

DIEGO ZANETTI

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS, FREQUÊNCIA DE ALIMENTAÇÃO
E NÍVEIS DE CÁLCIO E FÓSFORO PARA BOVINOS HOLANDÊS × ZEBU
EM CONFINAMENTO**

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
MG – BRASIL
2014**

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

T

Zanetti, Diego, 1990-
Z28e Exigências nutricionais, frequência de alimentação e níveis
2014 de cálcio e fósforo para bovinos Holandês x Zebu em
confinamento / Diego Zanetti. – Viçosa, MG, 2014.
xii, 78f. : il. ; 29 cm.

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

1. Nutrição animal. 2. Minerais na nutrição animal.
3. Fósforo. 4. Cálcio. 5. Bovino - Alimentação e rações.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia.
Programa de Pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.085

DIEGO ZANETTI

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS, FREQUÊNCIA DE ALIMENTAÇÃO E
NÍVEIS DE CÁLCIO E FÓSFORO PARA BOVINOS HOLANDÊS × ZEBU EM
CONFINAMENTO.**

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

APROVADA: 22 de julho de 2014.

Edenio Detmann
(Coorientador)

Luciana Navajas Rennó
(Coorientadora)

Rilene Ferreira Diniz Valadares

Mário Fonseca Paulino

Sebastião de Campos Valadares Filho
(Orientador)

*Aos meus pais, Paulo e Imaculada, e à minha irmã, Paula.
Exemplos de amor, amizade e companheirismo.
Sempre apontando caminhos e escolhas melhores.*

Em memória dos meus avôs, Dico e Valentim, sempre presentes!

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, fonte de força, proteção e fé, necessárias para seguir em frente!

Aos meus pais, Paulo e Imaculada, sempre meu Porto Seguro! Que apesar dos inúmeros desafios, souberam como ninguém, criar laços de afeto e companheirismo.

À minha Irmã, Paula, que apesar de praticamente baiana, se mantém sempre presente, apoia e deposita confiança.

À Kátia, companheira indescritível. Pessoa que sabe viajar (muitas vezes na maionese) e me levar junto. Você não sabe o quanto me faz crescer.

Aos meus avós, mais do que uma visão do nosso amanhã. Exemplo de carinho e cuidado; fonte imensa de conhecimento...

Aos tios e primos, que formam essa Grande Família, “mais Unida que Ouriçada”.

À Universidade Federal de Viçosa, pelos ensinamentos e oportunidades oferecidos; em especial ao Departamento de Zootecnia.

Ao CNPq, Capes, INCT – Ciência Animal e Fapemig pelo financiamento parcial desta pesquisa, e ao CNPq, pela bolsa de estudos.

Ao Professor Tião, exemplo de profissional. Pela confiança, paciência, pronto atendimento, dedicação, orientação e ensinamentos.

Aos Professores Edênio e Luciana, dispostos a contribuir sempre que procurados, pela excelente coorientação.

Aos Professores Rilene, Mário Paulino, Stefanie e Mário Chizzotti e pelos ensinamentos desde a graduação, e pela contribuição para melhoria deste trabalho.

Aos Estagiários e Bolsistas de Iniciação Científica (ou melhor, aos amigos que se tornaram estagiários e estagiários que se tornaram amigos, não respectivamente): Amanda, Ana Clara, Ariel, Breno, Cajuru, Edilane, Dino (Rodrigo), Duente (Luiz Henrique), Fravão, Herlon, Hugo (caçula), Ilana (Duarrte), Letícia (Muié braba), Markin e Nathália.

Aos “estagiários” pós graduados/andos: Dida, Besouro, Jarbas, Lays (ão do caminhão), Stefanie, Mateus (Tchê), Rodrigo (Patrão), Taiane, Lyvian, Luis (Janaúba), Paloma (inha), Bernardo, Faider, Polyana, Luciana

(RS), e em especial à Laura e ao Luis Fernando sempre dispostos a ajudar e a ensinar.

Aos amigos do SIMCORTE, Laura, Sinhá, Pedrão, Livinha, Janaúba, Markin, Cajuru, Peão e (porque não?) Márcia.

Aos amigos da ZOO8, e os de Viçosa, que se eu pegar pra citar, com certeza muitos vão me faltar na memória.

Às republicas, em especial à Jibóia Banguela e à Sapo Boi.

Aos companheiros de experimento, (e haja caldo de cana...), Janaúba, Bernardo e Luana.

Aos Funcionários do DZO, Joécio (Tio Jojô), Pum (Zé), Zé Geraldo, Vanor, Marcelo Cardoso, Toco, Divino, Sérvulo, Niel, Washington, Junin (*em memória*), Vera, Monteiro, Seu Mário, Fernanda, Edson, Plínio e Seu Jorge (Assombração).

A todos que de alguma forma contribuíram para concretização dessa etapa,

Muito Obrigado, pelos momentos de convivência, auxílio, descontração e crescimento pessoal.

“O medo nos separa de muitas oportunidades quando permitimos.
Você pode ser refém do seu medo ou pode ser o dono do seu caminho”

BIOGRAFIA

DIEGO ZANETTI, filho de Paulo Afonso Zanetti e Maria Imaculada Pinheiro Zanetti, é natural de Viçosa, Minas Gerais, nascido em 31 de dezembro de 1990.

Em 2008, ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em 23 de novembro de 2012.

Em Novembro de 2012 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se a defesa de dissertação em julho de 2014.

CONTEÚDO

RESUMO	vii
ABSTRACT	x
Introdução Geral	1
Referências Bibliográficas	8
Reduzindo os custos de produção de bovinos confinados através da redução na frequência de alimentação e no número de análises laboratoriais	11
Resumo	11
Abstract	12
Introdução	13
Materiais e Métodos	14
Resultados e Discussão	19
Conclusão	33
Referências Bibliográficas	34
Exigências de energia e proteína de bovinos castrados mestiços Holandês x Zebu alimentados sob diferentes frequências de alimentação e níveis de cálcio e fósforo na dieta	37
Resumo	37
Abstract	38
Introdução	39
Materiais e Métodos	40
Resultados e Discussão	47
Conclusão	55
Referências Bibliográficas	56
Consequências da redução do cálcio e fósforo dietético no balanço desses minerais e requerimentos nutricionais de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio.	58
Resumo	58
Abstract	59
Introdução	60
Materiais e Métodos	61
Resultados e Discussão	65
Conclusão	75
Referências Bibliográficas	76

RESUMO

ZANETTI, Diego, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2014. **Exigências nutricionais, frequência de alimentação e níveis de cálcio e fósforo para bovinos Holandês x Zebu em confinamento.** Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho. Coorientadores: Edenio Detmann e Luciana Navajas Rennó.

O presente trabalho foi desenvolvido com os objetivos de avaliar o consumo, a digestibilidade e o desempenho de bovinos mestiços em confinamento alimentados em diferentes frequências de alimentação com dietas contendo diferentes níveis de cálcio e fósforo; determinar suas exigências nutricionais de energia, proteína e macrominerais; e avaliar o efeito da redução do número de amostras destinadas às análises laboratoriais de sobras pelo agrupamento dessas amostras no período total do confinamento, sobre as estimativas de consumo. Foram utilizados 32 animais mestiços $\frac{1}{2}$ Zebu x Holandês, machos, castrados, com peso corporal médio inicial de $377,46 \pm 49,4$ kg. Inicialmente, quatro animais foram abatidos e tomados como referência para estimar o peso de corpo vazio (PCVZ) inicial dos animais remanescentes no experimento. 24 animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial $2 \times 3 \times 2$, com dois níveis de concentrado (30 e 60%), três frequências de alimentação (alimentação completa fornecida pela manhã, às 8:00 horas; volumoso fornecido em sua totalidade pela manhã e concentrado dividido em duas vezes, às 8:00 e às 16:00 horas; e alimentação volumosa e concentrada dividida em duas porções iguais ao dia) e dietas contendo ou não fontes inorgânicas de cálcio e fósforo. Os outros quatro animais foram alimentados diariamente ao nível de manutenção, (1,1% do peso corporal em matéria seca). O volumoso foi a cana de açúcar triturada. Ao final de 84 dias, todos os animais foram abatidos, e a partir das amostras de carcaça e dos constituintes não carcaça foi determinada a composição corporal. No capítulo 1: Os consumos de matéria seca (MS) e dos nutrientes não foram afetados ($P > 0,05$) pelas frequências de alimentação, mas foram superiores ($P < 0,05$) para as dietas com 60% de concentrado. A suplementação com fosfato bicálcico afetou apenas o consumo de fósforo, superior para as dietas suplementadas. Não houve efeito da frequência de alimentação, nem da

suplementação com fosfato bicálcico ou das suas interações ($P > 0,05$) sobre as digestibilidades dos constituintes das dietas. Maiores níveis de concentrado proporcionaram maiores ganhos médios diários e rendimentos de carcaça quente e fria. No capítulo 2: As exigências de energia líquida (ELm) e metabolizável para manutenção (EMm) foram obtidas relacionando a produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável (CEM), enquanto as exigências de energia para ganho de peso (ELg) e as exigências líquidas de proteína para ganho foram obtidas em função do PCVZ e do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ). As exigências diárias de energia líquida e metabolizável para manutenção foram de 86,48 e 126,15 kcal/PCVZ^{0,75}, respectivamente. As exigências de energia líquida para ganho podem ser obtidas pela equação: $ELg = 0,0568_{\pm 0,0025} \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$. As eficiências de uso da energia metabolizável para manutenção e para ganho são de 64 e 29,68%, respectivamente. As exigências de proteína metabolizável para manutenção é de 4,14 g/PC^{0,75}. As exigências líquidas de proteína para ganho de peso podem ser obtidas através da equação $PLg = 236,36_{\pm 30,06} \times GPCVZ - 19,84_{\pm 6,14} \times ER$. No terceiro capítulo: A relação entre o consumo de cada mineral e sua retenção foi expressa a partir de uma equação linear, sendo o intercepto considerado a exigência de manutenção do mineral. Nas amostras de carcaça e não carcaça foram determinados a proporção de cada mineral, determinando-se assim o conteúdo corporal para cada um dos minerais, expressos em função do PCVZ. Não foram encontradas variações nas excreções fecal e urinária diárias de fósforo em função da suplementação com fosfato bicálcico. A ausência suplementação de fosfato bicálcico em dietas para bovinos em fase de terminação implica em menor retenção de cálcio e fósforo na carcaça. Os coeficientes de absorção foram de 83,34, 77,21, 82,57, 40,27 e 92,25% para cálcio, fósforo, magnésio sódio e potássio, respectivamente. As exigências líquidas diárias de manutenção são de 28,18, 10,31, 50,11, 25,86, e 91,67 mg/PCVZ para cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio, respectivamente. As exigências líquidas de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio para ganho de peso podem ser calculadas respectivamente pelas equações: $Ca = GPCVZ \times (51,77 \times PCVZ^{-0,3023})$; $P = GPCVZ \times (30,87 \times PCVZ^{-3459})$; $Mg = GPCVZ \times (0,865 \times PCVZ^{-0,2133})$; $Na = GPCVZ \times (6,517 \times PCVZ^{-0,3483})$; $K = GPCVZ \times (4,06$

× $PCVZ^{-0,1875}$). Conclui-se que o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho não foram afetados pelas frequências de alimentação adotadas nem pelos níveis de cálcio e fósforo, contudo foram melhorados com o aumento do nível de concentrado. Quanto à amostragem de sobras, recomenda-se fazer uma única amostra composta para 84 dias de confinamento. Os valores e equações obtidos para as exigências de animais mestiços Holandês × Gir diferem das obtidas pelo Br-Corte (2010), ressaltando-se que o número de animais com características semelhantes aos utilizados constituem pequena parte do banco de dados desse sistema.

ABSTRACT

ZANETTI, Diego, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July of 2014. **Nutritional requirements, feeding frequency and levels of calcium and phosphorus for Holstein x Zebu steers in confinement.** Adviser: Sebastião de Campos Valadares Filho. Co-Advisers: Edenio Detmann and Luciana Navajas Rennó.

This work was developed in order to evaluate the feed intake, digestibility and performance of crossbred cattle fed in confinement at different frequencies with diets containing different levels of calcium and phosphorus; determine the nutritional requirements of energy, protein and macro minerals; and evaluate the effects on consumption estimates when reducing the number of samples of leftovers for laboratory analyses by grouping these samples in the total period of the confinement. For that were used 32 ½ crossbred Gir x Holstein barrows, with mean 377.46 ± 49.4 kg of initial body weight. Initially, four animals were slaughtered and used as a reference to estimate the initial empty body weight (EBW) of the remaining animals in the experiment. 24 animals were used in a completely randomized factorial 2x3x2 design with two concentrate diet levels (30 and 60%), three frequency (full diet fed in the morning, at 8:00 am; roughage provided in its entirety in the morning and concentrate divided into twice, at 8:00 and at 16:00 hours; and feeding roughage and concentrate divided into two equal portions per day) and diets with or without inorganic sources of calcium and phosphorus. The four other animals were fed daily at maintenance level (1.1% body weight on dry matter). The roughage used was crushed sugar cane. At the end of 84 days all animals were slaughtered and samples from the carcasses and not carcass constituents were taken to determinate composition. Chapter 1: The dry matter (DM) and nutrients were not affected ($P > 0.05$) by feeding frequencies but were higher ($P < 0.05$) for diets with 60% of concentrate. Supplementation with dicalcium phosphate affected only the consumption of phosphorus that was higher for supplemented diets. There was no effect of feeding frequency, supplementation with dicalcium phosphate or their interactions ($P > 0.05$) on the digestibility of diets' constituents. Higher levels of concentrate provided higher average of daily

gains and income from hot and cold carcass. In Chapter 2: The net (NEm) and metabolizable energy (ME_m) requirements for maintenance were obtained by relating heat production (CP) and metabolizable energy intake (MEI) while the energy requirements for weight gain (NE_g) and net protein requirements for weight gain were obtained as a function of EBW and empty body weight gain (EBWG). The daily requirements of metabolizable and net energy for maintenance were 86.48 and 126.15 kcal / PCVZ 0.75 respectively. The requirements for net energy gain can be obtained by the equation: NE_g = 0.0568 ± 0.0025 × × PCVZ_{0,75} GPCVZ_{1,095}. The efficiency of use of metabolizable energy for maintenance and gain are 64 and 29.68%, respectively. The metabolizable protein requirement for maintenance is 4.14 g / BW 0.75. The net protein requirements for weight gain can be obtained through the equation PL_g = 236.36 ± 30.06 × EBW - 19.84 ± 6.14 × ER. Third chapter: The relationship between the consumption of each mineral and its retention was expressed as a linear equation, and the intercept considered the requirement for maintenance of the mineral. Using the samples of the carcass and no carcass were determined the proportion of each mineral, determining the body content for each mineral expressed as a function of EBW. No variations in daily fecal and urinary excretions of phosphorus according to the supplementation with dicalcium phosphate were found. The absence of dicalcium phosphate supplementation in cattle diets in the finishing phase implies lower retention of calcium and phosphorus in the carcass. The absorption coefficients were 83.34, 77.21, 82.57, 40.27 and 92.25% for calcium, phosphorus, sodium, magnesium and potassium, respectively. The net daily maintenance requirements are 28.18, 10.31, 50.11, 25.86, and 91.67 mg / EBW for calcium, phosphorus, magnesium, sodium and potassium, respectively. Net requirements for calcium, phosphorus, magnesium, sodium and potassium for weight gain can be calculated respectively by the equations: Ca = × EBW (EBW-51.77 × 0.3023); P = EBWG × (30.87 × EBW-3459); EBW = mg × (0.865 × EBW-0.2133); In EBW = × (6.517 × EBW-0.3483); EBW = K × (4.06 × EBW-0.1875). It is concluded that the intake, digestibility of nutrients and performance were not affected by the feeding frequencies adopted or by the levels of calcium and phosphorus added, but were improved with increasing level of concentrate. About the sampling of leftovers, it is recommended to make a single composite sample for

84 days of confinement. The values and equations obtained for the requirements of crossbred Holstein × Zebu differs from that obtained by Br-Corte (2010), emphasizing that the number of animals with similar characteristics like those used are a small part of the database of this system.

Introdução Geral

O setor agropecuário é responsável por parcela significativa do PIB brasileiro, se destacando, dentre outros produtos, aqueles advindos da bovinocultura, que em 2010, segundo o IBGE, detinha rebanho comercial estimado em 209 milhões de cabeças, sendo considerado o maior rebanho comercial do mundo, presente em praticamente todos os municípios brasileiros.

Segundo o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), em 2013 as exportações de carne bovina alcançaram a cifra de US\$ 6,6 bilhões, com 1.504.317 de toneladas exportadas, o que representa aumento de 18,3 e 24,3% no valor e no volume em comparação a 2012, respectivamente.

Apesar disso, os índices produtivos da pecuária brasileira são considerados baixos. O que se observa é que apesar desses números, houve redução no preço pago pela carne bovina nesse período, acompanhado pelo aumento no valor real dos insumos necessários à produção.

Além desse aspecto, a competição com outros setores da agropecuária como avicultura, suinocultura, cana-de-açúcar e oleaginosas força o produtor a ter maior rendimento por hectare para permanecer no mercado. Isso mostra que a permanência na cadeia produtiva da carne bovina requer sistemas de produção cada vez mais eficientes, com a necessidade constante de aperfeiçoamento do sistema produtivo.

Esse aperfeiçoamento deve se basear na adoção de tecnologias e práticas de manejo que promovam o aumento da produtividade, aliada à sustentabilidade do sistema. A preocupação relacionada ao desenvolvimento de sistemas de produção que preservem o meio ambiente é real e condiz tanto com o desenvolvimento de tecnologias de manejo que evitem a abertura de novas áreas e a redução de insumos, quanto com tecnologias que evitem a contaminação do solo, da atmosfera e dos recursos hídricos.

Entre essas práticas, o aspecto nutricional é relevante, visto que é apontado como um dos principais componentes dos custos de produção e, ao mesmo tempo, tem influência direta na produção de resíduos da atividade. Assim, o conhecimento e a adoção de medidas mais racionais no manejo

alimentar têm a capacidade de gerar grande impacto econômico e na qualidade dos sistemas de produção de carne bovina.

Frequência de Alimentação

A adoção de sistemas mais intensivos, como o confinamento, exige ainda testes no manejo, como o aumento ou redução da frequência de alimentação. O aumento nessa frequência estimularia o animal a ingerir mais alimentos, o que resultaria em melhora no desempenho produtivo (Satter e Baumgardt, 1962; Chase et al., 1976; Schutz et al., 2011).

Além da frequência do fornecimento da dieta total, têm-se adotado o fornecimento do volumoso uma única vez ao dia e o concentrado dividido nos períodos da manhã e tarde como forma de facilitar o manejo da tarde (Rotta, 2012; Mariz, 2012; Amaral, 2012; Prados, 2012). Apesar de não ter aplicação efetiva em grandes sistemas de confinamento, onde a alimentação é fornecida com auxílio de maquinário específico, essa medida de fornecimento tem grande impacto quando o trato é fornecido manualmente, em confinamentos de menor porte e/ou experimentais.

Contudo, a literatura consultada sobre o assunto é conflitante, Gibson et al. (1981) relataram que animais alimentados com maior frequência durante o dia apresentam melhor desempenho produtivo. Outros trabalhos, tanto com bovinos quanto com pequenos ruminantes, têm demonstrado que a alimentação dos animais apenas uma vez ao dia não afeta o desempenho, o comportamento ingestivo e as características de carcaça (Rakes et al., 1961; Ferreira, 2006; Robles et al., 2007; Ribeiro et al., 2011).

Damasceno et al. (1999), em trabalho com vacas Holandesas, relataram que os animais não mostravam interesse pela alimentação das 12:00 horas devido à carga térmica nesse período e mesmo com a alimentação oferecida três vezes ao dia, a ingestão foi maior no começo da manhã e no final da tarde, após a ordenha.

Observa-se ainda, que o fornecimento da dieta várias vezes ao dia reduz a variação da composição nutricional no cocho. DeVries et al. (2011) relataram que o fornecimento da dieta apenas uma vez ao dia provocou no decorrer do tempo até a próxima alimentação aumento no teor de fibra do

alimento disponível no cocho. Isso tem implicação direta no consumo dos nutrientes por animais, com melhor nutrição dos animais dominantes.

Os dados referentes às oscilações do pH ruminal também são conflitantes. Satter e Baumgardt (1962) observaram que a maior frequência de alimentação reduz a variação do pH ruminal e conseqüentemente diminui o risco de acidose ruminal, podendo ainda favorecer a digestibilidade da fibra. Contudo esse efeito não foi observado por outros autores (Robles et al., 2007).

A frequência de alimentação afeta ainda o custo de produção. Segundo Pacheco (2006), o trabalho de dois fornecimentos diários de alimentação, representa 10,9% do custo total da alimentação.

Suplementação Mineral – Cálcio e Fósforo

Embora estejam em menor percentual, os minerais exercem funções vitais no organismo animal, podendo a deficiência de qualquer mineral comprometer o desempenho, mesmo que os demais nutrientes estejam em níveis adequados. Dentre os minerais, o cálcio é o mais abundante no corpo do animal e seu metabolismo está relacionado diretamente com o metabolismo do fósforo, de forma que o excesso ou a deficiência de um interfere na utilização do outro.

