em: carcaças, sangue, couro, órgãos, cabeça, membros e trato gastrointestinal (TGI), todos pesados individualmente, sendo o TGI limpo para que todos somados retornassem o peso de corpo vazio do animal (PCVZ).

As carcaças foram divididas em duas metades, sendo posteriormente resfriadas a 4°C por aproximadamente 24 horas. Após o período de resfriamento, todas as meias carcaças direitas foram trituradas e moídas em moinho industrial até a homogeneização e amostragem.

Os componentes não carcaça (sangue, couro, cabeça, membros, órgãos e trato gastrointestinal limpo) foram pesados e amostrados individualmente, sendo posteriormente constituída uma amostra proporcional, moída em triturador 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 e leite foram liofilizadas por 72 horas para quantificação da matéria seca ao ar (ASA) segundo método INCT-CA G-002/1 (Detmann et al., 2012), as quais posteriormente tiveram o tamanho de partícula reduzido em moinho tipo faca com peneira de 2 mm. Essas foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca definitiva (MS), segundo método INCT-CA G-003/1, conforme descrito por Detmann et al. (2012).

As amostras de alimentos, carcaça e componentes não carcaça foram avaliadas quanto a composição mineral através do preparo da solução por digestão em ácido nitroperclórico, segundo método INCT-CA M-004/1. Após as devidas diluições, os teores de Ca, P, Na, K e Mg foram determinados por Espectroscopia de emissão ótica – Plasma (ICP-OES).

Para a conversão do peso vivo (PV) em peso de corpo vazio (PCVZ), foram calculadas as relações entre o PCVZ e o PV dos 32 animais submetidos aos tratamentos. A estimativa do PCVZ inicial (PCVZ<sub>i</sub>) foi feita utilizando-se os dados dos 10 animais do grupo referência. Para a conversão do ganho de peso vivo (GPV) em ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), utilizou-se a média das relações

GPCVZ/GPV. Utilizando-se os dados obtidos a partir dos animais referência, foram geradas equações de regressão para a estimativa da composição mineral do PCVZi de cada animal (Tabela 7).

Tabela 7 - Equações de predição do peso de corpo vazio inicial (PCVZi) e sua composição de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) em dg/kg de PCVZi de bezerros da raça Holandesa em função do peso vivo aos 4 dias de idade.

Componente	Equação	r <sup>2</sup>
PCVZi	$\hat{Y} = 0,9719 \times PVi$	0,9787
Ca	$\hat{Y} = 0,0016 + 0,0003 \times PCVZi$	0,4553
P	$\hat{Y} = 2 \times 10^{-5} + 0,0001 \times PCVZi$	0,5428
Na	$\hat{Y} = 0,0011 + 9 \times 10^{-6} \times PCVZi$	0,0760
K	$\hat{Y} = 0,0002 + 1 \times 10^{-5} \times PCVZi$	0,3735
Mg	$\hat{Y} = 5 \times 10^{-5} + 9 \times 10^{-6} \times PCVZi$	0,5186

Os minerais retidos (MR) foram calculados pela diferença quantidade do mineral no PCVZi e no PCVZ ao abate.

Os requisitos dos minerais para manutenção foram calculados pela regressão do mineral retido em função do ingerido por kg de PCVZ:

$$MR = \beta_0 + \beta_1 \times MI,$$

em que: MR = minerais retidos (g/kg PCVZ/dia); MI = minerais ingeridos (g/kg PCVZ/dia); “ $\beta_0$ ” e “ $\beta_1$ ” são parâmetros da regressão, de modo que “ $\beta_0$ ” é interpretado como exigência líquida de manutenção (EL<sub>m</sub>; g/kg PCVZ/dia) e “ $\beta_1$ ” como eficiência de retenção (ER).

Para o cálculo dos requisitos de minerais para ganho, foram estimados os parâmetros da equação do conteúdo de cada mineral no corpo dos animais (CM) em função do peso de corpo vazio (PCVZ) dos mesmos, conforme o modelo alométrico:

$$CM = a \times PCVZ^b$$

onde: CM = conteúdo corporal do mineral (mg); PCVZ = peso de corpo vazio dos animais (kg); “a” e “b” são parâmetros da regressão.

A partir dos parâmetros estimados na regressão acima, os requisitos líquidos de proteína por quilo de ganho de peso de corpo vazio foram estimados pela derivada da equação, segundo o modelo:

$$ML_g = a \times b \times PCVZ^{b-1}$$

Onde:  $ML_g$  = requisito líquido do mineral para ganho (mg/kg GPCVZ/dia); PCVZ = peso de corpo vazio do animal (kg).

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. Foram excluídos dados inconsistentes e considerados *outliers*, os quais apresentaram valores com distância superior a dois desvios padrão em relação ao valor estimado.