Por isso se faz necessário que os níveis destes minerais nas dietas utilizadas sejam adequados (Cavalheiro e Trindade, 1992). Contudo, Coelho da Silva (1995), comparando dados obtidos no Brasil com os estimados segundo método preconizado pelo AFRC (1991), concluiu que as estimativas das exigências líquidas de Ca e P diferiram em torno de 100% daquelas propostas pelo referido conselho.

As funções do cálcio no organismo estão relacionadas diretamente às funções do esqueleto, visto que 99% do cálcio corporal é encontrado nos ossos. Apesar de corresponder a apenas 1% do cálcio corporal, os níveis desse mineral fora do esqueleto são de suma importância às demais funções fisiológicas, exercendo papel na contração e relaxamento muscular, ativação enzimática, e modulando proteínas sanguíneas, entre outras funções (Suttle, 2010).

Do fósforo corporal, cerca de 80% é encontrado nos ossos e nos dentes, por isso a manutenção da estrutura óssea pode ser considerada sua função mais importante no organismo. Contudo, o fósforo desempenha diversas funções, que também não deixam de ter importância significativa no organismo, tais como: constituinte de ácidos nucleicos e de fosfolipídios, atua no metabolismo energético (transferência de energia via AMP, ADP e ATP) e nos equilíbrios osmótico e ácido base (Suttle, 2010).

O balanço de cálcio e fósforo no organismo é feito principalmente através do trato gastrintestinal (Kasmaei e Holtenius, 2012), o que faz com que os níveis dietéticos desses minerais tenham suma importância na homeostase corporal. Em dietas para ruminantes é comum a adoção de suplementação com fontes inorgânicas de minerais para atender a demanda do animal.

Contudo, estudos têm demonstrado que para bovinos de corte em sistema de confinamento, essa suplementação não é necessária para cálcio e fósforo (Prados, L.F., 2012; Silva, L.F.C, dados ainda não publicados) ou mesmo para cálcio, fósforo e microminerais (Prados, L.F., dados ainda não publicados) por não afetar o desempenho animal.

A ausência de suplementação pode ser atribuída ao fato do tempo de confinamento não ser longo o suficiente para gerar danos aos sistemas que requerem cálcio, fósforo e/ou microminerais para funcionamento, que as reservas desses minerais no corpo do animal garantem a homeostase dos sistemas, ou que à medida que se reduz a concentração dos minerais na dieta ocorre aumento na absorção verdadeira, permitindo assim reduzir a concentração dos minerais na dieta.

Prados (2012), trabalhando com bovinos machos cruzados em crescimento e terminação com três níveis de cálcio e fósforo na dieta (baixo = 38 e 86%; médio = 64 e 94%; normal = 89 e 102%, respectivamente de cálcio e fósforo em porcentagem da exigência do animal predita pelo BR-Corte (2010)) não verificaram diferenças no consumo de matéria seca, digestibilidade e desempenho dos animais, concluindo que as exigências do BR-Corte (2010) estão superestimadas, podendo essas serem reduzidas em 62% e 14%, respectivamente, para cálcio e fósforo.

A redução no fósforo dietético resulta em menor excreção deste no ambiente. Esta redução deve vir acompanhada de base científica, uma vez que

se este mineral não for oferecido em quantidade suficiente para suprir a exigência do animal, isto poderá resultar em redução do desempenho animal.

Contudo, não se sabe ao certo quais são os mecanismos utilizados/envolvidos para contornar a situação da menor oferta de cálcio e fósforo ao organismo. Para que deficiências desses minerais sejam identificadas, adota-se análises dos alimentos fornecidos, de tecidos específicos e sangue dos animais em estudo. Há de se considerar também os dados de desempenho produtivo. Dentre essas amostras destacam-se o sangue, a urina, as fezes e os ossos, os componentes carcaça e os não carcaça, que podem ser utilizadas para obter dados sobre o perfil mineral.

A regulação da homeostase corporal está intimamente relacionada à absorção intestinal de nutrientes, e o mesmo acontece para os minerais. A maioria dos minerais é absorvida no intestino por transportadores específicos. Assim, os sistemas de transporte através das membranas com o uso de transportadores são elementos chave na homeostase dos nutrientes, principalmente porque os mamíferos são capazes de adaptar o trato gastrointestinal (características funcionais e estruturais) de acordo com a dieta oferecida, daí a importância de se verificar os coeficientes de absorção para cada mineral.

Amostragem de Sobras

A pesquisa envolvendo animais de produção requer elevados investimentos incluindo gastos com aquisição dos animais, alimentação, mão de obra e grande número de análises laboratoriais.

Neste último item, porém, há uma lacuna a ser explorada. Na pesquisa com animais confinados há a necessidade de se conhecer a composição química das sobras no cocho, o que contribui para aumento do número de amostras destinadas às análises laboratoriais.

Conhecer a composição das sobras é indispensável para o conhecimento dos componentes ingeridos pelo animal, e, conseqüentemente, dos índices zootécnicos relacionados. A amostragem e análise incorreta das sobras gera confundimento e não permite que as conclusões sejam estabelecidas de forma confiável.

Comumente, essas sobras são analisadas separadamente para cada unidade e período experimentais. Para se obter dados com maior confiabilidade, adota-se número de períodos experimentais superior ou igual a três, o que contribui ainda mais com aumento do número de amostras destinadas às análises laboratoriais.

A redução do número de amostras para esse fim pode ser possível através do agrupamento de todos os períodos experimentais. Tomando como exemplo um experimento com três períodos experimentais, a realização desse agrupamento gera economia de 66%, comparado ao número inicial de amostras.

Na literatura consultada não há relatos de casos em que se estabeleceu comparação para aumentar o período em que as sobras foram agrupadas, sendo uma amostra única para todo o experimento a alternativa para redução de trabalho, dos custos e de tempo destinados às análises laboratoriais.

Exigências Nutricionais

Ainda no que diz respeito à procura por sistemas de produção financeira e ambientalmente mais eficientes, o caráter nutricional constitui importante fator. Por isso a adoção de tabelas de exigências nutricionais aplicadas a cada região tem extrema importância.

No Brasil, historicamente se adotou a formulação de dietas balanceadas com base nas exigências nutricionais sugeridas por conselhos internacionais (ARC, 1980; AFRC, 1993; NRC, 2000). Esses conselhos têm como base de dados animais *Bos taurus*, apesar da predominância nacional da criação de *Bos indicus* e seus mestiços.

Aliado a esse fato, tem-se reconhecido que animais zebuínos têm exigências nutricionais menores que taurinos (NRC, 2000), porém há relativa escassez de dados que se apliquem à realidade brasileira. Por esse motivo, elaborou-se a publicação da primeira edição das Tabelas Brasileiras de Exigências Nutricionais para Zebuínos, em 2006, com atualização em 2010.

No Brasil, o BR-Corte (Valadares Filho et al., 2010) tem atendido às expectativas locais, se adequando às características produtivas utilizadas, com ampliação de categorias animal e regimes de alimentação adotados. Contudo

ainda há lacunas nesse banco de dados, o que justifica novos estudos para determinação de exigências nutricionais, principalmente para animais cruzados com Holandês.

Apesar da importância da criação de animais cruzados Holandês x Zebu, justificada pela grande presença desses mestiços na produção de leite nacional, existem poucos dados provenientes de cruzamento de Holandês no BR-Corte (2010). Observa-se, ainda, na literatura, que há carência de dados de exigências nutricionais, desempenho e eficiência alimentar de machos castrados, mestiços, durante a fase de terminação.

Da mesma maneira que essa categoria animal carece de dados de suas exigências nutricionais, há carência de trabalhos para determinação das exigências de minerais para bovinos, e os existentes são conflitantes.

A partir do exposto, formularam-se as seguintes hipóteses:

- Diferentes frequências de alimentação não alteram o desempenho animal.
- A ausência de fosfato bicálcico em dietas de bovinos mestiços castrados em confinamento não altera o desempenho animal.
- A redução do número de análises laboratoriais de sobras em experimentos com bovinos confinados não altera as estimativas de consumo.

Tomou-se como objetivos:

- Avaliar consumo, digestibilidade, desempenho, características de carcaça e composição corporal de bovinos mestiços em confinamento alimentados em diferentes frequências de alimentação com dietas contendo diferentes níveis de cálcio e fósforo.
- Avaliar o efeito da redução do número de amostras destinadas às análises laboratoriais pelo agrupamento das amostras de sobras no período total do confinamento, sobre o desempenho produtivo.
- Quantificar as exigências nutricionais de energia, proteína e macrominerais de bovinos mestiços em confinamento

alimentados em diferentes frequências de alimentação com dietas contendo diferentes níveis de cálcio e fósforo.

- Avaliar a influência dos níveis de cálcio e fósforo dietéticos sobre os níveis de cálcio e fósforo séricos, assim como sua distribuição no organismo de bovinos castrados em confinamento, alimentados em diferentes frequências de alimentação com dietas contendo diferentes níveis de cálcio e fósforo.

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients: Report nº9. **Nutrition Abstracts and Reviews** (Series B) 62, 1993.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. London: Agricultural Research Council. The Gresham Press, 1980. 351p.
- AMARAL, P.M. **Desempenho e exigências nutricionais d bovinos mestiços Holandês x zebu alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa (dissertação de mestrado). 84p. 2012.
- CAVALHEIRO, A. C. L. & TRINDADE, D. S., **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pasto**. Porto Alegre: Sagra-DC-Luzzatto, 1992, 142p.
- CHASE, L. J. et al. Feeding behaviour of stress fed a complete mixed ration. **Journal of Dairy Science**, v. 59, n.11, p.1923-1928. 1976.
- COELHO DA SILVA, J.F. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: DZO, p. 467-504, 1995.
- DAMASCENO, J. C. et al. Respostas comportamentais de vacas holandesas com acesso a sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p. 709-715. 1999.
- DEVRIES, T. J., et al. Effect of Feeding Frequency on the Quality of TMR Available Throughout the Day. **Advances in Dairy Technology**. Volume 17, Abstract, p.35. 2005

- FERREIRA, J. J., **Desempenho e comportamento ingestivo de novilhos e vacas sob frequências de alimentação em confinamento**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. (dissertação de mestrado). 97p, 2006.
- GIBSON, J. P. The effect of feeding frequency on growth and efficiency of food utilization of ruminants: An Analysis of published results. **Animal Production.**, v. 32, p. 275-283. 1981.
- KASMAEI, K.M. & HOLTENIUS, K. Phosphorus net absorption in dairy cows subjected to abomasal infusion of inorganic phosphorus – a pilot study. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.** v. 97, p. 599-603. 2013.
- MARIZ, L.D.S. **Desempenho, produção de metano entérico e avaliação de locais para estimação da digestibilidade ruminal de bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e silagem de milho**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa (dissertação de mestrado). 98p. 2012.
- Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC. Acesso em 20 de fevereiro de 2014. **Disponível on line:** http://www.desenvolvimento.gov.br//arquivos/dwnl_1388692200.pdf
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 2000. 242p.
- PACHECO, P. S., et al. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.1, 309-320, 2006.
- PRADOS, L.F. **Desempenho e exigências nutricionais de bovinos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de cálcio e fósforo**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa (dissertação de mestrado). 112p. 2012.
- RAKES, A. H. et al. Some effects of feeding frequency on the utilization of isocaloric diets by young and adult sheep. **The Journal of Nutrition.** v. 75, p. 86-92, 1961.
- RIBEIRO, E. L. A., et al.. Desempenho, comportamento ingestivo e características de carcaça de cordeiros confinados submetidos a

- diferentes frequências de alimentação. **R. Bras. Zootec** v.40, p. 892-898, 2011.
- ROBLES, V., et al.. Effects of feeding frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behavior in heifers fed high-concentrate diets. **Journal of animal science** v.85, p. 2538-2547, 2007.
- ROTTA, P.P. **Desempenho produtivo, exigências nutricionais, e avaliação de métodos para estimação de fluxo de digesta em bovinos alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa (dissertação de mestrado). 174p. 2012.
- SATTER, L. D., et al.. Changes in digestive physiology of the bovine associated with various feeding frequencies. **Journal of Animal Science**. v. 21, p. 897-900, 1962.
- SCHUTZ, J. S., et al. Effect of feeding frequency on feedlot steer performance. **The Professional Animal Scientist**. v. 27 p. 14-18, 2011.
- SUTTLE, N.F. *The Mineral Nutrition of Livestock*, 4ed, UK. 579p, 2010.
- VALADARES FILHO, S.C., et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR-Corte**. 2 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2010, 193p.

CAPÍTULO 1

Reduzindo os custos de produção e de experimentação em bovinos confinados através da redução na frequência de alimentação e no número de análises laboratoriais

Resumo – Objetivou-se avaliar o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, o desempenho e as características de carcaça, de bovinos mestiços alimentados em diferentes frequências de alimentação em confinamento com dietas contendo diferentes níveis de cálcio e fósforo. Além disso, avaliou-se a redução do número de amostras de sobras destinadas às análises laboratoriais. Utilizaram-se 28 animais mestiços ½ Holandês x Zebu, machos, castrados, com peso corporal médio inicial de $377,5 \pm 49,4$ kg. Inicialmente, quatro animais foram abatidos e tomados como referência. Os 24 animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $2 \times 3 \times 2$, com dois níveis de concentrado (30 e 60%), três frequências de alimentação e dietas contendo ou não fontes inorgânicas de cálcio e fósforo. O volumoso foi a cana-de-açúcar triturada. As amostras de sobras foram analisadas semanalmente ou como amostras compostas no período total de confinamento. Os consumos de matéria seca (MS) e dos nutrientes não foram afetados ($P > 0,05$) pelas frequências de alimentação, mas foram superiores ($P < 0,05$) para as dietas com 60% de concentrado. O consumo de fósforo foi superior para as dietas suplementadas com fosfato bicálcico. Não houve efeito da frequência de alimentação, nem da suplementação com fosfato bicálcico ou das suas interações ($P > 0,05$) sobre as digestibilidades dos constituintes das dietas. Maiores níveis de concentrado proporcionaram maiores ganhos médios diários e rendimentos de carcaça quente e fria. Conclui-se que o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho não foram afetados pelas frequências de alimentação adotadas nem pelos níveis de cálcio e fósforo, contudo foram melhorados com o aumento do nível de concentrado. Quanto à amostragem de sobras, recomenda-se fazer uma única amostra composta para 84 dias de confinamento.

CHAPTER 1

Reducing production and experimentation costs for cattle in feedlots through the reduction of feeding frequency and number of laboratory analyses

Abstract - The aim of this study was to evaluate the effect of different feeding frequencies on crossbred feedlot cattle receiving diets containing different levels of calcium and phosphorus on intake, nutrient digestibility, performance, and carcass characteristics. Also, two schemes of sampling of orts (weekly or 84 days) were evaluated. Twenty-eight crossbred Holstein x Zebu steers with an average initial body weight of 377.5 ± 49.4 kg were utilized. Initially, four animals were slaughtered to be designated as the baseline animals. The 24 remaining animals were distributed in a completely randomized design as a 2 x 3 x 2 factorial scheme, with two levels of concentrate (30 and 60%), three feeding frequencies, and diets containing or lacking inorganic sources of calcium and phosphorus. The roughage was fresh sugarcane. The samples of orts were analyzed weekly or as composite samples for a total period of 12 weeks in the feedlot. The intake of dry matter (DM) and nutrients were not affected ($P>0.05$) by feeding frequency, but were greater ($P<0.05$) for diets containing 60% concentrate. The phosphorus intake was greater for diets that were supplemented with dicalcium phosphate. There was no effect of feeding frequency from either supplementation with dicalcium phosphate or its interactions ($P>0.05$) on the nutrient digestibility of the diets. Greater levels of concentrate provided greater average daily gains, as well as hot and cold carcass yields. Therefore, we conclude that the intake, nutrient digestibility, and performance are not influenced by feeding frequency through either levels of calcium or phosphorus; however, they do improve with the increase in concentrate level. For the sampling of orts, we recommend that a unique composite sample at 84 days on the feedlot be made.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que a maior fonte de custos operacionais nos sistemas de produção de bovinos está vinculada aos aspectos nutricionais, seja pelo custo da aquisição ou produção de alimentos, seja pelo custo com mão de obra para o fornecimento e demais manejos. Porém, a adoção de sistemas mais produtivos e rentáveis é necessária para a manutenção da competitividade da atividade.

Para que a redução desses custos seja possível são necessárias medidas econômicas que melhorem ou simplesmente não afetem os índices produtivos. Entre essas medidas têm-se a frequência com que a alimentação é fornecida aos animais. A redução na frequência de fornecimento da dieta aos animais reduz os custos (Pacheco et al., 2006), entretanto, esses efeitos são controversos.

Em revisão de literatura, Gibson et al. (1981) observaram que a resposta às maiores frequências de alimentação é maior quando o ganho de peso diário é baixo. Contudo, os mesmos autores afirmaram que há grandes variações entre as respostas encontradas nas diversas situações experimentais. Schutz et al. (2011) verificaram maiores ganhos de peso de bovinos em fase de terminação quando estes foram alimentados mais vezes ao dia, explicado pelo incremento observado no consumo. Enquanto Pazdiora et al. (2014) encontraram maiores consumos de alimento, contudo sem resposta no ganho de peso de vacas e novilhas com o aumento na frequência do fornecimento.

Outro aspecto que têm se mostrado como alternativa para redução das quantidades de insumos utilizados é a não suplementação de cálcio e fósforo para animais na fase de terminação.

Essa ausência de suplementação pode não afetar o desempenho animal devido ao fato do tempo de confinamento não ser longo o suficiente para gerar danos aos sistemas que requerem cálcio e/ou fósforo para funcionamento, ou que as reservas desses minerais no corpo do animal garantem a homeostase dos sistemas, ou que à medida que se reduz a concentração dos minerais na

dieta ocorre aumento na absorção verdadeira, permitindo assim reduzir a concentração dos minerais na dieta.

Outra alternativa para otimização de recursos, porém para sistemas experimentais, é a redução de amostras destinadas às análises laboratoriais, através do agrupamento de amostras de sobras no decorrer do experimento. Têm-se observado que esse agrupamento pode ser realizado, em trabalhos com animais confinados, nas amostras de sobras dos cochos, devido à semelhança na composição química entre semanas experimentais para cada animal. Porém esse agrupamento deve ser embasado em testes confiáveis, para que as conclusões sejam estabelecidas de forma correta.

Formulou-se a hipótese de que a redução da frequência de alimentação de duas para uma vez ao dia não afeta o desempenho, assim como a não suplementação inorgânica de cálcio e fósforo; e que as sobras de 12 semanas podem ser analisadas em uma única amostra composta.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o consumo e digestibilidade, o desempenho, possíveis alterações nos componentes da carcaça e do trato gastrointestinal e as características de carcaça, de bovinos mestiços em confinamento alimentados em diferentes frequências de alimentação com dietas contendo diferentes níveis de cálcio e fósforo. Além disso, nesse trabalho avaliou-se a possibilidade da redução do número de amostras destinadas às análises laboratoriais pelo agrupamento das amostras de sobras.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais

O experimento foi conduzido no Confinamento Experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG, Brasil, seguindo as recomendações do Comitê de Ética para Uso de Animais (CEUA/DZO/UFV Processo número 77/2013).

Foram utilizados 28 animais mestiços $\frac{1}{2}$ Zebu x Holandês, machos, castrados, com peso corporal médio inicial de $377,5 \pm 49,4$ kg. Após período de 21 dias de adaptação ao local e à dieta, quatro dos 28 animais foram abatidos, após serem submetidos a jejum de sólidos por 16 horas, e tomados como

referência para estimar o peso de corpo vazio (PCVZ) inicial dos animais remanescentes no experimento.

O abate foi feito por insensibilização via concussão cerebral seguido de sangria via secção da jugular. Para quantificação do PCVZ, o trato digestivo (rúmen-retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) de cada animal foi esvaziado, lavado, pesado e somado ao peso do coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, diafragma, mesentério, cauda, aparas, cabeça, couro, pés, sangue e da carcaça.

Os 24 animais restantes foram mantidos em baias individuais dotadas de comedouros e bebedouros de concreto durante 84 dias de confinamento.

Tratamentos e Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3x2, com dois níveis de concentrado (30 e 60%), três frequências de alimentação (alimentação completa fornecida pela manhã, às 8:00 horas: 1V/1C; volumoso fornecido em sua totalidade pela manhã e concentrado dividido em duas vezes, às 8:00 e às 16:00 horas: 1V/2C; e alimentação volumosa e concentrada dividida em duas porções iguais ao dia: 2V/2C) e dietas contendo ou não fontes inorgânicas de cálcio e fósforo.

As dietas foram isoprotéicas, com 12% de PB e formuladas de acordo com o BR-Corte 2010 (Valadares Filho et al., 2010) para ganho de 1,2 kg por dia. O volumoso utilizado foi a cana-de-açúcar triturada, fornecida *in natura*, corrigida para 12% de PB com a mistura uréia/sulfato de amônio na proporção 9:1.

O concentrado foi constituído de milho grão moído, casca de soja, farelo de soja, sal comum e mistura mineral, contendo ou não fosfato bicálcico, que nas dietas sem fosfato bicálcico foi substituído por areia. A composição química dos alimentos utilizados na elaboração das dietas é apresentada na Tabela 1, e as proporções dos ingredientes dos concentrados e nas dietas e sua composição são apresentados na Tabela 2.

Tabela 1. Composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais

Item	MS %	MO	PB	EE	FDNcp % MS	FDNi	CNF	Ca	P
Cana-de-açúcar	26,7	96,1	3,1	1,6	52,7	26,4	38,7	0,41	0,06
Uréia/S.A.	98,6	99,7	261,2	-	-	-	-	-	-
Sal	98,6	1,7	-	-	-	-	-	-	-
Farelo de Soja	88,2	93,9	46,2	2,2	19,2	0,3	26,3	0,28	0,64
Bicarbonato de Sódio	97,1	0,9	-	-	-	-	-	-	-
Óxido de Magnésio	99,4	4,6	-	-	-	-	-	-	-
Milho	87,1	98,8	8,3	2,5	15,8	1,4	72,2	0,03	0,25
Casca de Soja	88,8	95,5	11,4	1,5	59	3,1	23,6	0,69	0,14
Mistura Micromineral	98,6	1,7	-	-	-	-	-	-	-
Fosfato Bicálcico	98,6	8,3	-	-	-	-	-	24,10	18,50
Areia	99,8	0,4	-	-	-	-	-	-	-

MS = Matéria Seca, MO = Matéria Orgânica, PB = Proteína Bruta, EE = Extrato Etéreo, FDNcp = Fibra insolúvel em Detergente Neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = Carboidratos Não Fibrosos, Ca = Cálcio, P = Fósforo. Mistura Micromineral composta por Sulfato de Cobalto (0,21%), Sulfato de Cobre (16,78%), Sulfato de Manganês (26,23%), Sulfato de Zinco (56,33%), Iodeto de Potássio (0,36%) e Selenito de Sódio (0,09%).

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Item ²	60% Concentrado		30% Concentrado	
	Com FB ¹	Sem FB	Com FB	Sem FB
	Proporção			
Cana-de-açúcar	39,77	39,77	68,5	68,5
Uréia/S.A.	1,5	1,5	2,5	2,5
Sal	0,4	0,4	0,2	0,2
Farelo de Soja	2,6	2,6	1,1	1,1
Bicarbonato de sódio	0,5	0,5	0,3	0,3
Óxido de magnésio	0,3	0,3	0,1	0,1
Milho Fubá	27,1	27,1	13,3	13,3
Casca de Soja	27,7	27,7	13,67	13,67
Mistura Micromineral	0,03	0,03	0,03	0,03
Fosfato Bicálcico	0,1	-	0,3	-
Areia	-	0,1	-	0,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
	Composição Química			
MS	63,91	63,91	46,37	46,37
MO	95,41	95,41	95,59	95,59
EE	1,79	1,79	1,66	1,66
FDN cp	42,08	42,08	46,48	46,48
FDNi	11,74	11,74	18,68	18,68
PB	11,76	11,76	11,82	11,82
CNF	42,18	42,18	39,63	39,63
Ca	0,40	0,37	0,46	0,38
P	0,16	0,14	0,15	0,10

1/ FB = Fosfato Bicálcico.

2/ MS = Matéria Seca, MO = Matéria Orgânica, PB = Proteína Bruta, EE = Extrato Etéreo, FDNcp = Fibra insolúvel em Detergente Neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = Carboidratos Não Fibrosos, Ca = Cálcio, P = Fósforo.

Estimação do Consumo e Ensaio de Digestibilidade

Diariamente os alimentos foram fornecidos, amostrados e ajustados para que as sobras se mantivessem em torno de 5% do oferecido. Da mesma forma, as sobras foram amostradas diariamente. Essas amostras foram agrupadas a cada semana de forma proporcional, secas em estufa com ventilação forçada (55°C), moídas em moinhos de facas com peneiras com

crivos de 1 mm, e armazenadas em potes plásticos para posteriores análises laboratoriais.

As amostras de sobras foram analisadas semanalmente ou como amostras compostas. As amostras compostas foram formadas pelo agrupamento das amostras semanais de acordo com a proporção, em base da amostra seca ao ar, de sobras nos cochos em cada semana obtendo-se assim duas estimativas de consumo: uma quando as sobras foram consideradas como única amostra composta e outra quando as sobras foram consideradas semanalmente.

As estimativas de consumo de matéria seca foram comparadas ao predito pelo BR-Corte.

Para determinação das digestibilidades das dietas foram realizados dois ensaios, com coleta total de fezes durante 72 horas consecutivas, na quinta e nona semanas experimentais. As fezes foram acondicionadas em bandejas de alumínio e parcialmente secas em estufa com ventilação forçada, (55°C) e moídas em moinho de facas com peneiras de 1 mm e 2 mm. Para cada animal, foi agrupada uma amostra composta proporcional em cada período de coletas, com base no peso seco ao ar de cada dia de coleta, para posteriores análises laboratoriais.

As quantificações de matéria seca (MS), matéria mineral, nitrogênio, extrato etéreo (EE), e fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) foram realizadas conforme técnicas descritas por Detmann et al. (2012): métodos INCT-CA G-003/1, INCT-CA M-001/1, INCT-CA N-001/1, INCT-CA F-001/1, e INCT-CA G-004/1, respectivamente. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados conforme descrito por Detmann e Valadares Filho (2010). A energia digestível (ED) foi obtida a partir dos teores de PB, EE, FDNcp e CNF digestíveis multiplicados pelos seus respectivos valores energéticos, conforme descrito pelo NRC (2001).

Ganho de Peso e Componentes Corporais

Os animais foram pesados a cada 28 dias para avaliação do ganho de peso, sempre às 8:00 horas da manhã e após jejum de sólidos por 16 horas. Ao final dos 84 dias, os 24 animais foram abatidos, adotando os mesmos

procedimentos descritos para os quatro animais tomados como referência. As carcaças foram mantidas em câmara fria a 4°C durante 24 horas.

Após resfriamento da carcaça, essa foi pesada para avaliação do rendimento de carcaça fria e medida para avaliação do seu comprimento. Foram mensuradas, ainda, a espessura de gordura subcutânea e a área de olho de lombo, ambas na altura da 12^a costela.

Análises Estatísticas

As comparações das estimativas de consumo em função do método de avaliação de sobras foram validadas pela montagem de um modelo de regressão linear simples de valores observados quando as sobras foram analisadas como uma amostra composta (variável dependente) e valores observados quando as sobras foram analisadas semana a semana (variável independente) usando o teste de hipótese simultânea (Mayer et al., 1994):

$$H_0: \beta_0 = 0 \text{ e } \beta_1 = 1$$

Valores preditos e observados foram considerados similares quando a hipótese nula não foi rejeitada. O mesmo teste foi adotado para verificar a semelhança entre o consumo de matéria seca observado e o predito pelo BR-Corte.

Os demais dados foram submetidos à análise de variância. Quando verificada diferença estatística entre os tratamentos foi utilizado a diferença mínima significativa ajustada para comparações das médias. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o uso do PROC MIXED do programa SAS (Versão 9.1), utilizando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Amostragem de Sobras

A justificativa para a utilização da cana-de-açúcar como volumoso se deve à percepção de que as sobras dos cochos quando as dietas são à base desse volumoso apresentam grande variação entre animais, devido à seleção

durante a ingestão por parte do animal, que evita as partes secas e mais fibrosas.

Nesse experimento foram encontrados teores de matéria seca das sobras oscilando entre 25,06 e 82,21. Para proteína bruta esses valores variaram entre 4,01 e 14,11%, enquanto para FDNcp a variação encontrada foi entre 32,52 e 77,06%. Esses dados são apresentados na Tabela 3, para os dois níveis de concentrado. Como é possível notar, para todos os casos, essa variação refletiu no alto desvio padrão da média.

Os consumos de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e FDNcp calculados levando em consideração as sobras semanais ou as amostras compostas, em kg por dia e em porcentagem do peso corporal estão descritos na Tabela 4. Enquanto as comparações das estimativas de consumo, validadas pela montagem do modelo de regressão linear simples, onde $\beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1$, de valores observados quando as sobras foram analisadas como uma amostra composta e valores observados quando as sobras foram analisadas semanalmente são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 3. Estatística descritiva da composição química das amostras de sobras em função do nível de concentrado da dieta

Nível de Concentrado	Item	Média	Desvio	Máx.	Mín.	N
			Padrão			
30%	Matéria Seca	33,74	6,446	70,82	25,06	141
	Proteína Bruta	8,30	2,144	14,11	4,14	141
	FDNcp	54,43	5,513	77,06	37,85	141
60%	Matéria Seca	44,97	11,301	82,21	25,90	140
	Proteína Bruta	10,03	2,332	13,84	4,01	140
	FDNcp	47,97	6,222	61,45	32,52	140

Tabela 4. Estatística descritiva referente às estimativas dos consumos quando as sobras foram consideradas semanalmente ou como uma amostra composta para o período total de confinamento

Agrupamento	Item	Média	Desvio Padrão	Máx.	Mín.	n
Semanalmente	MS	8,86	1,844	12,58	5,88	24
	MO	8,43	1,743	11,95	5,61	24
	PB	1,11	0,231	1,57	0,73	24
	FDNcp	3,99	0,735	5,48	2,77	24
Amostra Composta	MS	8,85	1,842	12,47	5,85	24
	MO	8,42	1,741	11,84	5,59	24
	PB	1,11	0,229	1,57	0,73	24
	FDNcp	4,01	0,741	5,45	2,73	24
g/kg PC						
Semanalmente	MS	21,92	3,274	26,39	15,38	24
	MO	20,86	3,084	25,09	14,68	24
	PB	2,76	0,413	3,33	2,00	24
	FDNcp	9,91	1,220	11,62	7,17	24
Amostra Composta	MS	21,98	3,282	26,47	15,43	24
	MO	20,92	3,092	25,15	14,73	24
	PB	2,76	0,410	3,33	2,00	24
	FDNcp	9,96	1,247	11,69	7,23	24

MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína bruta

Tabela 5. Parâmetros da regressão entre as estimativas de consumo quando as sobras foram analisadas como uma amostra composta e quando as sobras foram analisadas semanalmente

Item ³	Parâmetros da Regressão ¹		r ²	sxy	Valor-P ²
	Intercepto	Inclinação			
CMS	0,011 ± 0,054	0,998 ± 0,006	0,999	0,053	0,701
CMO	0,008 ± 0,051	0,998 ± 0,006	0,999	0,049	0,631
CPB	0,007 ± 0,006	0,993 ± 0,006	0,999	0,006	0,473
CFDN	-0,018 ± 0,043	1,008 ± 0,011	0,997	0,037	0,189

¹/ Estimativa ± Erro Padrão.

²/ H₀: β₀ = 0 e β₁ = 1

³/ CMS = Consumo de matéria Seca. CMO = Consumo de matéria orgânica. CPB = Consumo de Proteína Bruta. CFDN = Consumo de Fibra insolúvel em detergente neutro.

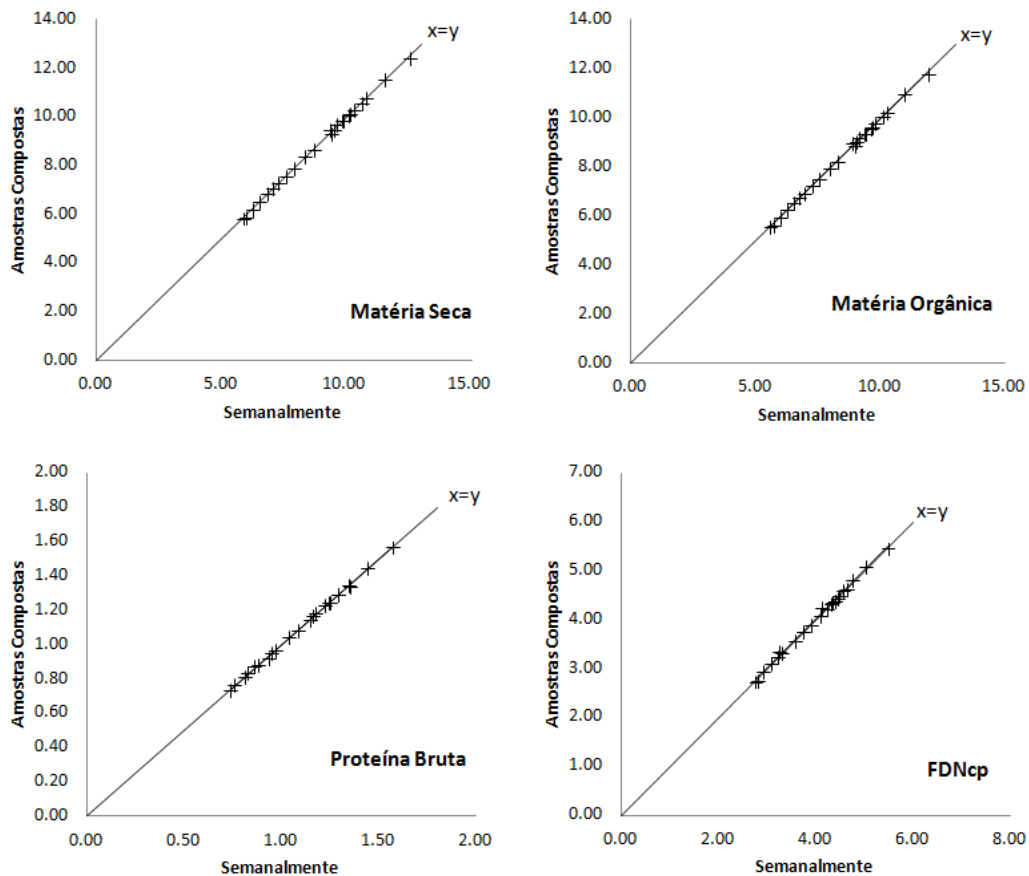


Figura 1. Representação gráfica dos modelos entre consumo estimado semanalmente ou por amostras compostas.

Como observado na Tabela 5, em todos os casos opta-se pela não rejeição de H_0 ($P > 0,05$), indicando que para se estabelecer o consumo de matéria seca e dos diferentes componentes é possível realizar o agrupamento de forma proporcional das amostras semanais de sobras. As representações gráficas dos modelos estão apresentadas na Figura 1.

A redução do número de amostras destinadas às análises laboratoriais torna-se, portanto, possível através do agrupamento de todos os períodos experimentais. Tomando como exemplo um experimento com três períodos, a realização desse agrupamento gera economia de 66%, comparado ao número inicial de amostras.

Loy (1997) enfatizou que a avaliação do material remanescente no cocho em confinamentos de gado de corte através de escores visuais, quanto ao seu grau de deterioração, é uma prática que pode ser adotada. Para que isso seja viável deve-se basear em dois pressupostos: de que o consumo de

partes não selecionadas pelo animal, em geral com menor valor nutritivo, não afeta o desempenho; e que o período para amostragem pode ser estendido. Tomando por base que a análise de amostras semanalmente é dispensável, essas outras alternativas devem ser testadas para redução na amostragem de sobras.

Recomenda-se para amostragem e agrupamento de amostras de sobras o seguinte procedimento:

1. Amostrar diariamente 10% do conteúdo do cocho e armazenar em saco plástico hermeticamente fechado, em freezer (-20°C).
2. Semanalmente agrupar as sete amostras, homogeneizar, amostrar 20% do total. Prosseguir com a secagem da amostra, segundo método INCT-CA G-001/1 (Dettmann, et al., 2012).
3. Moer em moinhos de faca.
4. Decorridos 84 dias, agrupar todas as amostras proporcionalmente, com base no peso seco ao ar de sobras.

Consumo e Digestibilidade

Apesar das duas estimativas de consumo obtidas serem similares, optou-se pela utilização, nos dados que seguem, dos valores obtidos através das análises semanais de sobras. Isso devido ao fato da adoção desses valores para validar a possibilidade no agrupamento das sobras.

Os consumos dos nutrientes, em valores absolutos e relativos são apresentados na Tabela 6. Não houve diferenças ($P>0,05$) entre as frequências de alimentação adotadas, assim como observado por outros autores (Lawrence et al., 1998; Soto-Navarro et al., 2000; Robles et al., 2007). A suplementação com fosfato bicálcico também não afetou o consumo ($P>0,05$). Observou-se, porém, influência da relação volumoso:concentrado no consumo ($P<0,05$).

A cana-de-açúcar apresenta FDN_{cp} com baixa taxa de degradação no rúmen (Ørskov & Hovell, 1978; Preston, 1982), o que implica em menor taxa de passagem ruminal (Ravelo et al., 1978; Oliveira et al. 2011). Em resposta a esses efeitos, observou-se maior consumo para as dietas com relação volumoso:concentrado 40:60.

Esses dados corroboram às observações de Detmann et al. (2003) e permitem inferir que houve aumento na contribuição dos mecanismos físicos de regulação de consumo a partir do momento em que o nível de volumoso da dieta foi elevado. As dietas com maior proporção de cana-de-açúcar apresentam maiores teores de FDNi (18,68 versus 11,74%). Maiores níveis das porções fibrosas indegradáveis no rúmen podem afetar negativamente a taxa de passagem, contribuindo para maior enchimento físico e restringindo maiores consumos, como observado.

Os consumos de matéria seca observados foram comparados ao predito para animais mestiços pelo BR-Corte (Valadares Filho et al., 2010), através da equação $CMS = -2,6098 + 0,08844PVM^{0,75} + 4,4672GMD - 1,3579GMD^2$, onde CMS é consumo de matéria seca (kg), $PVM^{0,75}$ é peso metabólico médio ($kg^{0,75}$) e GMD é ganho de peso médio diário (kg).

Em condições tropicais, recomenda-se a adoção dessa equação para bovinos mestiços de corte, visto que seu banco de dados foi composto por animais em situação semelhante, contudo com número de animais provenientes de cruzamentos com a raça Holandesa é muito pequeno. Assim, a equação sugerida pelo BR-Corte (2010) não se aplicou aos dados obtidos nesse experimento ($P < 0,01$), concluindo-se pela rejeição de H_0 . Como pode ser observado na Figura 2, a equação subestimou o consumo, quase todos os dados estando acima da linha de igualdade, para animais com PVM médio de $89,8 kg^{0,75}$ e GMD médio de 0,82kg/dia.

Tabela 6. Consumo de matéria seca e dos nutrientes em bovinos mestiços Holandês × Zebu castrados, alimentados sob diferentes frequências de alimentação e níveis de cálcio e fósforo.

Item	Frequência de Alimentação			Nível de Concentrado		Suplementação FB		P-valor						
	1V/1C	1V/2C	2V/2C	60%	30%	Com	Sem	freq	nív	supl	freq×nív	freq×supl	nív×supl	freq ×nív×supl
<i>Consumo (kg/dia)</i>														
MS	8,82	8,84	8,98	10,22	7,53	9,01	8,74	0,973	0,001	0,684	0,676	0,931	0,795	0,582
MO	8,39	8,41	8,55	9,72	7,18	8,58	8,32	0,974	0,001	0,684	0,668	0,931	0,795	0,582
PB	1,13	1,12	1,15	1,32	0,95	1,15	1,12	0,973	0,001	0,715	0,645	0,939	0,842	0,636
EE	0,17	0,17	0,17	0,21	0,13	0,17	0,17	0,973	<0,001	0,721	0,711	0,844	0,741	0,528
FDNcp	3,99	4,04	4,10	4,54	3,55	4,10	3,99	0,957	0,007	0,693	0,670	0,924	0,810	0,565
NDT	6,64	6,73	6,85	7,86	5,62	6,77	6,71	0,940	0,001	0,907	0,881	0,961	0,511	0,676
CNF	3,40	3,37	3,44	3,92	2,88	3,46	3,35	0,979	0,002	0,661	0,670	0,944	0,755	0,590
<i>Consumo (g/dia)</i>														
Ca	37,7	38,0	38,5	42,67	33,45	40,70	35,43	0,967	0,004	0,059	0,696	0,908	0,350	0,586
P	13,1	12,7	13,23	16,06	9,97	14,82	11,21	0,896	<0,001	<0,001	0,618	0,937	0,107	0,644
<i>Consumo (g/kg PC)</i>														
MS	217	221	222	247	193	226	214	0,905	<0,001	0,185	0,583	0,988	0,875	0,592
MO	207	211	211	235	184	215	204	0,906	<0,001	0,186	0,585	0,988	0,875	0,593
FDNcp	099	101	101	110	091	103	098	0,815	0,001	0,213	0,629	0,983	0,890	0,586

MS = Matéria Seca. Mo = Matéria Orgânica. PB = Proteína Bruta. EE = Extrato Etéreo. FDNcp = Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína. NDT = Nutrientes digestíveis totais. CNF = Carboidratos não fibrosos. Ca = Cálcio. P = Fósforo.

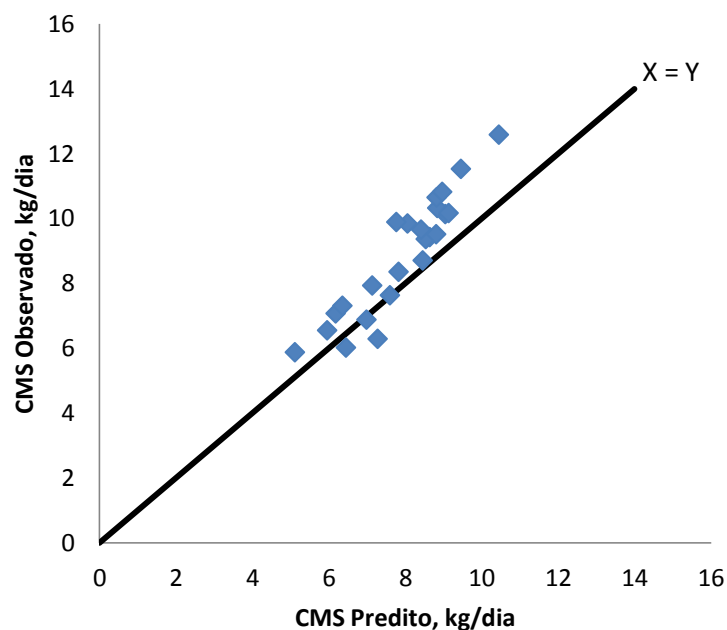


Figura 2. Relação entre CMS Observado e Predito pelo BR-Corte.