## Resultados e Discussão

A equação obtida pela relação entre o peso de corpo vazio (PCVZ) e o peso vivo (PV) dos animais foi:  $PCVZ = 0,886_{\pm 0,01221} \times PV$ , onde: PCVZ = peso de corpo vazio e PV = peso vivo, ambos em kg. A relação entre o GPCVZ em função do GPV se dá por:  $GPCVZ = 0,8375_{\pm 0,04616} \times GPV$ , em que: GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio e GPV = ganho de peso vivo, ambos em kg/kg/GPCVZ.

Observa-se a significância de todos os modelos alométricos do conteúdo corporal de cada mineral em função do peso de corpo vazio dos animais (Tabela 8).

Tabela 8 - Equações alométricas do conteúdo mineral (mg) em função do peso de corpo vazio (PCVZ) de bezerros da raça Holandesa.

Mineral	Equação	Valor P
Ca (mg)	$= 37,783_{\pm 14,756} \times PCVZ^{0,6144_{\pm 0,0949}}$	<0,0001
P (mg)	$= 13,229_{\pm 4,415} \times PCVZ^{0,7227_{\pm 0,0806}}$	<0,0001
Na (mg)	$= 0,806_{\pm 0,273} \times PCVZ^{0,9578_{\pm 0,0808}}$	<0,0001
K (mg)	$= 3,225_{\pm 0,876} \times PCVZ^{0,7572_{\pm 0,0655}}$	<0,0001
Mg (mg)	$= 0,640_{\pm 0,212} \times PCVZ^{0,8107_{\pm 0,0795}}$	<0,0001

A equação de regressão entre o cálcio retido em função do cálcio ingerido obtida foi:  $Ca_{retido} = -87,7451_{\pm 32,4466} + 0,8816_{\pm 0,2336} \times Ca_{ingerido}$  ( $\beta_0 - P = 0,0127$ ;  $\beta_1 - P = 0,0127$ ; 20 observações), em que:  $Ca_{retido}$  = cálcio retido (mg/kg PCVZ/dia);  $Ca_{ingerido}$  = cálcio ingerido (mg/kg PCVZ/dia) (Figura 5). Considerando o intercepto como o valor de perda de cálcio quando a ingestão é zero, seu módulo equivale aos requisitos líquidos de manutenção de cálcio igual a 87,75 mg/kg de PCVZ. A eficiência de retenção é encontrada pelo valor de “ $\beta_1$ ” da equação, no caso do cálcio, o valor obtido foi 88,16%.

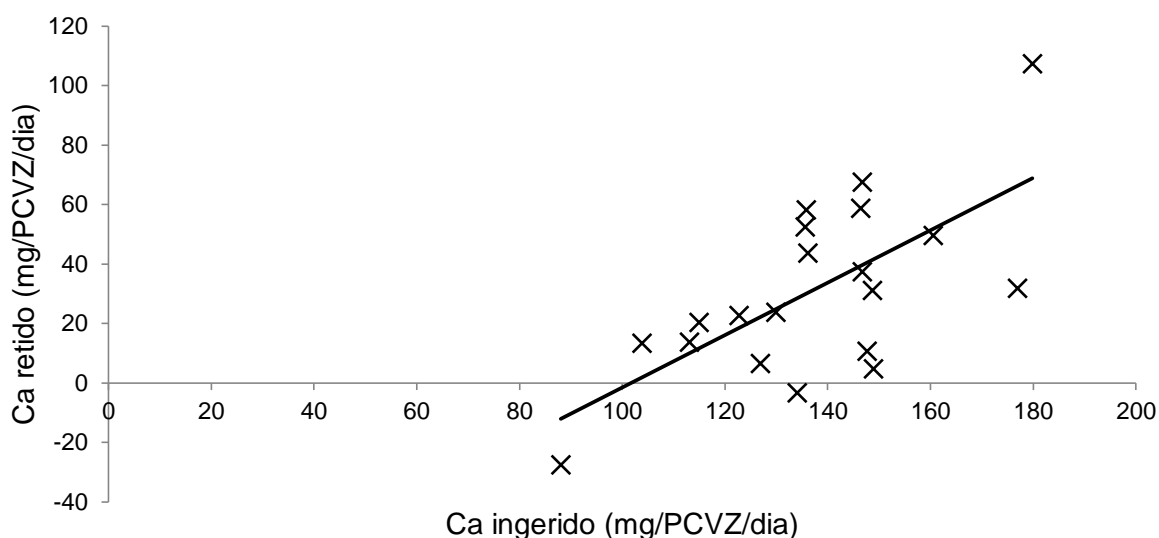


Figura 5 – Equação de predição dos requisitos nutricionais de cálcio (Ca) de manutenção de bezerros da raça Holandesa ( $Ca_{retido} = -87,7451_{\pm 32,4466} + 0,8816_{\pm 0,2336} \times Ca_{ingerido}$ ) ( $R^2=0,4417$ ;  $n=20$ ).