Observa-se que o consumo voluntário dos animais mestiços Holandês x Zebu foram superiores ($P < 0,05$) aos preditos pelo BR-Corte. Jorge et al. (1997) observaram consumo de matéria seca 4,24% superior para animais cruzados com Holandês em comparação com animais cruzados com outras raças de corte. Assim, há a necessidade de formulação de equações para animais com essas características em fase de terminação em confinamento.

Quanto aos consumos dos minerais, observou-se diferença nos consumos de cálcio nos tratamentos com maior relação volumoso/concentrado, proporcionado pelo maior consumo de matéria seca. A não suplementação com fosfato bicálcico não ocasionou queda no consumo de cálcio em relação aos animais suplementados. Na Tabela 1, é possível notar que as concentrações de cálcio nos alimentos utilizados, principalmente a cana-de-açúcar e a casca de soja, são elevadas em comparação aos outros alimentos utilizados em proporção inferior nas dietas, como o milho. Devido a isso, a quantidade de fosfato bicálcico necessária para balancear as dietas foi pequena, não sendo suficiente para gerar diferença no consumo desse mineral.

Comportamento contrário foi observado para o consumo de fósforo. Além da diferença observada nessa variável para o nível de concentrado na

dieta, também com maiores consumos de fósforo para a dieta com maior consumo, foi observada diferença ocasionada pela não suplementação com fosfato bicálcico. Os animais alimentados com as dietas sem suplementação tiveram consumo de fósforo inferior àqueles alimentados com as dietas que tinham suplementação, mostrando que as dietas foram eficientes em fornecer níveis distintos desse mineral.

O consumo de fósforo nas dietas suplementadas com fosfato bicálcico representou 92,0% das exigências estimadas pelo BR-Corte (2010), contra 69,60% para as dietas não suplementadas. Já no NRC (2000) esses consumos representaram 84,2 e 65,5%, respectivamente para as dietas suplementadas ou não; enquanto pelo AFRC (1993) representaram 73,7 e 55,7%.

A suplementação não atingiu 100% das exigências estimadas pelo BR-Corte devido ao fato de estudos não terem observado diferenças no desempenho de bovinos não suplementados com fontes inorgânicas de fósforo em até 86% das exigências nutricionais desse mineral (Prados, 2012; Silva, dados ainda não publicados).

A ausência de fosfato bicálcico na dieta implicou em redução de 19,52 gramas por dia para cada animal. Considerando um período médio de confinamento para animais em fase de terminação de 100 dias, o resultado é a economia de 1,95 kg por animal de fosfato bicálcico, o que representa grande racionamento de recursos financeiros e naturais para a terminação de bovinos.

Não houve efeito da frequência de alimentação, nem da suplementação com fosfato bicálcico ou das suas interações ($P > 0,05$) sobre as digestibilidades dos constituintes das dietas (Tabela 7). As digestibilidades da matéria seca, da matéria orgânica, da FDNcp e da proteína bruta foram afetadas apenas pela proporção de concentrado na dieta. Os teores de minerais nas dietas não influenciaram as digestibilidades dos nutrientes, corroborando com dados consultados na literatura (Goetsch e Owens, 1985; Prados, 2012; Varner e Woods, 1972).

Tabela 7. Digestibilidades (g/kg) da matéria seca e dos nutrientes obtidas para bovinos mestiços Holandês x Zebu castrados, alimentados sob diferentes frequências de alimentação e níveis de cálcio e fósforo.

Item	Frequência de Alimentação			Nível de Concentrado		Suplementação FB		P-valor						
	1V/1C	1V/2C	2V/2C	60%	30%	Com	Sem	freq	nív	supl	freqxnív	freqxsupl	nívxsupl	freqxnívxsupl
MS	652,78	652,44	675,61	692,19	621,20	652,79	660,60	0,495	0,044	0,434	0,980	0,979	0,434	0,795
MO	668,46	668,35	689,54	704,33	640,09	666,95	677,49	0,515	0,032	0,367	0,992	0,986	0,446	0,798
FDNcp	496,93	500,91	521,38	555,59	446,83	486,95	515,48	0,515	0,047	0,281	0,684	0,909	0,969	0,668
PB	648,13	658,67	674,56	649,40	673,53	655,09	667,85	0,469	0,014	0,351	0,786	0,789	0,483	0,756
CNF	917,65	918,05	924,74	914,41	927,78	921,26	920,65	0,311	0,519	0,618	0,442	0,332	0,124	0,571

MS = Matéria Seca. MO = Matéria Orgânica. PB = Proteína Bruta. EE = Extrato Etéreo. FDNcp = Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína. NDT = Nutrientes digestíveis totais. CNF = Carboidratos não fibrosos.

Para a digestibilidade da matéria seca, os valores observados na dieta com relação 40:60 foram 11,43% maiores, valor que pode ser justificado pelo fato das maiores concentrações de CNF nessas dietas., em detrimento ao nível de FDNcp, e seus respectivos valores de digestibilidade. Há relação direta entre a digestibilidade da matéria seca e a digestibilidade dos demais nutrientes. Assim, para as digestibilidades da matéria orgânica e da FDNcp foram verificadas maiores digestibilidades para as dietas com 60% de concentrado ($P < 0,05$). Outro fator é a presença de casca de soja nas dietas, aumentada nas dietas com maior proporção de concentrado, e à alta digestibilidade da sua FDN (Bach et al., 1999).

No caso da digestibilidade da proteína bruta, a diferença observada foi contrária às demais. Houve maior digestibilidade na dieta com 30% de concentrado. Provavelmente isso ocorreu devido à maior quantidade de PDR nessa dieta. Ao observar as composições das dietas é possível notar que a maior presença de PDR nessa dieta é gerada pela maior proporção de uréia na mesma, como fonte de nitrogênio para suprir as deficiências geradas pela utilização da cana-de-açúcar em maior proporção nas dietas.

Alterações no TGI, Desempenho e Características de Carcaça

A frequência de alimentação não afetou nenhuma das partes do trato gastrointestinal dos animais, nem quando analisado em peso absoluto ou relativo ao PCVZ. O mesmo comportamento foi observado para os dois níveis de cálcio e fósforo. Contudo, o nível de concentrado na dieta alterou o peso absoluto do intestino delgado e o tamanho relativo do rúmen/retículo (Tabela 8).

O intestino delgado foi maior para o maior nível de concentrado, correlacionado ao maior aporte e à maior absorção de nutrientes para dietas com maior nível de concentrado. Essa alteração não refletiu no tamanho relativo do intestino delgado, uma vez que esse tratamento proporcionou também maior ganho de PCVZ. Foi observado comportamento contrário para o rúmen/retículo (RR), que foi maior para o tratamento de menor nível de concentrado. As dietas com menor concentrado têm maior nível de fibra,

Tabela 8. Trato gastrointestinal de bovinos mestiços Holandês x Zebu castrados, alimentados sob diferentes frequências de alimentação e níveis de cálcio e fósforo

Item	Frequência de Alimentação			Nível de Concentrado		Suplementação FB		P-valor							
	1V/1C	1V/2C	2V/2C	60%	30%	Com	Sem	freq	nív	supl	freqxnív	freqxsupl	nívxsupl	freqxnívxsupl	
	<i>em kg</i>														
RR	7,63	6,97	7,43	7,37	7,32	7,22	7,47	0,645	0,927	0,674	0,790	0,948	0,948	0,369	
Omaso	3,06	2,99	2,98	3,03	2,99	3,05	2,97	0,984	0,909	0,797	0,908	0,916	0,608	0,801	
Abomaso	1,16	1,25	1,16	1,28	1,10	1,11	1,27	0,677	0,103	0,126	0,554	0,506	0,615	0,513	
Int. delgado	4,55	4,26	4,65	4,90	4,08	4,43	4,55	0,558	0,018	0,703	0,567	0,355	0,161	0,685	
Int. Grosso	2,83	2,76	2,80	2,84	2,76	2,69	2,91	0,970	0,704	0,655	0,234	0,669	0,496	0,324	
Total	19,23	18,25	19,03	19,43	18,25	18,50	19,17	0,803	0,372	0,610	0,652	0,838	0,922	0,436	
	<i>em kg/kgPCVZ</i>														
RR	1,98	1,86	1,93	1,80	2,05	1,89	1,96	0,329	0,002	0,286	0,695	0,339	0,466	0,177	
Omaso	0,79	0,79	0,78	0,74	0,83	0,79	0,78	0,969	0,126	0,830	0,998	0,745	0,296	0,767	
Abomaso	0,30	0,34	0,30	0,32	0,31	0,29	0,34	0,629	0,786	0,217	0,416	0,711	0,786	0,548	
Int. delgado	1,17	1,15	1,21	1,20	1,15	1,16	1,19	0,761	0,497	0,640	0,811	0,379	0,213	0,955	
Int. Grosso	0,73	0,74	0,74	0,69	0,78	0,70	0,77	0,984	0,155	0,262	0,477	0,827	0,261	0,403	
Total	4,97	4,89	4,96	4,75	5,13	4,83	5,05	0,915	0,064	0,258	0,744	0,629	0,645	0,421	

RR = Rúmen-Retículo

portanto maior enchimento físico, comprovado pela menor percentagem de PCVZ em relação ao peso corporal em jejum (Tabela 9).

O aumento do RR é uma alternativa para tentar alcançar maior nível de ingestão de nutrientes, visto que o consumo é regulado pela interação desses fatores físicos associados à fatores fisiológicos (Forbes, 1996).

Os dados referentes ao desempenho produtivo e às características de carcaça são apresentados na Tabela 9. As frequências de alimentação não afetaram os resultados, condizendo com outras citações da literatura (Ferreira, 2009; Ribeiro et al., 2011) nem pela ausência de fontes minerais de cálcio e fósforo nas dietas (Prados, 2012; Costa e Silva, dados não publicados). Porém maiores níveis de concentrado proporcionaram maiores ganhos médios diários, tanto do peso corporal quanto em PCVZ, explicado pelo maior consumo de nutrientes digestíveis totais (Missio et al., 2009).

De acordo com valores preditos por Valadares Filho et al. (2010), para bovinos mestiços castrados em regime de confinamento, as dietas com relação volumoso concentrado de 40:60 atendem à exigência de proteína metabolizável para ganho médio diário de 1,51 kg e de energia metabolizável de 1,44 kg. Para as dietas 70:30, os ganhos estimados são de 0,70 e 0,69 kg, de acordo com o fornecimento de proteína e energia metabolizáveis, respectivamente. Em todos os casos os valores preditos foram superiores aos observados, provavelmente devido ao pequeno número de animais mestiços com a raça Holandesa no banco de dados utilizado para predizer o ganho.

Quanto às eficiências de conversão de matéria seca em peso corporal, nem as frequências de alimentação nem a suplementação com fosfato bicálcico foram significativas. Contudo, os animais alimentados com dietas com 60% de concentrado se mostraram mais eficientes nessa conversão, tanto quando foi avaliada a relação entre o ganho médio diário e o consumo de matéria seca, quanto a relação entre o ganho de peso de corpo vazio e o consumo de matéria seca.

Tabela 9. Desempenho e Características de Carcaça de bovinos mestiços Holandês x Zebu castrados, alimentados sob diferentes frequências de alimentação e níveis de cálcio e fósforo.

Item	Frequência de Alimentação			Nível de Concentrado		Suplementação FB		P-valor						
	1V/1C	1V/2C	2V/2C	60%	30%	Com	Sem	freq	nív	supl	freqxnív	freqxsupl	nívxsupl	freqxnívxsupl
PCVZf, kg	386,39	376,65	386,55	410,63	355,77	382,99	383,41	0,938	0,046	0,986	0,812	0,944	0,717	0,752
GMD, kg/dia	0,988	0,704	0,768	1,077	0,563	0,864	0,776	0,095	0,001	0,400	0,337	0,598	0,963	0,519
GPCVZ, kg/dia	1,10	0,94	1,04	1,33	0,72	1,09	1,09	0,362	<0,001	0,211	0,219	0,733	0,553	0,341
EGPCVZ	0,119	0,105	0,113	0,130	0,095	0,118	0,107	0,107	0,002	0,325	0,535	0,495	0,852	0,725
EGMD	0,108	0,079	0,082	0,105	0,074	0,094	0,086	0,265	0,001	0,104	0,241	0,753	0,429	0,612
RCQ, %	54,09	55,44	54,58	55,45	53,95	54,51	53,89	0,256	0,036	0,326	0,637	0,912	0,408	0,741
RCF, %	52,97	54,24	53,52	54,29	52,53	53,12	52,70	0,281	0,014	0,669	0,437	0,184	0,556	0,224
EGS, mm	3,26	3,33	3,95	4,40	2,63	3,17	3,85	0,619	0,106	0,610	0,530	0,068	0,578	0,128
CC, cm	131,3	131,5	132,0	134,1	129,1	130,1	133,1	0,948	0,022	0,141	0,283	0,510	0,551	0,992
AOL, cm ²	59,53	53,10	57,49	60,65	52,76	58,73	54,69	0,406	0,062	0,315	0,912	0,292	0,189	0,504

PCVZi = Peso de corpo vazio inicial. PCVZf = peso de corpo vazio final. GMD = Ganho médio diário. GPCVZ = Ganho de peso de corpo vazio. EGPCVZ = Eficiência de utilização da matéria seca para conversão em corpo vazio. EGMD = Eficiência de utilização da matéria seca para conversão em peso corporal. RCQ = Rendimento de carcaça quente. RCF = Rendimento de carcaça fria. EGS = Espessura de Gordura Subcutânea. CC = Comprimento de Carcaça. AOL = Área de olho de lombo.

Os rendimentos de carcaça quente e fria foram influenciados ($P < 0,05$) pelo nível de concentrado, sendo maior para as dietas com 60% de concentrado. Ou seja, a tendência dos animais alimentados nessa relação apresentarem menor tamanho de trato gastrointestinal refletiu sobre o maior rendimento da carcaça quente e fria.

O melhor nível nutricional das dietas com maior proporção de concentrado refletiu ainda em carcaças maiores e com maior espessura de gordura subcutânea. Observa-se que as carcaças dos animais alimentados com a dieta 70:30 apresentaram EGS inferior ao exigido pelos frigoríficos brasileiros (Costa et al., 2002) refletindo na necessidade de melhor acabamento dessas carcaças.

CONCLUSÕES

A redução de custos nos sistemas de produção de bovinos em confinamento pode ser efetivada através da redução na frequência de fornecimento da alimentação, visto que o fornecimento da dieta uma única vez ao dia não afeta o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, o desempenho, a proporção dos componentes da carcaça e do trato gastrointestinal e as características de carcaça.

Já os gastos com experimentação, podem ser reduzidos com o agrupamento das amostras de sobras em uma única amostra composta no período de 84 dias para cada animal, reduzindo também o tempo despendido para análises.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACH, A.; YOON, I.K.; STERN, M.D. et al. Effects of type of carbohydrate supplementation to lush pasture on microbial fermentation in continuous culture. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.153-160, 1999.
- COSTA, E. C., RESTLE, J, VAZ, F. N. et al. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoces abatidos com diferentes pesos. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.1, p. 119-128, 2002.
- DETMANN, E., QUEIROZ, A.C, CECON, P.R. et al., Consumo de Fibra em Detergente Neutro por Bovinos em Confinamento. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.6, p.1763-1777, 2003
- DETMANN, E., SOUZA, M. A., VALADARES FILHO, S. C., et al. **Métodos para análises de alimentos**. 1 ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema Gráfica. 214p. 2012.
- DETMANN, E. and VALADARES FILHO, S.C.. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arq.Bras. Med. Vet. Zootec.**, vol.62, n.4, pp. 980-984. 2010.
- FORBES, J.M. Integration of regulatory signals controlling forage intake in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, n.10, p.3029-3035, 1996.
- GIBSON, J. P. The effect of feeding frequency on growth and efficiency of food utilization of ruminants: An Analysis of published results. **Animal Production.**, v. 32, p. 275-283. 1981.
- GOETSCH, A.L. & OWENS, F.N. Effects of calcium source and level on site of digestion and calcium levels in the digestive tract of cattle fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**. v. 61, p. 995-1003. 1985.
- JORGE, A.M. et al. Ganho de peso de carcaça, consumo e conversão alimentar de bovinos e bubalinos em dois estágios de maturidade. **R. Bras. Zootec.**, v.26, n.4, p.806-812, 1997.
- LAWRENCE, R. J. A comparison of feedlot bunk management strategies and their influence on cattle performance and health. **Animal Production in Australian**, v. 22, p.177-180, 1998.
- LOY, D. Feedbunk Management. Iowa Beef Center – Iowa State University. 1997. Disponível em: http://www.iowabeefcenter.org/Docs_feedlot/Feedbunk_Management.pdf. Acessado em: 14/05/2014.

- MAYER, D.G.; STUART, M.A.; SWAIN, A.J. Regression of real-world data on model output: An appropriate overall test of validity. **Agriculture System**, v.45, p.93-104, 1994.
- MISSIO, R.L. et al, Performance and economic evaluation of young finished feedlot bulls fed different concentrate levels in the diet. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.7, p.1309-1316, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**.7.ed. Washington, D.C.: 2001. 242p.
- OLIVEIRA, A.S. et al. Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consume, a digestibilidade e o desempenho de vacas leiteiras em lactação. **R. Bras. Zootec.** V.40, p.1587-1595, 2011.
- ORSKOV, W.R. & HOVELL, F.D.D., Digestion ruminal del heno (medido através de bolsas de dracon) en el ganado alimentado con caña de azúcar e heno de pangola. **Tropical Animal Production**, v.3, p.9-11,1978.
- PAZDIORA, R.D.; PACHECO, R.F.; BRONDANI, I.B. et al., Frequency of the supply of food on the performance of cows and heifers in feedlot. **Arch. Zootec.** v. 63, p. 3-12. 2014
- PACHECO, P. S., RESTLE, J., VAZ, F. N., FREITAS, A. K., PADUA, J. T., NEUMANN, M., ARBOITTE, M. Z.. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.1, 309-320, 2006.
- PRESTON, T.R. Nutritional limitations associated with the feeding of tropical forages. **Journal of Animal Science**, v.54, p.877-884, 1982.
- RAVELO, G. et al., El efecto de alimentar por fistula ruminal caña de azúcar e afrecho de trigo sobre el consumo de caña de azúcar. **Tropical Animal Production**, v.3, p.237-242, 1978.
- ROBLES, V., et al.. Effects of feeding frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behavior in heifers fed high-concentrate diets. **Journal of animal science** 85.10 (2007): 2538-2547.
- SAS – Institute SAS/STAT software: changes and enhancements through release 6.12. Cary, **Statistical Analysis System Institute**, 1997. 1167p.
- SCHUTZ, J. S., et al. Effect of feeding frequency on feedlot steer performance. **The Professional Animal Scientist.** v. 27 p. 14-18, 2011

VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAULINO, P.V.R., et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR-Corte**. 2 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2010, 193p.

VARNER, L.W. & WOODS, W. Calcium levels in high grain beef cattle rations. **Journal of Animal Science**. v.35, p. 415-417, 1972.

CAPÍTULO 2

Exigências de Energia e Proteína de Bovinos Castrados Mestiços Holandês x Zebu Alimentados Sob Diferentes Frequências de Alimentação e Níveis de Cálcio e Fósforo na Dieta

Resumo – Objetivou-se determinar as exigências nutricionais de energia e proteína para bovinos castrados mestiços Holandês x Zebu alimentados sob diferentes frequências de alimentação com ou sem suplementação inorgânica de cálcio e fósforo na dieta. Foram utilizados 32 animais mestiços Holandês x Zebu, machos, castrados, com peso corporal médio inicial de $377,5 \pm 49,4$ kg: quatro foram abatidos inicialmente para estimar o peso de corpo vazio dos demais, 24 alimentados *ad libitum* distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial $2 \times 3 \times 2$, com dois níveis de concentrado (30 e 60%), três frequências de alimentação e dietas contendo ou não fontes inorgânicas de cálcio e fósforo; e quatro alimentados ao nível de manutenção. Após 84 dias os animais foram abatidos. Foram constituídas duas amostras por animal, denominadas “carcaça” e “não carcaça” a partir das quais foi determinada a composição corporal de todos os animais. As exigências de energia líquida (ELm) e metabolizável para manutenção (EMm) foram obtidas relacionando a produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável (CEM), enquanto as exigências de energia líquidas para ganho de peso (ELg) e as exigências líquidas de proteína para ganho foram obtidas em função do PCVZ e do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ). As exigências diárias de energia líquida e metabolizável para manutenção de bovinos mestiços Holandês x Zebu castrados foram de 76,90 e 119,36 kcal/PCVZ^{0,75}, respectivamente. As exigências de energia líquida para ganho podem ser obtidas pela equação: $ELg = 0,0568_{\pm 0,0025} \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$. As eficiências de uso da energia metabolizável para manutenção e para ganho são de 64,4 e 29,68%, respectivamente. As exigências de proteína metabolizável para manutenção são de 4,14 g/PC^{0,75}. As exigências líquidas de proteína para ganho de peso podem ser obtidas através da equação $PLg = 236,36_{\pm 30,06} \times GPCVZ - 19,84_{\pm 6,14} \times ER$. Conclui-se que as equações obtidas para animais mestiços Holandês x Zebu são semelhantes às descritas pelo BR-Corte (2010).

CHAPTER 2

Energy and Protein Requirements of Cattle Castrated Mestizos Holstein x Zebu Fed Under Different Frequencies and Power Levels of Calcium and Phosphorus in Diet

Abstract – Objective was to determine the nutritional requirements of protein and energy for cattle crossbred Holstein x Zebu steers fed under different feeding frequencies with or without supplementation of calcium and inorganic phosphorus in the diet. 32 crossbred Holstein x Zebu, barrows with an average initial body weight of 377.5 ± 49.4 kg were used: four were initially slaughtered to estimate empty body weight of the remaining 24 fed ad libitum were allocated in experimental randomized in a factorial $2 \times 3 \times 2$ with two concentrate levels (30 and 60%), three feeding frequencies and diets with or without inorganic sources of calcium and phosphorus; and four were fed at maintenance level. After 84 days the animals were slaughtered. Two samples were recorded per animal, called "carcass" and "non carcass" from which the body composition of all animals was determined. The net energy requirements (NE_m) and metabolizable for maintenance (ME_m) were obtained by relating heat production (HP) and metabolizable energy intake (MEI) while the net energy requirements for weight gain (NE_g) and net protein requirements for weight gain were obtained as a function of EBW gain and empty body weight (EBW). The daily requirements of metabolizable and net energy for maintenance of crossbred Holstein x Zebu bulls were 76.90 and 119.36 kcal / PCVZ_{0,75} respectively. The requirements for net energy gain can be obtained by the equation: $NE_g = 0.0568 \pm 0.0025 \times \times PCVZ_{0,75} GPCVZ_{1,095}$. The efficiency of use of metabolizable energy for maintenance and gain are 64.4 and 29.68%, respectively. The metabolizable protein requirements for maintenance are 4.14 g / BW_{0.75}. Net protein requirements for weight gain can be obtained through $PL_g = 236.36 \pm 30.06 \times EBWG$ equation - $19.84 \pm 6.14 \times ER$. We conclude that the equations for crossbred Holstein x Zebu are similar to those described by BR-Corte (2010).

INTRODUÇÃO

Para que a utilização dos recursos nutricionais disponíveis para a produção seja otimizada, é necessário que seu fornecimento aos animais não esteja em níveis inferiores àqueles necessários para tal nível produtivo, comprometendo o desempenho, nem estejam acima do requerido para alcançar tal nível, acarretando maiores custos ao sistema produtivo e sendo potencial fonte poluidora do meio ambiente. Em outras palavras, essa adequação dos níveis nutricionais permite a maximização da lucratividade no sistema.

Por muito tempo, para a consideração das exigências nutricionais e balanceamento de dietas, optou-se no Brasil pelos sistemas estrangeiros, devido à ausência de um banco de dados que se aplicasse às realidades nacionais. Em 2006, contudo, a primeira versão das tabelas de exigências nutricionais de bovinos foram publicadas por Valadares Filho et al., denominado de Sistema BR-Corte. A ampliação do número de experimentos com conseqüente aumento do banco de dados propiciou a atualização dessa publicação, com a reedição dessas tabelas por Valadares Filho et al. (2010).

Contudo, esse banco de dados ainda carece de informações de animais cruzados com grau de sangue da raça holandesa. Com expressiva contribuição para o rebanho nacional devido à importância da criação de animais cruzados Holandês x Zebu, justificada pela grande presença desses mestiços na produção de leite nacional, existem poucos dados provenientes de cruzamento de Holandês no BR-Corte (2010). Esse fato justifica a inclusão na próxima edição do BR-Corte de um capítulo exclusivo de exigências nutricionais de animais zebuínos cruzados com Holandês, e para isso o aumento do banco de dados se faz necessário.

Além das exigências nutricionais, a avaliação das eficiências de utilização de energia e de proteína para manutenção e deposição de tecidos corporais é essencial, visto que também varia de acordo com fatores como condição alimentar, idade dos animais e composição do ganho.

Têm-se como hipótese que as exigências nutricionais de animais zebuínos cruzados com Holandês diferem daquelas de cruzados de zebuínos com raças de corte de taurinos.

Dessa maneira, objetivou-se, nesse capítulo, estimar as exigências nutricionais de energia e proteína para bovinos castrados mestiços Holandês x Zebu

alimentados sob diferentes frequências de alimentação e com ou sem suplementação inorgânica de cálcio e fósforo na dieta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Confinamento Experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG, Brasil, seguindo as recomendações do Comitê de Ética para Uso de Animais (CEUA/DZO/UFV Processo número 77/2013).

Animais

Foram utilizados 32 animais mestiços $\frac{1}{2}$ Holandês x Zebu, machos, castrados, com peso vivo médio inicial de $377,5 \pm 49,4$ kg. Após um período de 21 dias de adaptação ao local e à dieta, os animais foram divididos aleatoriamente em três grupos: referência (n=4), manutenção (n=4) e desempenho (n=24).

Tratamentos e Delineamento Experimental

Os animais do grupo referência foram abatidos após serem submetidos a jejum de sólidos por 16 horas, e tomados como referência para estimar o peso de corpo vazio (PCVZ) inicial dos demais animais. Os animais do grupo manutenção foram alimentados diariamente com 11 g/kg de peso corporal em matéria seca. Os animais do grupo desempenho foram alimentados *ad libitum*, e assim como os alimentados ao nível de manutenção, foram mantidos em baias individuais dotadas de comedouros e bebedouros de concreto. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial $2 \times 3 \times 2$, com dois níveis de concentrado (30 e 60%), três frequências de alimentação, e dietas contendo ou não fosfato bicálcico.

As frequências de fornecimento adotadas foram: alimentação completa fornecida pela manhã, às 8:00 horas (1V/1C); volumoso fornecido em sua totalidade pela manhã e concentrado dividido em duas vezes, às 8:00 e às 16:00 horas (1V/2C); e alimentação volumosa e concentrada dividida em duas porções iguais ao dia (2V/2C).

As rações foram isoprotéicas, com 12% de PB e formuladas de acordo com o BR-Corte 2010 (Valadares Filho et al., 2010) para ganho de 1,2 kg por dia. Como volumoso foi utilizada a cana-de-açúcar triturada corrigida para 12% de PB com a mistura uréia/sulfato de amônio na proporção 9:1, fornecida “in natura”. O concentrado, fornecido na proporção de 30 ou 60% da dieta com base na matéria seca, foi constituído de milho grão moído, casca de soja, farelo de soja, sal comum e mistura mineral, contendo ou não fosfato bicálcico.

As proporções dos ingredientes dos concentrados e nas dietas e sua composição são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Item ²	60% de concentrado		30% de concentrado	
	Com FB ¹	Sem FB	Com FB	Sem FB
	Proporção			
Cana-de-açúcar	39,77	39,77	68,5	68,5
Uréia/S.A.	1,5	1,5	2,5	2,5
Sal	0,4	0,4	0,2	0,2
Farelo de Soja	2,6	2,6	1,1	1,1
Bicarbonato de sódio	0,5	0,5	0,3	0,3
Óxido de magnésio	0,3	0,3	0,1	0,1
Milho fubá	27,1	27,1	13,3	13,3
Casca de Soja	27,7	27,7	13,67	13,67
Mistura Micromineral	0,03	0,03	0,03	0,03
Fosfato Bicálcico	0,1	-	0,3	-
Areia	-	0,1	-	0,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
	Composição Nutricional			
MS	63,91	63,91	46,37	46,37
MO	95,41	95,41	95,59	95,59
EE	1,79	1,79	1,66	1,66
FDNcp	42,08	42,08	46,48	46,48
PB	11,76	11,76	11,82	11,82
CNF	42,18	42,18	39,63	39,63
Ca	0,395	0,371	0,457	0,384
P	0,164	0,145	0,153	0,098

1/ FB = Fosfato Bicálcico.

2/ MS = Matéria Seca, MO = Matéria Orgânica, PB = Proteína Bruta, EE = Extrato Etéreo, FDNcp = Fibra insolúvel em Detergente Neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = Carboidratos Não Fibrosos, Ca = Cálcio, P = Fósforo.

Consumo de Energia

Diariamente, os alimentos foram fornecidos, amostrados e ajustados para que as sobras se mantivessem em torno de 5% do oferecido. As sobras amostradas foram agrupadas a cada semana de forma proporcional.

As amostras compostas foram secas em estufa ventilada (55°C), moídas em moinhos de faca com peneiras de 1 mm, e acondicionadas em potes plásticos para posteriores análises laboratoriais.

Para avaliação das digestibilidades das dietas, foram utilizadas duas coletas totais de fezes durante três dias, na quinta e nona semanas experimentais.

As quantificações dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral, (MM), nitrogênio total, extrato etéreo (EE), e fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) foram realizadas conforme técnicas descritas por Detmann et al.(2012): métodos INCT-CA G-003/1, INCT-CA M-001/1, INCT-CA N-001/1, INCT-CA F-001/1, e INCT-CA G-004/1, respectivamente.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados conforme descrito por Detmann e Valadares Filho (2010). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foram estimados através da soma dos nutrientes digestíveis, em que $NDT = PBD + 2,25*EED + FDND + CNFD$ (NRC, 2001). A energia digestível (ED) foi obtida a partir dos nutrientes digestíveis multiplicados pelos seus respectivos valores energéticos, enquanto a concentração de energia metabolizável (EM) foi calculada descontando-se da ED as perdas energéticas na forma de metano entérico e urina, utilizando o coeficiente de 0,82, conforme descrito pelo NRC (2000).

Consumo de proteína metabolizável

Durante os dois períodos de coleta total de fezes, também foram coletadas amostras pontuais de urina quatro horas após a alimentação, as quais foram analisadas quanto às concentrações de creatinina, ácido úrico e alantoína. As análises de creatinina e ácido úrico foram feitas em analisador bioquímico automático (marca Mindray, modelo BS200E) enquanto as de alantoína seguiram o protocolo descrito por Chen e Gomes (1992).

O volume urinário diário foi estimado, empregando-se a relação entre a excreção diária de creatinina (EC), adotando-se como referência a equação

proposta por Silva (2012), e a sua concentração nas amostras “spot”: EC (g/dia) = $0,0345 \times PC^{0,9491}$, em que: PC = peso corporal, em kg.

A excreção total de derivados de purina foi calculada pela soma das quantidades de alantoina e ácido úrico excretados na urina, expressas em mmol/dia, obtidas pelo produto entre a concentração das mesmas na urina pelo volume urinário estimado.

As purinas absorvidas (X, mmol/dia), foram calculadas a partir da excreção de derivados de purina (Y, mmol/dia) por intermédio da equação:

$$Y = \frac{X - 0,301 \times PC^{0,75}}{0,80}$$

em que 0,80 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina e 0,301 $PC^{0,75}$, a excreção de purinas de origem endógena (Barbosa et al., 2011).

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Y, gN/dia), foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação (Barbosa et al., 2011):

$$Y = 70X/0,93 \times 0,137 \times 1000,$$

em que 70 é o conteúdo de N de purinas (mgN/mol), 0,137 a relação N purina : N total nas bactérias e 0,93 a digestibilidade verdadeira das purinas microbianas.

A eficiência microbiana (g PBmic/ kg NDT) foi obtida pela razão entre a produção de proteína bruta microbiana (PBmic), expressa em gramas, e a quantidade consumida de nutrientes digestíveis totais (NDT), expressa em quilogramas.

O consumo de proteína metabolizável foi estimado a partir da soma da proteína microbiana verdadeira digestível e da proteína não degradada no rúmem digestível. A proteína microbiana foi calculada a partir do consumo de NDT, sendo 80% considerada sua fração verdadeira e 80% sua digestibilidade, como descrito pelo NRC (2001). O consumo de proteína não degradada no rúmem foi calculado como sendo a diferença entre o consumo de proteína bruta e a produção de proteína microbiana, e sua digestibilidade considerada como 80%.

Abate Comparativo

Antes de serem abatidos, os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 16 horas. O abate foi feito por insensibilização via concussão cerebral seguido de

sangria via secção da veia jugular. O trato digestivo (rúmen-retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) de cada animal foi esvaziado, lavado e pesado. Esse peso foi somado ao peso do coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, diafragma, mesentério, cauda, aparas, cabeça, couro, pés, sangue e da carcaça, para determinação do PCVZ.

O rúmen-retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, gordura interna, mesentério, fígado, coração, rins, pulmão, língua, baço, carne industrial e aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor), foram triturados em um *cutter* industrial por 20 minutos para retirada de uma amostra homogênea de vísceras e órgãos.

O couro das patas e da cabeça de cada animal foi retirado e o restante triturado em moedor de osso para retirada de uma amostra composta de membros e cabeça. O couro foi cortado manualmente e amostrado.

As amostras de sangue foram coletadas imediatamente após o abate, e assim como as amostras de órgãos e vísceras, cabeça e membros, e couro, acondicionadas em bandejas de alumínio e liofilizadas (método INCT-CA.G-002/1).

Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas meias carcaças, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a 4°C, por 18 horas. Decorrido este tempo, as meias carcaças foram retiradas da câmara fria, para pesagem e dissecação completa da meia-carcaça esquerda. Os ossos, a carne e gordura foram moídos, amostrados e liofilizados. Todas as amostras foram moídas em moinho de facas (1 mm).

Composição corporal

Foram constituídas duas amostras por animal, denominadas “carcaça” e “não carcaça”. A amostra de carcaça foi constituída pelas amostras liofilizadas de osso e carne e gordura, agrupadas de forma proporcional com base no peso seco ao ar. A amostra dos componentes não carcaça foi constituída pelas amostras liofilizadas de sangue, cabeça e membros, órgãos e vísceras e couro também agrupadas de forma proporcional ao seu peso no corpo do animal.

Nas amostras de carcaça e não carcaça foram avaliados os teores de matéria seca definitiva, nitrogênio total, extrato etéreo e minerais conforme Detmann et al. (2012).

Foram calculadas as relações entre o PCVZ e o peso corporal dos animais mantidos no experimento, para conversão do peso corporal em jejum em peso de corpo vazio. Para conversão do ganho médio diário em ganho de peso de corpo vazio, foram calculadas as relações entre estes.

Os conteúdos corporais de gordura e proteína foram determinados nas amostras da carcaça e dos componentes não carcaça. A determinação da energia corporal foi obtida a partir dos teores corporais de proteína e gordura e seus respectivos equivalentes calóricos, conforme a equação preconizada pelo ARC (1980):

$$CE = 5,6405 X + 9,3929 Y,$$

em que: CE = conteúdo energético (Mcal); X = proteína corporal (kg); Y = gordura corporal (kg).

Os conteúdos de energia e proteína no corpo em função do PCVZ dos animais foram estimados por meio de equações relacionando os conteúdos corporais de energia e proteína dos animais em desempenho e referência, conforme o seguinte modelo:

$$Ci = \alpha \times PCVZ^\beta$$

Onde Ci = constituinte "i" do corpo do animal, podendo ser energia (Mcal) ou proteína (kg), PCVZ = peso de corpo vazio e 'α' e 'β' = parâmetros da regressão.

Cálculos das Exigências de Energia e Proteína

Foi ajustada também equação de regressão entre a energia retida (ER) e o ganho diário de PCVZ, para determinado PCVZ metabólico ($kg^{0,75}$), para cálculo das exigências em qualquer faixa de peso, utilizando o seguinte modelo:

$$ER = \alpha * PCVZ^{0,75} * GPCVZ^\beta$$

onde ER = energia retida (Mcal/PCVZ^{0,75}), PCVZ^{0,75} = peso de corpo vazio metabólico ($kg^{0,75}$), GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia) e 'α' e 'β' serão coeficientes da regressão.

A exigência diária de energia líquida para manutenção (ELm, Mcal/PCVZ^{0,75}) foi calculada a partir do intercepto (β₀) da regressão entre a PC e o CEM. O modelo utilizado foi o seguinte:

$$\log PCa = \beta_0 + \beta_1 \times CEM$$

em que PCa = Produção de calor (Mcal/PCVZ^{0,75}), CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ^{0,75}), β_0 e β_1 são parâmetros da regressão.

A exigência diária de energia metabolizável para manutenção (EMm, Mcal/PCVZ^{0,75}) foi obtida por método iterativo, sendo a EMm considerada o valor de CEM no momento em que o CEM se iguala à PCa.

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

A exigência de proteína metabolizável para manutenção foi calculada de acordo com o BR-Corte (2010), em que o consumo de proteína metabolizável foi contrastado com o ganho médio diário de corpo vazio para os animais em desempenho e manutenção:

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

Onde CPmet = consumo de proteína metabolizável (g/dia), GPCVZ = ganho médio diário de peso de corpo vazio (kg/dia) e β_0 e β_1 são parâmetros da regressão.

A divisão do intercepto dessa regressão pelo peso metabólico médio dos animais estima os requerimentos de proteína metabolizável para manutenção (PMm):

$$PMm = \beta_0/PCVZ^{0,75}$$

Onde PMm = exigência de proteína metabolizável para manutenção (g/PC^{0,75}), β_0 = intercepto e PC^{0,75} = peso corporal em jejum metabólico médio (kg).

Para cálculo dos requerimentos líquidos de proteína para ganho de peso em qualquer faixa de ganho, foi ajustado o modelo de acordo com a energia retida pelos animais:

$$PR = \beta_1 * GPCVZ + \beta_2 * ER$$

onde PR = proteína retida (g), GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg), ER = energia retida (Mcal) e β_1 e β_2 são parâmetros da regressão.

A exigência de proteína metabolizável para ganho (PMg) foi calculada dividindo-se as exigências líquidas de proteína para ganho pela eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (k). Essa eficiência k foi considerada como sendo o coeficiente de regressão obtido entre a proteína retida e o consumo de proteína metabolizável.

Análises Estatísticas

Os modelos lineares foram construídos por intermédio do PROC REG do SAS e para os modelos não lineares o PROC NLIN do SAS. Para todos os testes foram utilizados 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Peso de Corpo Vazio

A regressão linear entre o peso corporal em jejum e o peso de corpo vazio não apresentou seu intercepto significativo, e está representada na Figura 1. A equação gerada foi:

$$PCVZ = 0,8609 \times PCJ$$

Onde PCVZ = Peso de corpo vazio e PCJ = peso corporal em jejum.

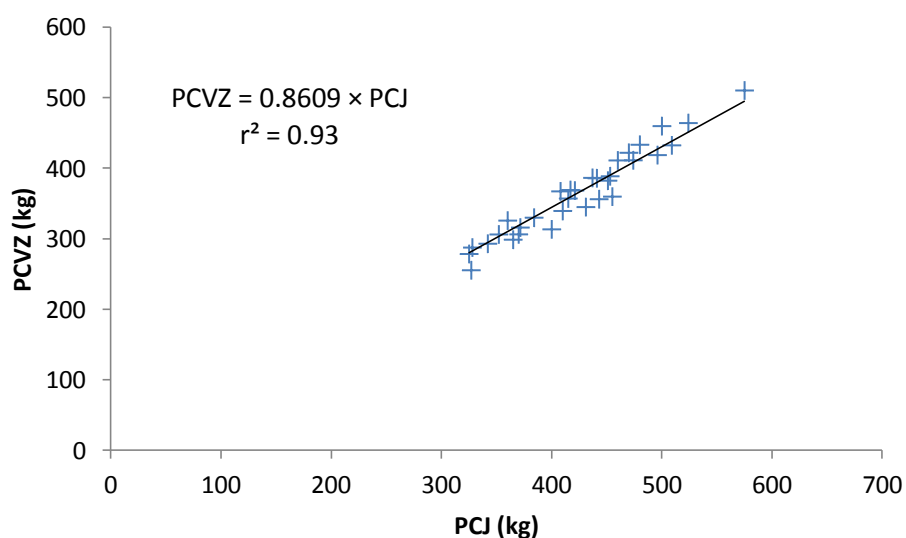


Figura 1. Relação entre o peso corporal em jejum (PCJ) e o peso de corpo vazio (PCVZ) de bovinos mestiços Zebu x Holandês castrados.

A relação encontrada foi inferior à descrita pelo BR-Corte de 0,895 e pelo NRC (2000) de 0,891. Contudo, o NRC relata que esse valor pode variar entre 0,85 e 0,95. Devido ao grau de sangue Holandês dos animais, o consumo de matéria seca observado foi superior ao predito por sistemas de corte, propiciando maior enchimento. Em trabalho com animais cruzados Zebu x Holandês, Amaral (2012)

encontrou relação de 0,878, também inferior ao recomendado pelos referidos conselhos.

Para a relação entre o ganho médio diário e o ganho de peso de corpo vazio, o valor obtido nesse experimento foi de 0,8791 (Figura 2). Apesar do valor esperado para essa relação ser menor que um, o valor encontra-se inferior ao preconizado pelo BR-Corte (2010) que adota para animais cruzados em confinamento o valor de 0,966. A justificativa para que esse valor seja inferior é que a relação entre PCVZ e PCJ nos animais de animais com grau de sangue Holandês são inferiores à relação encontrada para outras raças de corte, a exemplo da Nelore.