O requisito de cálcio dietético para manutenção encontrado é superior ao de 68 mg/kg de PV/dia, encontrado por Hansard et al. (1954) para bezerros com 30 dias de idade. A eficiência de retenção observada está próxima dos valores de absorção verdadeira e aparente, de bezerros consumindo leite, encontrados na literatura, de 0,83 e 0,95, respectivamente (Challa & Braithwaite, 1989; Yuangklang et al., 2004). Hansard et al. (1954) observou aumento do requisito de cálcio para manutenção e diminuição da eficiência de retenção de 0,97 para 0,38 com o aumento de um para seis meses de idade. Uma possível explicação para as diferenças seria o maior peso vivo médio dos animais, e idade superior aos 30 dias, retornando menor eficiência de retenção e maior requisito de manutenção.

A estimativa de Ca para ganho obtida foi:  $Ca_g = 23214,00 \times PCVZ^{-0,3856}$ , em que:  $Ca_g$  = requisito líquido de cálcio (mg/kg GPCVZ/dia); PCVZ = peso de corpo vazio (kg). Dados referentes aos requisitos de cálcio para ganho são escassos e inconsistentes (Suttle, 2010). Não são encontrados na literatura dados para animais

abaixo de 100 kg, sendo as recomendações do AFRC (1991), para um animal de 100 kg ganhando 1 kg de peso vivo por dia, de 25,92 g/kg/GPCVZ de Ca. O valor calculado segundo estimativas do presente trabalho é de 12,90 g/kg/GPCVZ (Tabela 10). O menor valor observado pode estar associado a maior eficiência de retenção consequente da presença do leite na dieta.

Regressando o fósforo retido em função do ingerido obteve-se:  $P_{retido} = -20,805_{\pm 12,793} + 0,4725_{\pm 0,1043} \times P_{ingerido}$  ( $\beta_0 - P = 0,1456$ ;  $\beta_1 - P = 0,0004$ ; 24 observações), em que:  $P_{retido}$  = fósforo retido (mg/kg PCVZ/dia);  $P_{ingerido}$  = fósforo ingerido (mg/kg PCVZ/dia) (Figura 6). O requisito líquido de manutenção de fósforo foi igual a 20,81 mg/kg de PCVZ. A eficiência de retenção encontrada foi 47,25%.

O requisito de fósforo para manutenção encontrado é superior ao de 2 mg/kg PV/dia predito pelo ARC (1980). Dados referentes aos requisitos de manutenção e absorção de fósforo são escassos na literatura, sendo mais comuns pesquisas avaliando forragens (Valk et al., 2002; Wu, 2005). A absorção de fósforo comumente utilizada para animais consumindo apenas leite é de 0,9 (NRC, 2001). O AFRC (1991) recomenda absorção de 0,58, enquanto Underwood & Suttle (1999) recomendaram 0,74. Apesar de divergentes, observa-se que o valor de retenção observado no presente trabalho é inferior aos relatados na literatura.

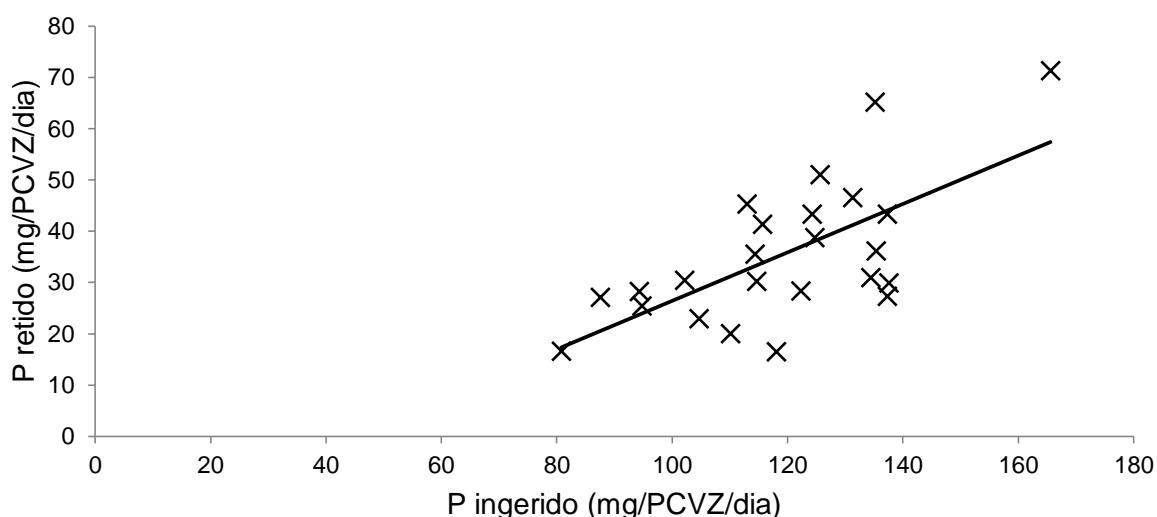


Figura 6 - Gráfico da equação de predição dos requisitos nutricionais de fósforo de manutenção de bezerros da raça Holandesa ( $P_{retido} = -20,805_{\pm 12,793} + 0,4725_{\pm 0,1043} \times P_{ingerido}$ ) ( $R^2 = 0,4373$ ;  $n=21$ ).