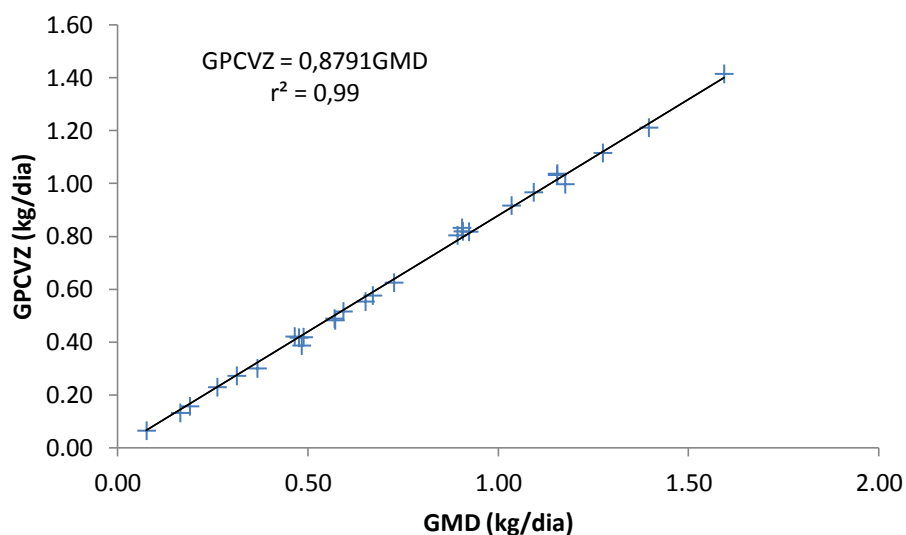


Figura 2. Relação entre o ganho médio diário (GMD) e o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) de bovinos mestiços Zebu x Holandês castrados.

Sabe-se ainda que animais maiores apresentam menor proporção de conteúdo gastrintestinal, em relação ao peso corporal, justificando essa diferença. Na Figura 3, é possível notar a relação estabelecida entre o peso corporal e a conteúdo do trato gastrintestinal. O valor de β_1 foi similar ao encontrado por Silva (2012) para animais Nelore (-0,467), contudo quando é estabelecida a comparação entre os valor de β_0 o valor para animais Nelore foi de 1308,2 contra 2560,2 para animais com grau de sangue Holandês, encontrado nesse experimento.

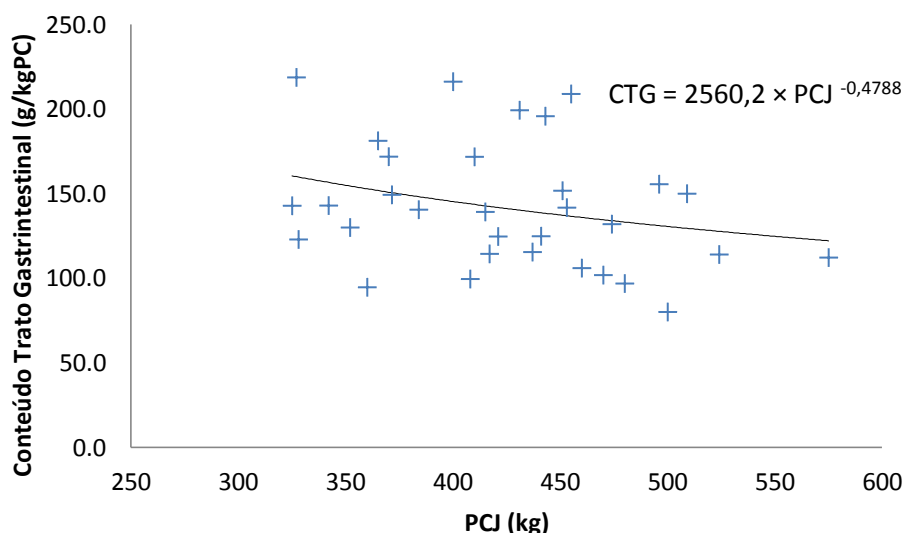


Figura 3. Relação entre o peso corporal (PCJ) e o conteúdo do trato gastrointestinal (CTG) de bovinos mestiços Zebu × Holandês castrados.

Exigências de Energia para Manutenção

Através da técnica descrita como abate comparativo a produção de calor é obtida indiretamente, ou seja, através do abate comparativo é possível obter a energia retida no corpo do animal. Contudo, sabendo-se o quanto de energia metabolizável foi consumido pelo animal, calcula-se a produção de calor pela diferença entre o consumo de energia metabolizável (CEM) e a energia retida no corpo do animal (ER) durante o período experimental.

A Equação obtida quando se relacionou o consumo de energia metabolizável com a energia corporal retida (Figura 4) foi:

$$\log PC = 1,8859 + 0,0016 CEM$$

onde a PC e o CEM são expressos em Mcal/PCVZ^{0,75}/dia. Assim o valor encontrado para a energia líquida de manutenção para os animais desse experimento foi de 76,90 Kcal//PCVZ^{0,75}, dado pelo antilogaritmo do intercepto da equação acima.

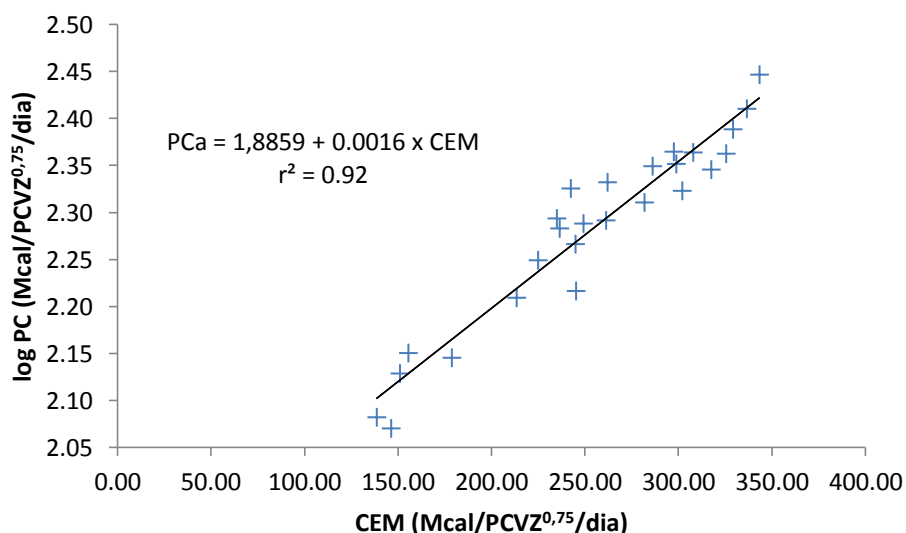


Figura 4. Relação entre o consumo de energia metabolizável (CEM) e a produção de calor (PC) de bovinos mestiços Zebu × Holandês castrados.

Alguns trabalhos têm encontrado maiores requerimentos de ELM para animais de corte cruzados com Holandês. Contudo o valor encontrado é similar ao preconizado pelo BR-Corte e pelo NRC (2000), que para animais castrados recomendam 74,2 e 77 Kcal/PCVZ^{0,75}, respectivamente. O grau de sangue Holandês dos animais teve pouca influência sobre esse valor. Para o cálculo do requerimento de energia metabolizável para manutenção, foi considerado o valor de CEM no momento em que o CEM se iguala a PC, na equação acima. Esse valor foi igual a 119,37 Kcal/ PCVZ^{0,75}.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção (km) foi obtida dividindo-se a ELM pela EMm (76,9/119,37), obtendo-se o valor de 0,644. Esse valor para a km observado no experimento é similar ao observado pelo BR-Corte, de 0,64 para machos castrados.

Exigências de Energia para Ganho

A equação obtida entre o conteúdo corporal de energia (CE), em Mcal e o peso de corpo vazio (PCVZ), foi:

$$CE = 0,1014 \times PCVZ^{1,5462}$$

Através dessa equação é possível perceber que há aumento do conteúdo energético no corpo do animal à medida em que há aumento no PCVZ, em virtude da maior deposição de gordura.

A partir da derivada da equação acima, podem ser calculadas as exigências líquidas de energia (ER), em Mcal/dia, por quilograma de peso de corpo vazio (ARC, 1980), conforme descrito pelo modelo abaixo:

$$ER = 0,1568 \times PCVZ^{0,5462}$$

Além da equação acima, foi ajustada uma equação da ER em função do PCVZ e do ganho de peso de corpo vazio (PCVZ), para obter as exigências de energia de ganho para qualquer faixa de peso e de ganho de peso.

$$ELg = 0,0568 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$$

Onde ELg = Exigência de energia líquida para ganho em Mcal/dia, $PCVZ^{0,75}$ é o peso de corpo vazio médio metabólico (kg) e GPCVZ é o ganho de peso de corpo vazio em kg/dia. O intercepto encontrado para os animais desse experimento foi inferior ao adotado pelo BR-Corte, de 0,064 para machos castrados, mas pode ser justificado pela menor deposição de gordura em animais cruzados com Holandês.

Para estimação das exigências de energia metabolizável para ganho é necessário o conhecimento da eficiência de utilização da energia metabolizável (kg). Essa eficiência é calculada como sendo o coeficiente de inclinação da regressão estabelecida entre a energia retida no corpo do animal e o consumo de energia metabolizável (Figura 5). Para esse experimento, o valor encontrado foi igual a 0,297%. Esse valor é inferior ao encontrado por Silva (2011) de 0,33 para bovinos Nelore e Amaral (2012), para a mesma categoria animal, de 0,36.

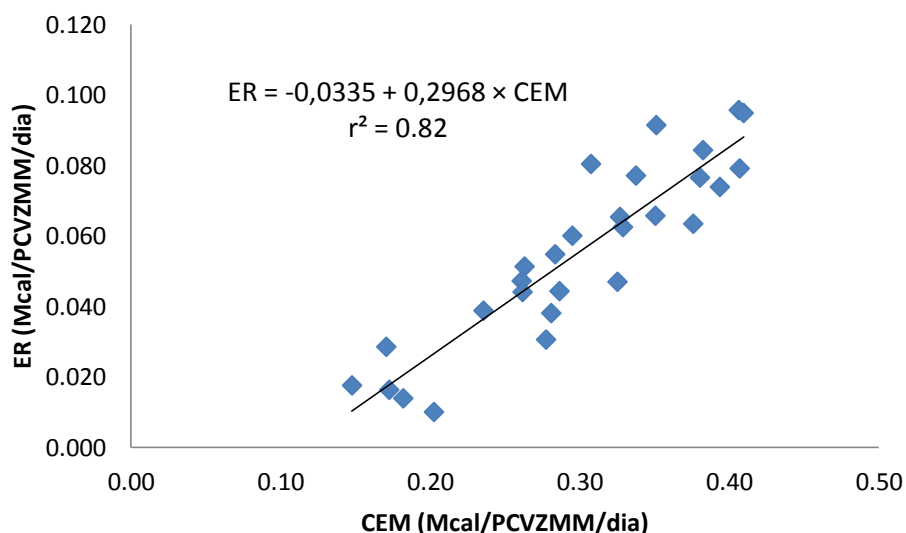


Figura 5. Relação entre a energia retida no corpo do animal (ER) e consumo de energia metabolizável (CEM) de bovinos mestiços Zebu x Holandês castrados.

Exigências de Proteína para Manutenção

Para os animais desse experimento, o valor encontrado para eficiência microbiana foi de 115,0 gPBmic/kg NDT. Apesar dos diferentes níveis de concentrados entre os tratamentos, não foi observada diferença entre os tratamentos. A menor síntese de proteína microbiana se deu, portanto, pelo menor consumo de nutrientes digestíveis totais para os tratamentos com relação volumoso:concentrado igual a 70:30. O BR-Corte (2010) adota para a eficiência microbiana o valor de 120 g/kgNDT, enquanto o NRC (2000) preconiza o valor de 130 g/kgNDT. Para se estimar o consumo de proteína metabolizável (CPmet) dos animais foi adotado o valor encontrado nesse experimento, visto que é pouco inferior ao observado na literatura consultada.

Ao relacionar o consumo de proteína metabolizável e o ganho de peso de corpo vazio (Figura 6), obteve-se a equação descrita na Figura 6.

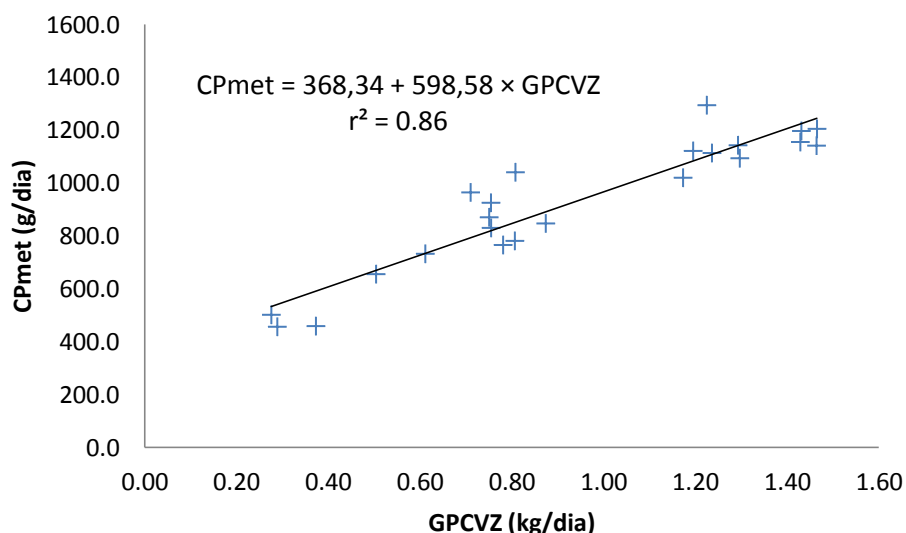


Figura 6. Relação entre o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) e consumo de proteína metabolizável (CPmet) de bovinos mestiços Zebu × Holandês castrados.

Ao dividir o intercepto encontrado na equação pelo PCVZ médio dos animais, de 89,0 kg, o valor encontrado para a exigência de proteína metabolizável para manutenção (PMm), foi de 4,14 g/PC^{0,75}.

O valor encontrado, encontra-se pouco acima dos valores preconizados tanto pelo NRC (2000) quanto pelo BR-Corte (2010) de 3,8 e 4,0 g/PC^{0,75}, respectivamente.

Exigências de Proteína para Ganho

A proteína retida no corpo do animal foi estimada a partir da equação proposta por Marcondes et al. (2010):

$$PLg = 236,36 \times GPCVZ - 19,84 \times ER$$

Onde: PLg = exigência de proteína líquida para ganho (g/dia); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg) e ER = energia retida (Mcal/dia).

Através da equação ajustada entre a proteína retida (PR) e consumo de proteína metabolizável (CPmet), é possível obter a eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho de peso (K). Como demonstrado na Figura 7, o valor encontrado para essa eficiência foi de 26,72%, valor inferior ao encontrado por diversos autores (Amaral, 2012; Prados, 2012; Silva, 2011; Gionbelli, 2010), e pelo

BR-Corte que adota o valor de 0,469 e pelo NRC (2000) que preconiza 0,492. Para animais da raça Holandesa, o NRC (2001) preconiza que essa eficiência é de 0,289% para animais acima de 487 kg e para animais de 403 kg, ela é estimada em 0,375, o que justifica a redução da eficiência encontrada por esse experimento.

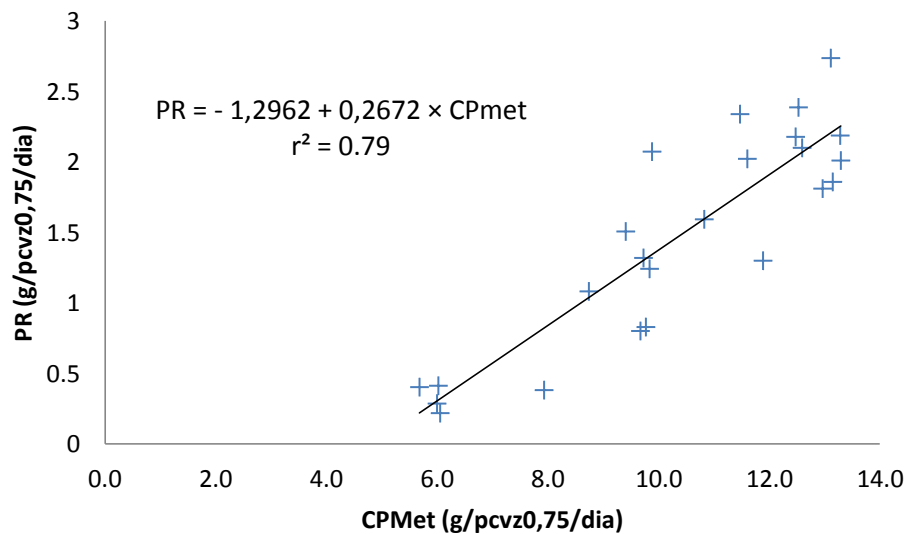


Figura 7. Relação entre a proteína retida (PR) e o consumo de proteína metabolizável (CPmet) de bovinos mestiços Zebu x Holandês castrados.

Os parâmetros obtidos nesse experimento para a equação de PLg foram superiores aos preditos pelo BR-Corte (2010) para machos cruzados castrados. Apesar disso, esse valor se faz lógico devido ao baixo coeficiente de inclinação (eficiência da utilização da PLg), elevando assim a demanda de proteína metabolizável para ganho de peso.

Resumo das equações e valores gerados

Na Tabela 2, se encontra o resumo das equações e valores gerados nesse experimento.

Tabela 2. Resumo das equações e valores gerados nesse experimento.

Item	Equação	Unidade
PCVZ	$PCVZ = 0,8609 \times PCJ$	Kg
GPCVZ	$GPCVZ = 0,8791 \times GMD$	Kg/dia
ELm	76,90	Kcal/PCVZ ^{0,75} /dia
EMm	119,37	Kcal/PCVZ ^{0,75} /dia
Km	64,4	%
ELg	$ELg = 0,0568_{\pm 0,0025} \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$	Mcal/dia
Kg	29,68	%
EMg	ELg/Kg	Mcal/dia
EM	EMm + EMg	Mcal/dia
ED	$EM \times 0,82$	Mcal/PCVZ ^{0,75} /dia
NDT	$ED \times 4,409$	kg/dia
PMm	$PMm = 4,14 \times PC^{0,75}$	g/dia
PLg	$PLg = 236,36_{\pm 30,06} \times GPCVZ - 19,84_{\pm 6,14} \times ER$	g/dia
K	26,72	%
PMg	PLg/K	g/dia
PMtotal	PMm + PMg	g/dia
PBmic	$PBmic = 115,0 \times NDT$	g/dia

PDR	$PB_{mic} \times 1,11$	g/dia
PNDR	$(PM_{total} - (PB_{mic} \times 0,64)) / 0,8$	g/dia
PB	$PDR + PNDR$	g/dia

CONCLUSÕES

As exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção de bovinos mestiços Zebu × Holandês castrados são de 76,90 e 119,37 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, respectivamente. As exigências de energia líquida para ganho podem ser obtidas pela equação: $ELg = 0,0568_{\pm 0,0025} \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$.

As eficiências de uso da energia metabolizável para manutenção e para ganho nessa categoria animal são de 0,644 e 0,2968, respectivamente.

As exigências de proteína metabolizável para manutenção dessa categoria animal são de 4,14 g/PC^{0,75}. As exigências líquidas de proteína para ganho de peso podem ser obtidas através da equação $PLg = 236,36_{\pm 30,06} \times GPCVZ - 19,84_{\pm 6,14} \times ER$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients: Report nº9. **Nutrition Abstracts and Reviews** (Series B) 62, 1993.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. London: Agricultural Research Council. The Gresham Press, 1980. 351p.
- AMARAL, P.M. **Desempenho e exigências nutricionais d bovinos mestiços Holandês x zebu alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa (dissertação de mestrado). 2012.
- BARBOSA, A.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by

- different methods in Nelore cattle. **Journal of Animal Science** 2011. 89:510-519.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details (Occasional publication). **International Feed Resources Unit**. Bucksburnd, Aberdeen: Rowelt Research institute. 21p.1992.
- CHIZZOTTI, M. L. ; VALADARES FILHO, S.C. ; VALADARES, R.F.D. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.35, p. 1813-1821, 2006.
- CHIZZOTTI, M.L.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C. 2008. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.86, p.1588-1597.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION – CSIRO. 2007. **Nutrient requirements of domesticated ruminants**. Collingwod, VIC: Commonwealth scientific and industrial research organization, 270p.
- DETMANN, E. and VALADARES FILHO, S.C.. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arq.Bras. Med. Vet. Zootec**. 2010, vol.62, n.4, pp. 980-984.
- DETMANN, E, SOUZA, M. A., VALADARES FILHO, S. C., et al. **Métodos para análises de alimentos**. 1 ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema Gráfica. 214p. 2012.
- GIONBELLI, M.P., **Desempenho produtivo e exigências nutricionais de fêmeas Nelore em crescimento**. Dissertação. Viçosa – MG. 2010.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE – INRA. **Alimentation des bovins, ovins et caprins**. In: JARRIGE, R. (ed); Quae, Paris, 2007. 330p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**.7.ed. Washington, D.C.: 2000. 242p.
- PRADOS, L.F. **Desempenho e exigências nutricionais de bovinos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de cálcio e fósforo**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa (dissertação de mestrado). 2012.
- SILVA, L.F.C. **Exigências nutricionais, validação de equações para a estimação da composição do corpo vazio e uso da creatinina para estimar a**

- proporção de tecido muscular em bovinos Nelore.** Dissertação. Viçosa – MG. 2011.
- SILVA, L.F.C., VALADARES FILHO, S.C., CHIZZOTTI, M.L., et al. Creatinine excretion and relationship with body weight of Nelore cattle. **R. Bras. Zootec.**, v.41, n.3, p.807-810, 2012.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAULINO, P.V.R., et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR-Corte.** 2 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2010, 193p.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R., MAGALHÃES, K.A. 2006. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR-Corte.** 1 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 142p.

CAPÍTULO 3

Consequências da redução do cálcio e fósforo dietético no balanço desses minerais e requerimentos nutricionais de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio

Resumo – Objetivou-se avaliar as concentrações nos tecidos corporais de cálcio e fósforo, os coeficientes de absorção, de retenção e os requerimentos de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para manutenção e para ganho de bovinos castrados mestiços Zebu x Holandês. Foram utilizados 32 animais mestiços Holandês x Zebu, machos, castrados, com peso corporal médio inicial de 377,5±49,4 kg, dos quais quatro foram abatidos inicialmente, 24 alimentados *ad libitum* distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3x2, com dois níveis de concentrado (30 e 60%), três frequências de alimentação e dietas contendo ou não fontes inorgânicas de cálcio e fósforo; e quatro alimentados ao nível de manutenção. Após 84 dias os animais foram abatidos. A relação entre a retenção o consumo de cada mineral foi calculada, sendo o intercepto da equação considerado a exigência de manutenção do mineral. Não foram encontradas variações nas excreções fecal e urinária diárias de fósforo em função da suplementação com fosfato bicálcico. A ausência de suplementação com fosfato bicálcico em dietas para bovinos em fase de terminação implica em menor retenção de cálcio e fósforo na carcaça. Os coeficientes de absorção foram de 83,34, 77,21, 82,57, 40,27 e 92,25% para cálcio, fósforo, magnésio sódio e potássio, respectivamente. As exigências líquidas diárias de manutenção são de 28,18, 10,31, 50,11, 25,86, e 91,67 mg/PCVZ para cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio, respectivamente. As exigências líquidas de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio para ganho de peso podem ser calculadas respectivamente pelas equações: $Ca = GPCVZ \times (51,77 \times PCVZ^{0,3023})$; $P = GPCVZ \times (30,87 \times PCVZ^{-3459})$; $Mg = GPCVZ \times (0,865 \times PCVZ^{-0,2133})$; $Na = GPCVZ \times (6,517 \times PCVZ^{-0,3483})$; $K = GPCVZ \times (4,06 \times PCVZ^{-0,1875})$. Conclui-se que as exigências obtidas de cálcio e fósforo para animais mestiços Holandês x Zebu são inferiores às descritas pelo BR-Corte, NRC, e ARC.

CHAPTER 3

Consequences of reduced dietary calcium and phosphorous in the balance of these minerals and nutritional requirements of calcium, phosphorus, magnesium, sodium and potassium

Abstract – Aimed to evaluate calcium and phosphorus concentration in body tissues, coefficients of absorption, retention and macro minerals requirements (Ca, P, Mg, Na and K) for maintenance and growth performance of castrated crossbred Zebu x Holstein. It was used 32 crossbred Holstein x Zebu barrows with 377.5 ± 49.4 kg of mean body weight, four of them were initially slaughtered, 24 fed ad libitum, distributed in a completely randomized design in a factorial $2 \times 3 \times 2$, with two levels of concentrated diet (30 to 60%), three feed frequency and diets with or without inorganic sources of calcium and phosphorus. The last four animals were fed at maintenance level. After 84 days all animals were slaughtered. The relationship between the retention and consumption of each mineral was calculated, and the intercept of the equation considered the mineral maintenance requirement of each mineral. No variations were found in daily fecal and urinary excretions of phosphorus according to supplementation with dicalcium phosphate. The absence of supplementation with dicalcium phosphate in cattle diets in the finishing phase implies lower retention of calcium and phosphorus in the carcass. The absorption coefficients were 83.34, 77.21, 82.57, 40.27 and 92.25% for calcium, phosphorus, magnesium, sodium and potassium, respectively. The net daily maintenance requirements were 28.18, 10.31, 50.11, 25.86, and 91.67 mg / EBW for calcium, phosphorus, magnesium, sodium and potassium, respectively. Net requirements for calcium, phosphorus, magnesium, sodium and potassium for weight gain can be calculated respectively by the equations: $Ca = \times EBW (EBW-51.77 \times 0.3023)$; $P = EBWG \times (30.87 \times EBW-3459)$; $EBW = mg \times (0.865 \times EBW-0.2133)$; $In EBW = \times (6.517 \times EBW-0.3483)$; $EBW = K \times (4.06 \times EBW-0.1875)$. In conclusion calcium and phosphorus requirements obtained for crossbred Holstein x Zebu are lower than those described by BR-Corte, NRC and ARC

INTRODUÇÃO

Apesar de não se destacarem em proporção nas dietas se comparados à fração de outros componentes como carboidratos e proteínas, os minerais se equiparam à importância dos demais nutrientes devido ao comprometimento gerado às funções vitais e/ou produtivas ao organismo quando estes não estão em níveis adequados (Underwood, 1981).

Em dietas para ruminantes é comum a adoção de suplementação com fontes inorgânicas de minerais para atender às demandas de crescimento, produção e reprodução. Contudo, as crescentes demandas pela utilização racional e sustentável dos recursos utilizados para a produção de alimentos têm levado a estudos com o objetivo de obter as quantidades mínimas necessárias desses insumos para a produção.

Estudos têm demonstrado que para bovinos de corte em sistema de confinamento essa suplementação não é necessária para cálcio e fósforo (Prados, 2012; Silva, dados ainda não publicados) ou mesmo para cálcio, fósforo e microminerais (Prados, dados ainda não publicados).

A preocupação da obtenção correta dos requerimentos nutricionais de minerais se baseia na possibilidade da economia de recursos financeiros e no aspecto ambiental, considerando que suas fontes não são renováveis e níveis crescentes do mineral na dieta implicam em níveis crescentes na excreção do mineral, muitas vezes atuando como agente poluidor.

Atribui-se que a ausência de suplementação de alguns minerais não afeta o desempenho animal devido ao fato do tempo de confinamento não ser longo o suficiente para gerar danos aos sistemas que requerem cálcio e fósforo, pois as reservas desses minerais no corpo do animal garantiriam a homeostase dos sistemas, ou que o coeficiente de absorção aumentaria com a redução da ingestão.

Ainda no que diz respeito à procura por sistemas de produção financeira e ambientalmente mais eficientes, o caráter nutricional constitui importante fator. Por isso a atualização constante dos bancos de dados de tabelas de exigências nutricionais aplicadas a cada região tem extrema importância. No Brasil, o BR-Corte (Valadares Filho et al., 2010) apresenta lacunas no banco de dados de exigências nutricionais de minerais de bovinos mestiços Holandês x Zebu.

Tem-se como hipótese que a não suplementação com fontes inorgânicas de cálcio e fósforo não afeta as concentrações desses minerais nos diversos tecidos corporais, contudo aumenta seus coeficientes de absorção verdadeira.

Assim, objetivou-se avaliar as concentrações nos tecidos corporais de cálcio e fósforo; os coeficientes de absorção e de retenção verdadeiros, os requerimentos de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para manutenção e ganho de peso de bovinos castrados mestiços Zebu x Holandês alimentados com dietas contendo ou não fosfato bicálcico.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais

O experimento foi conduzido no Confinamento Experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG, Brasil, seguindo as recomendações do Comitê de Ética para Uso de Animais (CEUA/DZO/UFV Processo número 77/2013).

Foram utilizados 28 animais mestiços ½ Zebu x Holandês, machos, castrados, com peso vivo médio inicial de 377,5±49,4 kg. Após um período de 21 dias de adaptação ao local e à dieta, os animais foram divididos aleatoriamente em dois grupos: manutenção (n=4) e desempenho (n=24).

Tratamentos e Delineamento Experimental

Os animais do grupo manutenção foram alimentados diariamente com 1,1% do peso corporal em matéria seca. Os animais do grupo desempenho foram alimentados *ad libitum*, e assim como os alimentados ao nível de manutenção, foram mantidos em baias individuais dotadas de comedouros e bebedouros de concreto. O Experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3x2, com dois níveis de concentrado (30 e 60%), três frequências de alimentação, e dietas contendo ou não fosfato bicálcico.

As frequências de fornecimento adotadas foram: alimentação completa fornecida pela manhã, às 8:00 horas (1V/1C); volumoso fornecido em sua totalidade pela manhã e concentrado dividido em duas vezes, às 8:00 e às 16:00 horas (1V/2C); e alimentação volumosa e concentrada dividida em duas porções iguais ao dia (2V/2C).

As rações foram isoprotéicas, com 12% de PB e formuladas de acordo com o BR-Corte 2010 (Valadares Filho et al., 2010) para ganho de 1,2 kg por dia. Como volumoso foi utilizada a cana-de-açúcar triturada corrigida para 12% de PB com a mistura uréia/sulfato de amônio na proporção 9:1, fornecida “in natura”. O concentrado, fornecido na proporção de 30 ou 60% da dieta com base na matéria seca, foi constituído de milho grão moído, casca de soja, farelo de soja, sal comum e mistura mineral, contendo ou não fosfato bicálcico.

As proporções dos ingredientes dos concentrados e nas dietas e sua composição são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Item ²	60% Concentrado		30% Concentrado	
	Com FB ¹	Sem FB	Com FB	Sem FB
	Proporção			
Cana-de-açúcar	39,77	39,77	68,5	68,5
Uréia/S.A.	1,5	1,5	2,5	2,5
Sal	0,4	0,4	0,2	0,2
Farelo de Soja	2,6	2,6	1,1	1,1
Bicarbonato de sódio	0,5	0,5	0,3	0,3
Óxido de Magnésio	0,3	0,3	0,1	0,1
Milho fubá	27,1	27,1	13,3	13,3
Casca de Soja	27,7	27,7	13,67	13,67
Mistura Micromineral	0,03	0,03	0,03	0,03
Fosfato Bicálcico	0,1	-	0,3	-
Areia	-	0,1	-	0,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
	Composição química			
MS	63,91	63,91	46,37	46,37
Ca	0,395	0,371	0,457	0,384
P	0,164	0,145	0,153	0,098
Mg	0,24	0,24	0,27	0,27
Na	0,38	0,38	0,20	0,20
K	0,72	0,72	0,65	0,65

^{1/} FB = Fosfato Bicálcico

^{2/} MS = Matéria Seca; Ca = Cálcio; P = Fósforo; Mg = Magnésio; Na = Sódio; K = Potássio.

Consumo e Excreção dos Minerais

Diariamente, os alimentos foram fornecidos, amostrados e ajustados para que as sobras se mantivessem em torno de 5% do oferecido. Da mesma forma, as sobras foram amostradas diariamente. Essas amostras foram agrupadas a cada semana de forma proporcional, pré secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, moídas em moinhos de facas com peneiras de 1mm, e armazenadas em potes plásticos para posteriores análises laboratoriais.

Para determinação das excreções dos minerais foram realizados dois ensaios, com coleta total de fezes e urina durante 72 horas consecutivas, na quinta e nona semanas experimentais.

As fezes foram acondicionadas em bandejas de alumínio e parcialmente secas em estufa com ventilação forçada (55°C) e moídas em moinho de facas com peneiras de 1 mm. Para cada animal, foi agrupada uma amostra composta proporcional em cada período de coletas, com base no peso seco de cada dia de coleta, para posteriores análises laboratoriais. A urina foi agrupada como uma amostra composta com base no volume urinário diário e congelada imediatamente, para posteriores análises.

Cálculos das Exigências de Manutenção

A diferença entre o consumo e o excretado através da urina e das fezes para cada mineral foi considerado como conteúdo mineral retido no corpo do animal. A relação entre o consumo de cada mineral e sua retenção foi expressa a partir de uma equação linear, conforme o seguinte modelo:

$$RM_i = \beta_0 + \beta_1 \times CM_i$$

Onde RM_i = Retenção diária do mineral "i" expresso em mg/PCVZ; CM_i = Consumo diário do mineral "i" expresso em mg/PCVZ, β_0 foi considerada a exigência de manutenção do mineral "i", em mg/dia e β_1 é o coeficiente de retenção para o mineral "i", em percentagem.

Composição corporal

Antes de serem abatidos, os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 16 horas. O abate foi feito por insensibilização via concussão cerebral seguido de sangria via secção da jugular. O trato digestivo (rúmen-retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) de cada animal foi esvaziado, lavado e pesado. Esse peso foi somado ao peso do coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna,

diafragma, mesentério, cauda, aparas, cabeça, couro, pés, sangue e da carcaça, para determinação do PCVZ.

O rúmen-retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, gordura interna, mesentério, fígado, coração, rins, pulmão, língua, baço, carne industrial e aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor), foram triturados em um *cutter* industrial por 20 minutos para retirada de uma amostra homogênea de vísceras e órgãos.

O couro das patas e da cabeça de cada animal foi retirado e o restante triturado em moedor de osso para retirada de uma amostra composta de membros e cabeça. O couro foi picado manualmente e amostrado.

As amostras de sangue foram coletadas imediatamente após o abate, e assim como as amostras de órgãos e vísceras, cabeça e membros, e couro acondicionadas em bandejas de alumínio e liofilizadas

Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas meias carcaças, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a 5°C, por 18 horas. Decorrido este tempo, as meias carcaças foram retiradas da câmara fria, para pesagem e dissecação completa da meia-carcaça esquerda. Os ossos, a carne e gordura foram moídos, amostrados e liofilizados. Todas as amostras foram moídas em moinho de facas tipo Willey.

Foram constituídas duas amostras por animal, denominadas “carcaça” e “não carcaça”. A amostra de carcaça foi constituída pelas amostras liofilizadas de osso e carne e gordura, agrupadas de forma proporcional. A amostra dos componentes não carcaça foi constituída pelas amostras liofilizadas de sangue, cabeça e membros, órgãos e vísceras e couro também agrupadas de forma proporcional ao seu peso no corpo do animal.

Nas amostras de carcaça e não carcaça foram determinados os teores de matéria seca definitiva, nitrogênio total, extrato etéreo e matéria mineral conforme Detmann et al. (2012). Para o preparo da solução mineral para posterior leitura das concentrações dos minerais também foi adotada a técnica descrita por Detmann et al. (2012). Em todas as amostras, o teor de fósforo foi avaliado por colorimetria segundo o método INCT – CA M-008/1, os teores de cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica, e os teores de sódio e potássio por espectrofotometria de chama.

Cálculos das Exigências para Ganho de Peso

Os conteúdos de minerais no corpo em função do PCVZ dos animais foram estimados por meio de equações relacionando os conteúdos corporais de cada mineral dos animais em desempenho e referência, conforme o seguinte modelo alométrico (ARC, 1980):

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

Onde C_i = constituinte "i" do corpo do animal, podendo ser Ca, P, Mg, Na ou K, PCVZ = peso de corpo vazio e ' β_0 ' e ' β_1 ' = parâmetros da regressão.

A partir dos parâmetros da regressão apresentada, os requerimentos líquidos de cada mineral por quilo de ganho de peso de corpo vazio foram obtidos pela derivada da equação acima, segundo o modelo abaixo (ARC, 1980):

$$Y = a * b * PCVZ^{b-1}$$

onde Y = requerimento líquido de cada mineral para ganho de peso (g/GPCVZ), PCVZ = peso de corpo vazio (kg) e 'a' e 'b' serão os parâmetros da regressão. As exigências totais de cada mineral correspondem à soma das exigências para manutenção e para ganho.

Análises Estatísticas

Os demais dados foram submetidos à análise de variância. Quando verificada diferença estatística entre os tratamentos foi utilizado a diferença mínima significativa ajustada para comparações das médias.

Os modelos lineares foram construídos por intermédio do PROC REG do SAS e para os modelos não lineares o PROC NLIN do SAS. Para todos os testes foram utilizados 0,05 como nível crítico de probabilidade para verificar a significância dos parâmetros dos modelos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de fósforo nas dietas suplementadas com fosfato bicálcico representou 92,0% das exigências estimadas pelo BR-Corte (2010), contra 69,60% para as dietas não suplementadas. Com relação ao (2000) esses consumos representaram 84,2 e 65,5%, respectivamente para as dietas suplementadas ou não; enquanto que pelo AFRC (1993) representaram 73,7 e 55,7%. Esses valores foram calculados com base no peso médio e no ganho de peso observados.

A ausência de suplementação de cálcio e fósforo inorgânicos nas dietas, através da exclusão de fosfato bicálcico, implicou em diferenças no consumo de fósforo, contudo não implicou em diferenças no consumo de cálcio, no ganho de peso corporal e no ganho de peso de corpo vazio (capítulo 1).

Tabela 2. Consumo, excreção e retenção de cálcio e fósforo (g/dia) e concentração óssea de cálcio e fósforo de bovinos mestiços Holandês x Zebu castrados, alimentados sob diferentes frequências de alimentação e níveis de cálcio e fósforo

Item	Frequência de Alimentação			Nível de Concentrado		Suplementação FB		P - Valor						
	1v/1c	1v/2c	2v/2c	30%	60%	com	Sem	Freq	nív	supl	freq×nív	freq×supl	nív×supl	freq×nív×supl
Fósforo														
Consumo	11,66	11,34	11,8	9,21 b	13,99 a	13,40	9,81	0,896	<0,001	<0,001	0,618	0,937	0,107	0,644
Fezes	8,68	8,67	7,28	7,36 b	9,06 a	8,88	7,54	0,190	0,026	0,070	0,275	0,549	0,636	0,114
Urina	0,18	0,16	0,16	0,16	0,17	0,16	0,16	0,279	0,889	0,301	0,213	0,113	0,380	0,085
Retido	2,67	2,52	4,36	1,62 b	4,74 a	4,27	2,09	0,105	<0,001	0,010	0,511	0,834	0,352	0,427
% Osso	9,38	8,3	8,66	9,08	8,47	9,00	8,56	0,267	0,268	0,418	0,590	0,746	0,334	0,783
% MM Osso	16,5	14,46	15,24	15,93	14,87	15,4	15,39	0,208	0,256	0,992	0,569	0,897	0,548	0,887
Cálcio														
Consumo	37,47	37,75	38,26	33,32 b	42,33 a	40,46	35,19	0,967	0,003	0,059	0,696	0,908	0,350	0,586
Fezes	19,47	18,75	16,21	16,69	19,6	18,85	17,44	0,195	0,066	0,350	0,188	0,430	0,796	0,586
Urina	1,68	2,16	1,81	3,04 a	0,73 b	1,15	2,62	0,729	0,001	0,011	0,982	0,172	0,059	0,194
Retido	16,31	16,85	20,24	13,60 b	22,00 a	20,47	15,13	0,240	0,001	0,017	0,828	0,855	0,134	0,985
% Osso	19,81	19,05	18,2	19,35	18,69	18,52	19,52	0,364	0,473	0,280	0,708	0,672	0,681	0,758
% MM Osso	34,99	33,29	32,07	34,06	32,84	31,75	35,15	0,379	0,472	0,061	0,871	0,764	0,397	0,732
Osso														
MM	56,79	57,3	56,89	56,92	57,06	58,36 a	55,62 b	0,823	0,849	0,002	0,066	0,181	0,081	0,541

1/ FB = Fosfato Bicálcico. 2/ % Osso = Percentagem do osso desengordurado. % MM Osso = Percentagem da matéria mineral óssea.

Como as diferenças nos níveis consumidos de fósforo não geraram distinção nos parâmetros produtivos avaliados provavelmente foram necessários mecanismos fisiológicos para suprir esse mineral em suas funções no organismo (Tabela 2).

Os animais alimentados com as dietas não suplementadas apresentaram conteúdo mineral nos ossos 2,74% menor que os animais suplementados. Resultado semelhante foi encontrado por Prados (2012), em que animais alimentados com apenas 38% das exigências de cálcio e 86% das de fósforo estimadas pelo BR-Corte (2010) apresentaram redução do conteúdo mineral nos ossos das costelas de 3,05%. Contudo naquele trabalho não foram avaliados os níveis de cálcio e fósforo nos ossos.

O menor consumo de fósforo refletiu em redução de 48,95% na retenção desse mineral no corpo vazio do animal. O principal local de reserva de fósforo dentre os tecidos animais são os ossos, contudo quando avaliado o teor desse mineral no tecido ósseo não foram encontradas diferenças ($P>0,05$) nem quando o valor foi expresso em percentagem do osso seco e desengordurado nem quando expresso com base na matéria mineral do osso, o que indica que as diferentes retenções se expressaram em outros constituintes do corpo animal.

Conseqüentemente, devido às maiores retenções estarem relacionadas nas dietas com maiores consumos, não foram encontradas variações nas excreções fecal e urinária diárias de fósforo em função da suplementação com fosfato bicálcico.

A dieta com 60% de concentrado propiciou maior consumo, maior retenção e maior excreção fecal de fósforo, mesmo quando seu aporte foi realizado através do fósforo presente nos alimentos do concentrado. Esse fato, aliado a não necessidade de suplementação inorgânica de fósforo, comprova que o fósforo de origem dos alimentos concentrados comumente adotados na alimentação de ruminantes é suficiente para suprir as demandas por parte dos sistemas metabólicos (Erickson et al., 1999). Nesse caso, a suplementação com fontes inorgânicas de fósforo apenas agravaria os fatores ambiental e econômico relacionados ao fósforo.