A estimativa de P para ganho obtida foi:  $P_g = 9561,03 \times PCVZ^{-0,2773}$ , em que:  $P_g$  = requisito líquido de fósforo (mg/kg GPCVZ/dia); PCVZ = peso de corpo vazio (kg). O AFRC (1991) recomenda 1,9 g/kg/GPCVZ de fósforo para uma novilha de 100 kg ganhando 1 kg de peso vivo por dia. Observa-se (Tabela 10) que o requisito calculado no presente trabalho, de 9,0 g/kg/GPCVZ, é superior ao recomendado pelo AFRC (1991). O resultado pode estar associado a baixa eficiência de retenção observada, que aumenta a necessidade dietética do mineral. O requisito de fósforo para ganho é altamente correlacionado com o crescimento ósseo (NRC, 2001), portanto importante nessa fase de vida dos animais, sendo necessárias mais pesquisas acerca das estimativas dos requisitos desse mineral.

O resultado da equação de estimativa do requisito de sódio para manutenção foi:  $Na_{retido} = -4,3605_{\pm 3,455} + 0,274_{\pm 0,08454} \times Na_{ingerido}$  ( $\beta_0 - P = 0,2230$ ;  $\beta_1 - P = 0,0045$ ; 20 observações), em que:  $Na_{retido}$  = sódio retido (mg/kg PCVZ/dia);  $Na_{ingerido}$  = sódio ingerido (mg/kg PCVZ/dia) (Figura 7). O requisito líquido de manutenção de sódio foi

igual a 4,36 mg/kg de PCVZ. A eficiência de retenção encontrada foi igual a 27,4%. As recomendações usuais de sódio para animais em crescimento variam de 60 a 80 mg/kg de MS, sendo a absorção desse mineral quase completa (Morris & Gartner, 1971; Morris & Murphy, 1972; Suttle, 2010).

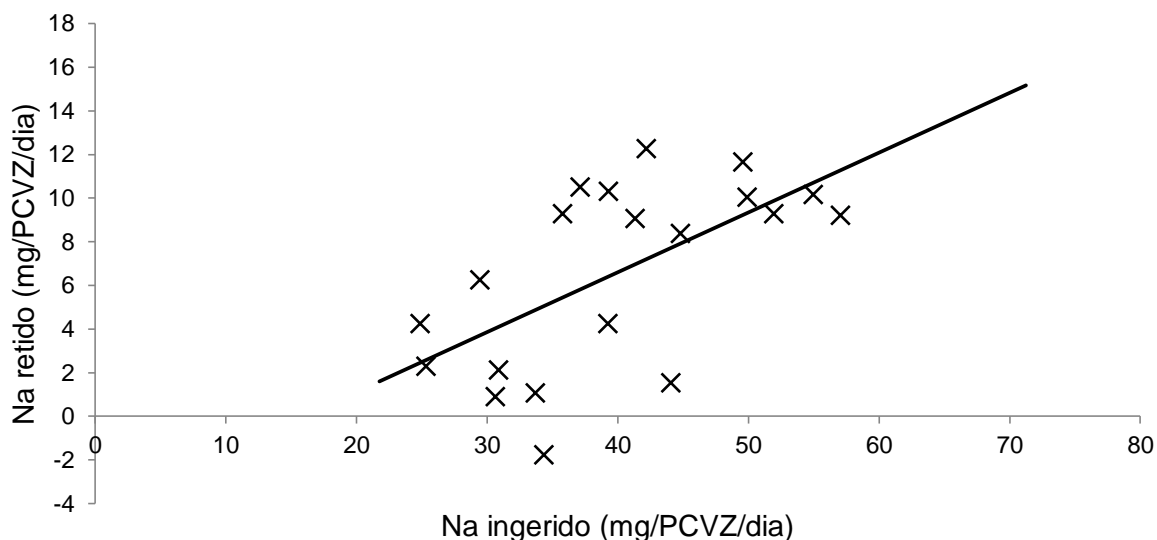


Figura 7 - Gráfico da equação de predição dos requisitos nutricionais de sódio (Na) de manutenção de bezerros da raça Holandesa ( $Na_{retido} = -4,3605_{\pm 3,455} + 0,274_{\pm 0,08454} \times Na_{ingerido}$ ) ( $R^2 = 0,3685$ ;  $n=20$ ).

O requisito de Na para ganho obtido foi:  $Na_g = 2441,89 \times PCVZ^{-0,2428}$ , em que:  $Na_g$  = requisito líquido de sódio (mg/kg GPCVZ/dia); PCVZ = peso de corpo vazio (kg). O ARC (1980) recomenda para uma novilha de 200 kg ganhando 1 kg de peso vivo por dia, 3,1 gramas de sódio, não havendo dados específicos para animais mais leves. A título de comparação, observa-se valores próximos ao requisito do ARC (1980) para animais entre 40 e 50 kg ganhando 0,8 kg/kg/GPCVZ de peso vivo (Tabela 10).

O resultado da estimativa de demanda por potássio para manutenção foi:  $K_{retido} = -2,2105_{\pm 3,3293} + 0,08821_{\pm 0,0356} \times K_{ingerido}$  ( $\beta_0 - P = 0,5133$ ;  $\beta_1 - P = 0,0210$ ; 25

observações), em que:  $K_{\text{retido}}$  = potássio retido (mg/kg PCVZ/dia);  $K_{\text{ingerido}}$  = potássio ingerido (mg/kg PCVZ/dia). O requisito líquido de manutenção de potássio foi igual a 2,21 mg/kg de PCVZ. A eficiência de retenção encontrada foi igual a 0,0882. A absorção de potássio em ruminantes é superior a 0,9 (Suttle, 2010). A alta dispersão verificada na estimativa de manutenção e eficiência de retenção não permitiram estimativas acuradas dos requisitos de potássio, ressalta-se a baixa quantidade de dados com menores níveis de consumo do mineral (Figura 8).

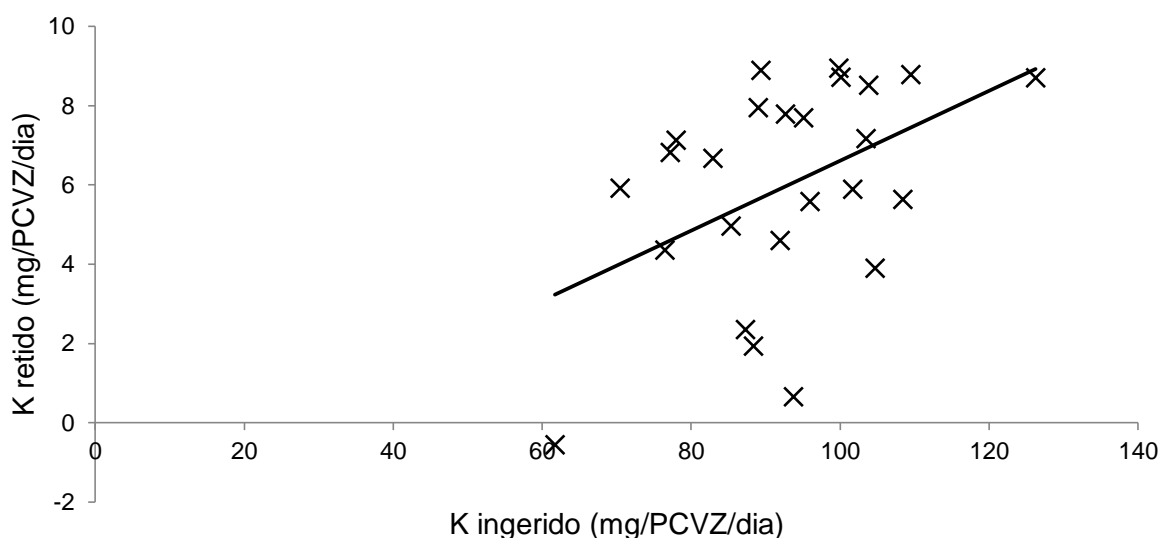


Figura 8 - Gráfico da equação de predição dos requisitos nutricionais de potássio (K) de manutenção de bezerros da raça Holandesa ( $K_{\text{retido}} = -2,2105_{\pm 3,3293} + 0,08821_{\pm 0,0356} \times K_{\text{ingerido}}$ ) ( $R^2=0,2107$ ;  $n=25$ )

O requisito de Na para ganho obtido foi:  $Na_g = 2441,89 \times PCVZ^{-0,2428}$ , em que:  $Na_g$  = requisito líquido de sódio (mg/kg GPCVZ/dia); PCVZ = peso de corpo vazio (kg). Dados precisos de trabalhos de estimativa de requisitos de potássio para ganho de peso e produção de leite são escassos (Suttle, 2010). Weil et al. (1988) sugeriram valores entre 3,4 e 5,8 g/kg de MS na dieta de bezerros de 80 kg com ganho de 0,74

kg/kg/GPCVZ. A estimativa para o mesmo animal através do modelo proposto nesse trabalho seria de 3,18 mg/kg/GPCVZ.