Block et al. (2004), em revisão de literatura sobre os requerimentos de fósforo para bovinos de corte, concluíram que as exigências de fósforo estimadas pelo NRC estão superestimadas, e que o aumento do fósforo urinário é provável quando os animais são submetidos a dietas com alta biodisponibilidade de fósforo, como acontece nas dietas adotadas em confinamento.

A ausência de suplementação com fosfato bicálcico não ocasionou queda no consumo de cálcio em relação aos animais suplementados. Dentre os alimentos utilizados, as concentrações de cálcio, principalmente na cana-de-açúcar e na casca de soja, são elevadas em comparação aos outros alimentos utilizados em proporção inferior nas dietas, como o milho. Devido a isso, a quantidade de fosfato bicálcico necessária para balancear as dietas para cálcio foi pequena, não sendo suficiente para gerar diferença no consumo desse mineral.

Mesmo não havendo diferenças nos consumos de cálcio em função da suplementação, diferenças foram observadas ($P < 0,05$) para os valores de retenção de cálcio na carcaça, que foi 35% superior nas dietas com suplementação. Apesar de 99% do cálcio corporal ser constituinte dos ossos, não foram encontradas diferenças ($P > 0,05$) nem quando o cálcio ósseo foi expresso em percentagem do osso seco e desengordurado nem quando expresso com base na matéria mineral do osso.

A maior retenção na dieta suplementada, mesmo em condição de consumos semelhantes, condiz com a maior excreção urinária de cálcio nas dietas não suplementadas. Apesar do exposto, a excreção urinária de cálcio é pequena (Gionbelli et al., 2010) sendo sua excreção regulada principalmente em nível intestinal (Field, 1983).

Quanto à relação de volumoso e concentrado, as dietas com maior proporção de concentrado propiciaram maiores consumos, maior retenção e menor excreção urinária de cálcio. As proporções de cálcio encontradas nos ossos não variaram em função do nível de concentrado da dieta, indicando que a maior retenção se deu em outras partes do organismo

Requerimentos de minerais para manutenção

A Figura 1 representa a relação entre a retenção e o consumo diários de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio, expressos em mg/PCVZ. Os interceptos dessas relações lineares representam os requerimentos para manutenção de cada mineral.

Assim, as exigências líquidas diárias para manutenção calculadas nesse experimento foram de 28,18 mg/PCVZ para cálcio, 10,31 mg/PCVZ para fósforo, 50,11 mg/PCVZ para magnésio, 25,86 mg/PCVZ para sódio e de 91,67 mg/PCVZ para potássio.

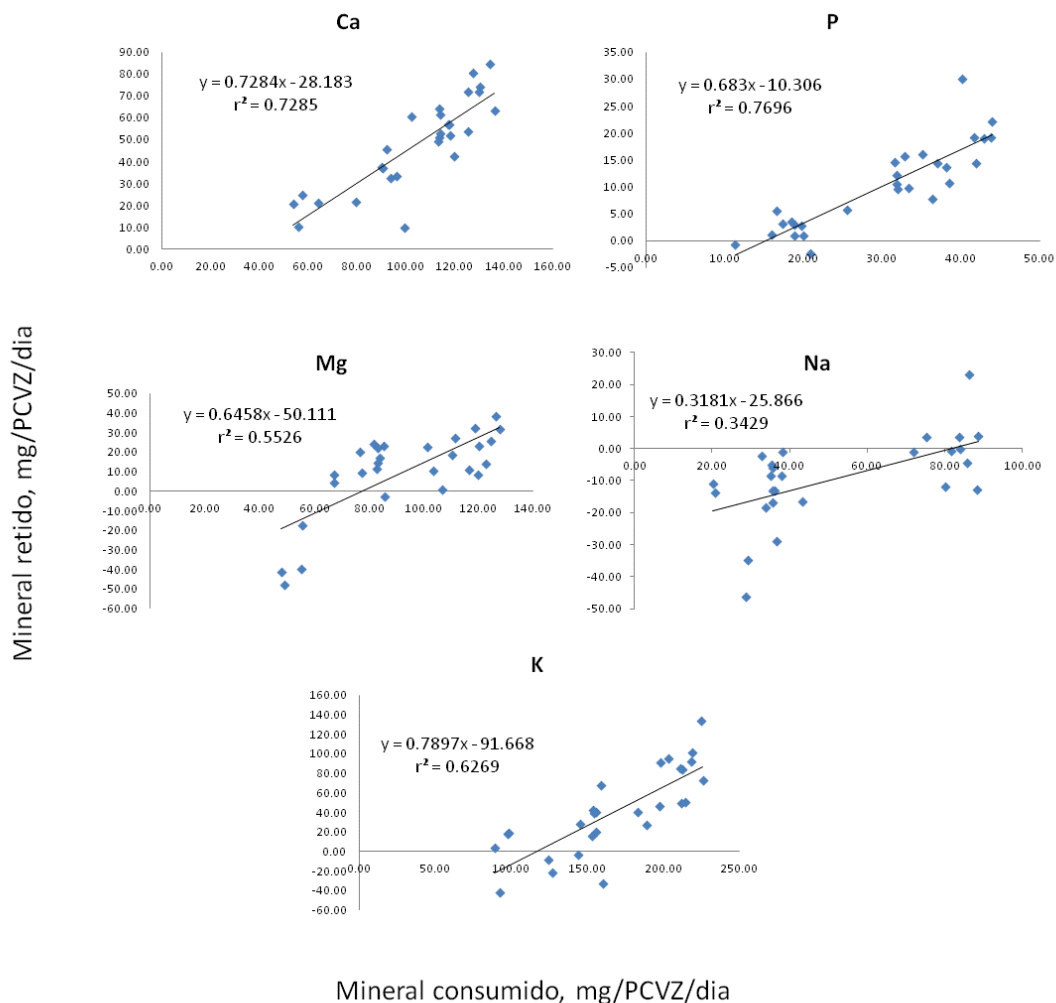


Figura 1. Relação entre consumo e retenção de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio(K)

Os trabalhos de pesquisa desenvolvidos em condições tropicais para determinação das perdas endógenas de minerais são escassos (Silva et al., 2002) e esses poucos trabalhos têm encontrado valores muito discrepantes, devido às baixas exatidão e precisão. Da mesma forma, os dados encontrados nesse experimento são variáveis em relação a outras literaturas.

Em comparação ao BR-Corte (2010) e ao NRC (2000), a exigência de cálcio para manutenção encontrada é superior à preconizada de 15,4mg/kgPC pelos dois sistemas. O ARC (1980) preconiza o valor de 16mg/kgPC, valor também inferior ao encontrado. O valor observado é similar ao encontrado por Gionbelli (2010) de 26,5mg/kgPCVZ para novilhas Nelore e por Ezequiel (1987) também para animais meio sangue Holandês × Zebu, de 26,1 mg/kgPC, ambos realizados em condições tropicais.

O valor observado para fósforo foi inferior ao descrito na maior parte da literatura: 16 mg/kgPC pelo NRC (2000), 12 mg/kgPC pelo ARC (1980), 17,6 mg/kgPC por Ezequiel (1987) e pelo BR-Corte (2010) e 27,1 mg/kgPCVZ por Gionbelli (2010). Contudo, nesse trabalho, parte dos animais foram alimentados com níveis inferiores de fósforo em relação ao preconizado pelos sistemas descritos, apresentando desempenho similar, o que sugere que as exigências de fósforo desses sistemas estão superestimadas. Prados (2012), em trabalho com animais cruzados Holandês × Zebu alimentados com diferentes níveis de cálcio e fósforo concluiu que as recomendações do BR-Corte para fósforo podem ser reduzidas em até 14%, nível mais baixo adotado naquele experimento.

Os valores encontrados para magnésio, sódio e potássio nesse experimento foram bastante superiores aos valores preconizados pelos sistemas de determinação de exigências nutricionais.

Requerimentos minerais para ganho de peso

Assim, os requerimentos de cada mineral para ganho de peso são estimados a partir da primeira derivada da relação entre o conteúdo do mineral no corpo vazio e o peso de corpo vazio (Tabela 3).

Tabela 3. Equações para predição do conteúdo corporal de macrominerais, em kg, e das exigências líquidas em função do peso de corpo vazio (PCVZ) e do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), em gramas.

Mineral	Equação
Cálcio	$Ca_{PCVZ} = 0,0742 \times PCVZ^{0,6977}$
	$ELG_{Ca} = GPCVZ \times (51,77 \times PCVZ^{-0,3023})$
Fósforo	$P_{PCVZ} = 0,0472 \times PCVZ^{0,6541}$
	$ELG_P = GPCVZ \times (30,87 \times PCVZ^{-0,3459})$
Magnésio	$Mg_{PCVZ} = 0,0011 \times PCVZ^{0,7867}$
	$ELG_{Mg} = GPCVZ \times (0,865 \times PCVZ^{-0,2133})$
Sódio	$Na_{PCVZ} = 0,10 \times PCVZ^{0,6517}$
	$ELG_{Na} = GPCVZ \times (6,517 \times PCVZ^{-0,3483})$
Potássio	$K_{PCVZ} = 0,005 \times PCVZ^{0,8125}$
	$ELG_K = GPCVZ \times (4,06 \times PCVZ^{-0,1875})$

Ca_{PCVZ} = Conteúdo corporal de cálcio. ELG_{Ca} = Exigência líquida de cálcio para ganho de peso. P_{PCVZ} = Conteúdo corporal de fósforo. ELG_P = Exigência líquida de fósforo para ganho de peso. Mg_{PCVZ} = Conteúdo corporal de magnésio. ELG_{Mg} = Exigência líquida de magnésio para ganho de peso. Na_{PCVZ} = Conteúdo corporal de sódio. ELG_{Na} = Exigência líquida de sódio para ganho de peso. K_{PCVZ} = Conteúdo corporal de potássio. ELG_K = Exigência líquida de potássio para ganho de peso.

Alguns autores sugerem que as exigências de cálcio e fósforo para ganho de peso sejam calculadas conforme modelo descrito somente até um determinado peso corporal, enquanto há crescimento ósseo, visto que cerca de 99% do cálcio e 80% do fósforo estão depositados nos ossos. A partir da estabilização do tecido ósseo, sugere-se que o incremento de cálcio e fósforo no PCVZ seja estável (Chizzotti et al., 2009; AFRC, 1991). Chizzotti et al. (2009) sugere que essa estabilização ocorra para machos castrados a partir dos 420 kg de peso de corpo vazio.

Coefficientes de absorção

Da mesma forma e pelos mesmos motivos que há grande variação nos dados encontrados para as exigências minerais para manutenção, são encontradas amplas oscilações nos valores descritos na literatura para os coeficientes de absorção dos minerais. Os valores encontrados nesse experimento são descritos na Figura 3. Os valores encontrados para os coeficientes de absorção são de 83,34% para cálcio, 77,21% para fósforo, 82,53% para magnésio, 51,64% para sódio e 92,25% para potássio.

Na literatura consultada, esses coeficientes variam entre 30 (NRC, 2001) e 91% (Marcondes, dados não publicados) para cálcio, 56 (Gionbelli, 2010) e 80% (NRC, 2001) para fósforo, 16 (Coelho da Silva et al., 1991) e 83% (Marcondes, dados não publicados) para magnésio, 19 (Gionbelli, 2010) e 100% (NRC, 2001) para sódio, e 4 (Gionbelli, 2010) e 100% (ARC, 1980; Ezequiel, 1987) para potássio. Em todos os casos, os valores encontrados estão dentro do intervalo da literatura consultada.

Na Tabela 4 são apresentadas as exigências líquidas e dietéticas diárias de macrominerais para bovinos calculadas a partir dos valores e equações gerados nesse experimento, em comparação aos valores calculados através do BR-Corte (2010), NRC (2000) e ARC (1980). Observa-se que os valores encontrados para as exigências dietéticas de cálcio e fósforo são inferiores aos valores preconizados pelos três sistemas, para os dois pesos corporais, para as duas taxas de ganho de peso. Como já discutido, a literatura consultada demonstra que as exigências estimadas para cálcio e fósforo pelos referidos

conselhos está superestimada (Block et al., 2004; Erickson et al. 1999; Prados, 2012).

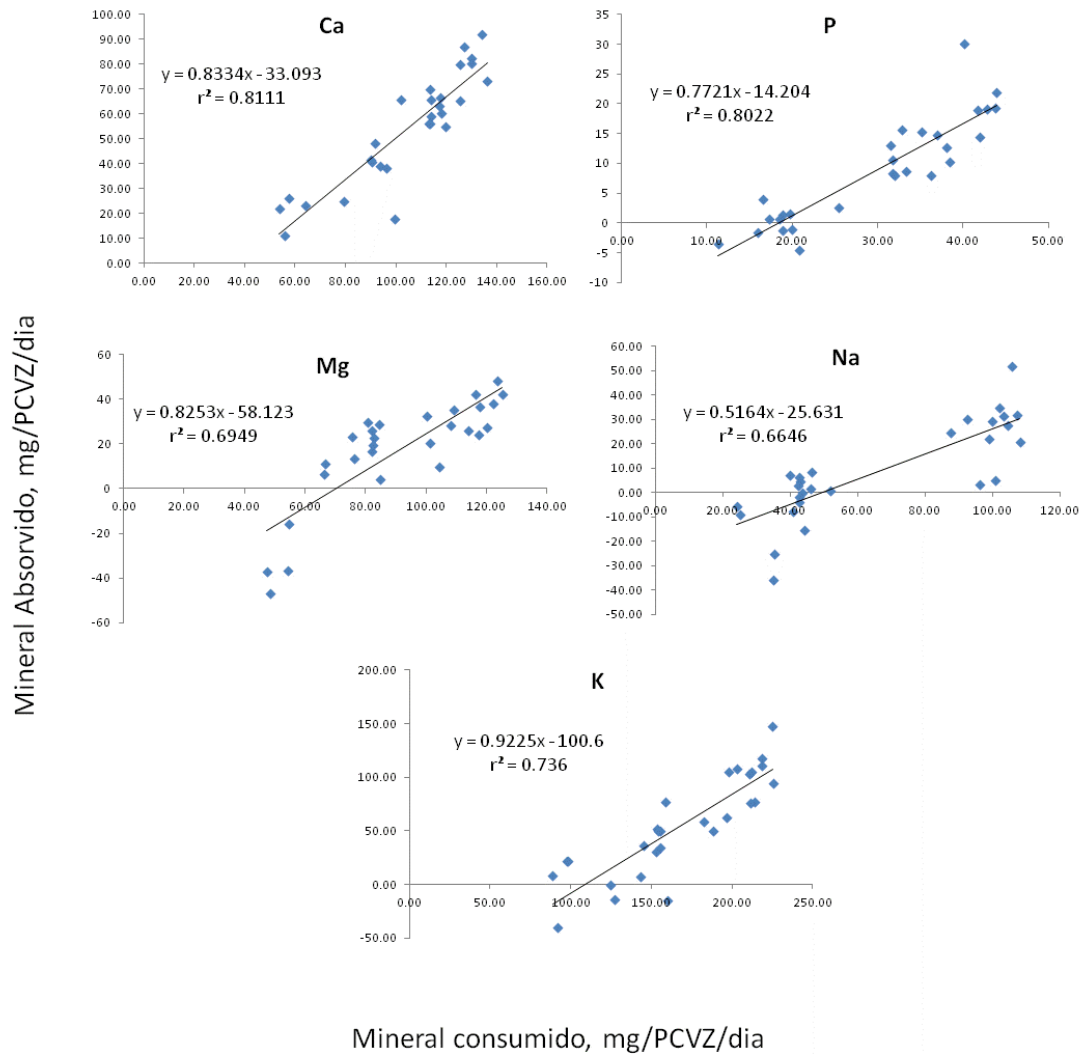


Figura 2. Relação entre consumo e absorção de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na), e potássio (K).

Os valores encontrados para magnésio e sódio encontram-se acima do preconizado pelos sistemas. Para o magnésio, a utilização de óxido de magnésio como tamponante ruminal elevou consideravelmente os valores de consumo desse mineral, justificando o alto requerimento líquido diário de manutenção. Para o sódio, o baixo coeficiente de absorção encontrado foi responsável pelos altos valores calculados, os sistemas de predição de

exigências utilizados para estabelecer tal comparação adotam coeficientes de absorção do sódio acima de 90%. Para o potássio, o valor encontrado é similar aos demais.

Tabela 4. Exigências líquidas e dietéticas diárias de macrominerais para bovinos mestiços Holandês x Zebu castrados e exigências previstas pelo BR CORTE, NRC e ARC, em gramas

PC	GMD	Liq Mant	Liq Ganho	Coef. Absorção	Dietéticas	BR CORTE	NRC	ARC
Cálcio								
300	0,6	7,3	7	0,83	17,1	20,2	21	22
	1,1		12,8		24,1	30	32	34,4
400	0,6	9,7	6,4	0,83	19,3	21,7	22	24,3
	1,1		11,8		25,8	30,5	31	36,8
Fósforo								
300	0,6	2,7	3,3	0,77	7,7	12,8	12	15,3
	1,1		6		11,2	17,1	16	23,7
400	0,6	3,6	3	0,77	8,4	14,9	14	17,1
	1,1		5,4		11,6	18,9	18	25,5
Magnésio								
300	0,6	12,9	0,2	0,83	15,9	6,6	6,5	6,5
	1,1		0,4		16,1	7,6	7,9	8,1
400	0,6	17,3	0,2	0,83	21,1	8,3	8,1	8
	1,1		0,3		21,3	9,4	9,6	9,6
Sódio								
300	0,6	6,2	0,7	0,52	14,1	2,9	4	3,4
	1,1		1,3		15,2	3,7	4	4,4
400	0,6	8,3	0,6	0,52	18,2	3,6	5,3	4,2
	1,1		1,1		19,2	4,3	5,3	5,2
Potássio								
300	0,6	23,7	1	0,92	26,8	27,8	39,6	30
	1,1		1,9		27,7	28,9	39,6	31,2
400	0,6	31,6	1	0,92	35,3	31,8	52,8	39,5
	1,1		1,8		36,2	33	52,8	40,7

PC = Peso Corporal; GMD = Ganho médio diário; Liq.Mant = exigência líquida diária para manutenção; Liq.Ganho = exigência líquida diária para ganho de peso; Coef.Absorção = Coeficiente de absorção.

CONCLUSÕES

A ausência de suplementação de fosfato bicálcico em dietas para bovinos em fase de terminação implica em menor retenção de cálcio e fósforo na carcaça, contudo não compromete o desempenho.

As exigências líquidas diárias para manutenção de bovinos cruzados Holandês × Zebu são de 28,18 mg/PCVZ para cálcio, 10,31 mg/PCVZ para fósforo, 50,11 mg/PCVZ para magnésio, 25,86 mg/PCVZ para sódio e de 91,67 mg/PCVZ para potássio.

As exigências de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio para ganho de peso podem ser calculadas respectivamente pelas equações: $Ca = GPCVZ \times (51,77 \times PCVZ^{-0,3023})$; $P = GPCVZ \times (30,87 \times PCVZ^{-3459})$; $Mg = GPCVZ \times (0,865 \times PCVZ^{-0,2133})$; $Na = GPCVZ \times (6,517 \times PCVZ^{-0,3483})$; $K = GPCVZ \times (4,06 \times PCVZ^{-0,1875})$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRC – Agricultural and Food Research Council. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle (report 6). **Nutrition Abstracts and Reviews**, v.61, n.9, p.573-612, 1991.
- AFRC – Agricultural and Food Research Council. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. Wallingford, UK. CAB International, 1993. 159p.
- ARC - Agricultural Research Council. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. London: Agricultural Research Council. The Gresham Press, 1980. 351p.
- BLOCK, H.C., ERICKSON, G.E., KLOPFENSTEIN, T.J. Review: Re-evaluation of phosphorus requirements and phosphorus retention of feedlot cattle. **The Professional Animal Scientist**, v.20, p.319-329, 2004.
- CHIZZOTTI, M.L. VALADARES FILHO, S.C., TEDESCHI, L.O., et al. Net requirements of calcium, magnesium, sodium, phosphorus and potassium for growth of Nellore × Red Angus bulls, steers, and heifers. **Livestock Science**, v.124, n.1, p.242-247, 2009.
- COELHO DA SILVA, J.F. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: DZO, p. 467-504, 1995.

- DETMANN, E., SOUZA, M. A., VALADARES FILHO, S. C., QUEIROZ, A. C, et al. **Métodos para análises de alimentos**. 1 ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema Gráfica. 214p. 2012.
- ERICKSON, G.E., KLOPFENSTEIN, T.J., MILTON, C.T., et al. Effect of dietary phosphorus on finishing steer performance, bone status, and carcass maturity. **Journal of Animal Science**, v.77, p. 2832-2836, 1999.
- EZEQUIEL, J.M.B. **Exigências de proteína e minerais de bovídeos: frações endógenas**. 1987. 131p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 1987.
- FIELD, A.C. A review requirements of dairy and beef cattle for major elements. **Livestock Production Science**, v.10, n.4, p. 327-338, 1983.
- GIONBELLI, M.P. **Desempenho produtivo e exigências nutricionais de fêmeas Nelore em crescimento**. 2010. 101p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**.7.ed. Washington, D.C.: 2001. 242p.
- PRADOS, L.F. **Desempenho e exigências nutricionais de bovinos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de cálcio e fósforo**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa (dissertação de mestrado). 112p. 2012.
- SAS – Institute SAS/STAT software: changes and enhancements through release 6.12. Cary, **Statistical Analysis System Institute**, 1997. 1167p.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAULINO, P.V.R., et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR-Corte**. 2 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2010, 193p.