O resultado da estimativa de manutenção para magnésio foi:  $Mg_{retido} = -1,0143_{\pm 0,6328} + 0,05236_{\pm 0,01345} \times Mg_{ingerido}$  ( $\beta_0 - P = 0,1285$ ;  $\beta_1 - P = 0,0013$ ; 18 observações), em que:  $Mg_{retido}$  = magnésio retido (mg/kg PCVZ/dia);  $Mg_{ingerido}$  = magnésio ingerido (mg/kg PCVZ/dia) (Figura 9). O requisito líquido de manutenção de magnésio foi igual a 1,01 mg/kg de PCVZ. A eficiência de retenção encontrada foi igual a 5,24%.

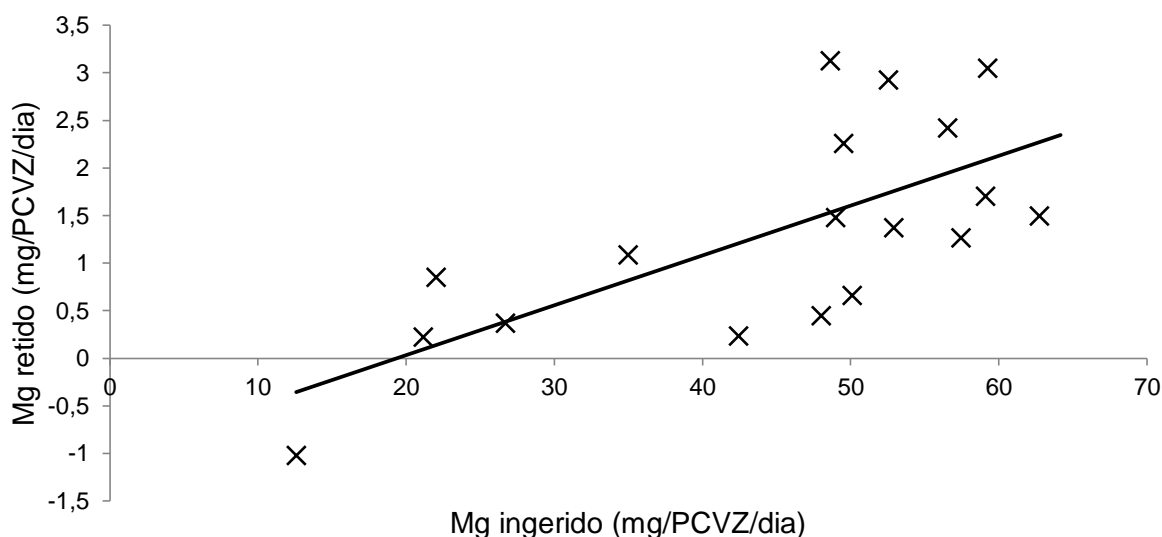


Figura 9 - Gráfico da equação de predição dos requisitos nutricionais de magnésio (Mg) de manutenção de bezerros da raça Holandesa ( $Mg_{retido} = -1,0143_{\pm 0,6328} + 0,05236_{\pm 0,01345} \times Mg_{ingerido}$ ) ( $R^2=0,4864$ ;  $n=18$ ).

O requisito de manutenção observado é inferior ao valor médio de 3 mg/kg de peso vivo, recomendados para animais acima de 100 kg pelo ARC (1980). O resultado de eficiência de retenção de magnésio encontrado foi baixo em relação aos valores descritos na literatura de absorção de magnésio de 0,87 e 0,32 para animais de 2 a 3

e 7 a 8 semanas de idade, respectivamente (ARC, 1980). Coeficientes variando entre 0,14 e 0,18 foram encontrados por Schonewille et al. (2008) para alimentos com alto (40 g/kg MS) e baixo (20 g/kg MS) teor de potássio, respectivamente. Observa-se a grande variação de resultados na literatura, sendo escassas informações de retenção desse mineral (Suttle, 2010).

O modelo encontrado para estimar a demanda de Mg para ganho obtido foi:  $Mg_g = 519,01 \times PCVZ^{-0,1893}$ , em que:  $Mg_g$  = requisito líquido de magnésio (mg/kg GPCVZ/dia); PCVZ = peso de corpo vazio (kg). O requisito de magnésio para ganho encontrado na literatura é de 450 mg/kg de ganho de peso vivo (ARC, 1980). O resultado encontrado no presente trabalho é superior ao reportado pelo ARC (1980), provavelmente devido a baixa eficiência de retenção utilizada nas estimativas.

Observa-se, de um modo geral, a variação entre resultados observados no presente trabalho e encontrados na literatura. Ressaltam-se as diferenças metodológicas dos trabalhos, sendo que dados referentes à utilização de minerais são escassos, principalmente na forma de retenção, sendo mais comuns na literatura o uso de minerais absorvidos. Diferenças entre resultados variam desde características dos alimentos e fontes de minerais, até componentes de modelos fatoriais para a estimativa de absorção (Suttle, 2010).

As equações de predição dos requisitos nutricionais geradas neste trabalho encontram-se na Tabela 9. Considerou-se o requisito líquido de manutenção de acordo com o PCVZ somado com o de ganho de peso em função do PCVZ e GPCVZ, divididos pela eficiência de retenção do mineral, calculando então a demanda dietética (mg/kg/GPCVZ) do animal.

Tabela 9 - Equações de predição dos requisitos dietéticos de cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), potássio (K) e magnésio (Mg), em mg/kg/GPCVZ, para manutenção e ganho de acordo com o peso de corpo vazio (PCVZ) e o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) de bezerros da raça Holandesa.

Mineral	Equação
Ca (mg/dia)	$\hat{Y} = \frac{87,7451 * PCVZ + 23214 * PCVZ^{-0,3856} * GPCVZ}{0,882}$
P (mg/dia)	$\hat{Y} = \frac{20,805 * PCVZ + 9561,03 * PCVZ^{-0,2773} * GPCVZ}{0,473}$
Na (mg/dia)	$\hat{Y} = \frac{4,3605 * PCVZ + 2441,89 * PCVZ^{-0,2428} * GPCVZ}{0,274}$
K (mg/dia)	$\hat{Y} = \frac{2,2105 * PCVZ + 771,89 * PCVZ^{-0,0422} * GPCVZ}{0,088}$
Mg (mg/dia)	$\hat{Y} = \frac{1,0143 * PCVZ + 519,01 * PCVZ^{-0,1893} * GPCVZ}{0,052}$

Na Tabela 10 encontram-se os requisitos resumidos de acordo com o peso vivo e com o ganho de peso diário (GPV) dos bezerros.

São necessários mais estudos para o desenvolvimento e validação de modelos de requisitos de minerais para bezerros na fase de cria, com maior número de observações e parâmetros, permitindo a predição mais acurada das demandas nutricionais desses animais.

Tabela 10 - Requisitos dietéticos de cálcio, fósforo, sódio, potássio e magnésio para manutenção e crescimento de bezerras da raça Holandesa de acordo com o peso vivo e ganho de peso diário (GPV).

GPV (kg/kg/GPCVZ)	Peso vivo (kg)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
Cálcio (g/kg/GPCVZ)								
0	2,65	3,53	4,41	5,29	6,17	7,06	7,94	8,82
0,2	3,94	4,69	5,48	6,29	7,11	7,94	8,79	9,64
0,4	5,24	5,85	6,54	7,28	8,05	8,83	9,64	10,45
0,6	6,54	7,01	7,61	8,27	8,98	9,72	10,49	11,27
0,8	7,84	8,18	8,68	9,27	9,92	10,61	11,34	12,08
1,0	9,14	9,34	9,74	10,26	10,86	11,50	12,19	12,90
Fósforo (g/kg/GPCVZ)								
0	1,17	1,56	1,95	2,34	2,73	3,12	3,51	3,90
0,2	2,59	2,88	3,19	3,52	3,86	4,21	4,56	4,92
0,4	4,02	4,19	4,42	4,69	4,98	5,29	5,61	5,94
0,6	5,44	5,50	5,66	5,87	6,11	6,38	6,66	6,96
0,8	6,86	6,82	6,89	7,04	7,23	7,46	7,71	7,98
1,0	8,29	8,13	8,13	8,21	8,36	8,54	8,76	9,00
Sódio (g/kg/GPCVZ)								
0	0,42	0,56	0,71	0,85	0,99	1,13	1,27	1,41
0,2	1,13	1,22	1,33	1,44	1,56	1,68	1,81	1,93
0,4	1,83	1,87	1,95	2,03	2,13	2,24	2,34	2,46
0,6	2,53	2,53	2,57	2,63	2,70	2,79	2,88	2,98
0,8	3,23	3,18	3,19	3,22	3,27	3,34	3,42	3,51
1,0	3,93	3,84	3,81	3,81	3,85	3,90	3,96	4,03
Potássio (g/kg/GPCVZ)								
0	0,67	0,89	1,11	1,33	1,55	1,78	2,00	2,22
0,2	2,00	2,20	2,41	2,63	2,84	3,05	3,27	3,49
0,4	3,33	3,52	3,72	3,92	4,12	4,33	4,54	4,75
0,6	4,66	4,83	5,02	5,21	5,41	5,61	5,81	6,02
0,8	5,99	6,15	6,32	6,50	6,69	6,89	7,08	7,28
1,0	7,32	7,46	7,62	7,80	7,98	8,16	8,35	8,55
Magnésio (g/kg/GPCVZ)								
0	0,52	0,69	0,86	1,03	1,20	1,37	1,55	1,72
0,2	1,45	1,57	1,70	1,85	1,99	2,15	2,30	2,46
0,4	2,38	2,45	2,55	2,66	2,79	2,92	3,06	3,20
0,6	3,31	3,33	3,39	3,48	3,58	3,69	3,81	3,94
0,8	4,24	4,21	4,24	4,30	4,37	4,47	4,57	4,68
1,0	5,17	5,09	5,08	5,11	5,17	5,24	5,32	5,42

## **Conclusões**

Os requisitos de minerais para manutenção e crescimento de bezerros da raça Holandesa do nascimento até os 87 dias de idade podem ser calculados em função do peso de corpo vazio (PCVZ) e ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) através das equações propostas.

## Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Technical committee on responses to nutrients** Report 6. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. *Nutrition Abstracts and Reviews*, v.61, p.573–612, 1991.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. London: 1980. 351p.
- BORGES, A.L.C.C.; GOMES, S.P.; CAMPOS, M.M.; SILVA, R.E. Exigências nutricionais de bovinos de leite. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 4, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: EV/UFMG, 2007, p. 5-33.
- CARVALHO, P.A.; SANCHEZ, L.M.B.; PIRES, C.C.; VIÉGAS, J.; VELHO, J.P.; PARIS, W. Composição corporal e exigências líquidas de macroelementos inorgânicos (Ca, P, Mg e K) para ganho de peso de bezerros machos de origem leiteira do nascimento aos 110 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1492-1499, 2003.
- CHALLA, J.; BRAITHWAITE, G.D. Phosphorus and calcium metabolism in young calves with special emphasis on phosphorus homeostasis. 4. Studies on milk-fed calves given different amounts of phosphorus but a constant intake of calcium. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.113, p.283-289, 1989.
- 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**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012, 214p.
- GIONBELLI, M.P. **Desempenho produtivo e exigências nutricionais de fêmeas nelore em crescimento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 106p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- GUEGUEN, L.; LAMAND, M.; MESCHY, F. Mineral Requirements. In: JARRIGE, R. **Ruminant Nutrition: Recommended Allowances and Feed Tables**, ed. Institut National de la Recherche Agronomique, 1989, p.49-56.

- HANSARD, S.L.; COMAR, C.L.; PLUMLEE, M.P. The effects of age upon calcium utilization and maintenance requirements in the bovine. **Journal of Animal Science**, v. 13, p.25-36, 1954.
- HANSARD, S. L.; CROWDER, H.; LYKE, W.A. The biological availability of calcium in feeds for cattle. **Journal of Animal Science**, v.16, p.437-443, 1957.
- HANSARD, S. L.; MOHAMMED, A.; TURNER, J. Gestation age effects upon maternal-fetal zinc utilization in the bovine. **Journal of Animal Science**, v.27, p.1097-1102, 1968.
- MORRIS, J.G.; GARTNER, R.J.W. The sodium requirements of growing steers given an all-sorghum grain ration. **British Journal of Nutrition**, v.25, p.191-205, 1971.
- MORRIS, J.G.; MURPHY, G.W. The sodium requirements of beef calves for growth. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.78, p.105-108, 1972.
- NASCIMENTO, N.V.P.; SILVA, F.F.; VELOSO, M.C.; 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.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 2001. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C. 381p.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT(r) 9.2 User's Guide**. Cary, NC:SAS Institute Inc.,2008. 7857p.
- SCHONEWILLE, J. T. H.; EVERTS, H.; JITTAKHOT, S.; BEYNEN, A.C. Quantitative prediction of magnesium absorption in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.271–278, 2008.
- SUTTLE, N.F. **Mineral Nutrition of Livestock**, 4th Edition, 2010, 579p.
- UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock**, 3rd ed. CAB International, Wallingford, UK, 1999.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE**. 2 ed. Viçosa: DZO-UFV, 2010.

- VALK, H.; SEBEK, L.B.J.; BEYNEN, A.C. Influence of phosphorus intake on excretion and blood plasma in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2642-2649, 2002.
- WISEK, W.J.; MONROE, R.A.; SWANSON, E.W.; COMAR, C.L. Determination of endogenous fecal calcium in cattle by simple isotope dilution method. **Journal Nutrition**, v.53, p.23-33, 1953.
- WEIL, A.B.; TUCKER, W.B.; HEMKEN, R.W. Potassium requirement of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.1868–1872, 2008.
- WU, Z. Utilization of phosphorus in lactating cows fed varying amounts of phosphorus and sources of fiber. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.2850-2859, 2005.
- YUANGKLANG, C.; WENSING, T.; VAN DEN BROEK, L.; JITTAKHOT, S.; BEYNEN, A.C. Fat digestion in veal calves fed milk replacers low or high in calcium and containing either casein or soy protein isolate. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.1051-1056, 2004.
- ZANTON, G.I.; HENRICH, A.J. Analysis of nitrogen utilization in growing dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.1519-1533, 2008.