

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

DHONES RODRIGUES DE ANDRADE

**DESEMPENHO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE BOVINOS ALIMENTADOS
COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES *BLENDS* VITAMÍNICOS**

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2021**

DHONES RODRIGUES DE ANDRADE

**DESEMPENHO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE BOVINOS ALIMENTADOS
COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES *BLENDS* VITAMÍNICOS**

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*.

Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2021**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

A553d
2021
Andrade, Dhones Rodrigues de, 1993-
Desempenho e exigências nutricionais de bovinos alimentados com dietas contendo diferentes *blends* vitamínicos / Dhones Rodrigues de Andrade. – Viçosa, MG, 2021.
79 f. : il. ; 29 cm.

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

1. Vitaminas na nutrição animal. 2. Nelore (Bovino).
3. Zebu. 4. Vitaminas Lipossolúveis. 5. Vitaminas Hidrossolúveis. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.08528

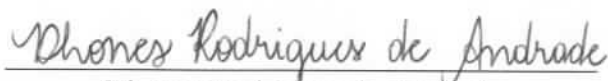
DHONES RODRIGUES DE ANDRADE

**DESEMPENHO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE BOVINOS ALIMENTADOS
COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES *BLENDS* VITAMÍNICOS**

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*.

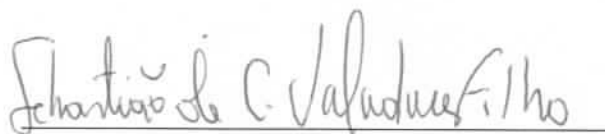
APROVADA: 04 de março de 2021.

Assentimento:



Dhones Rodrigues de Andrade

Autor



Sebastião de Campos Valadares Filho

Orientador

*Dedico esse trabalho primeiramente a **Deus**, por toda força, livramentos, oportunidades de viver momentos e conhecer pessoas maravilhosas que estão comigo até hoje. À todas as pessoas que me apoiaram e me incentivaram a continuar na busca pela realização dos meus sonhos, em especial **Alzira de Souza Pinheiro e Ana Maria Facundo Alves**.*

*Aos meus pais, **Francisco Alves e Raimunda Rodrigues**, por todo apoio, orações e carinhos dado mesmo estando à quilômetros de distância. Aos meus amigos, antigos e novos, por sempre me estimularem a buscar a minha melhor versão, em especial meu irmão **Jardeson Pinheiro**.*

Dedico a vocês!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre está comigo, principalmente em um ano tão atípico como foi o ano de 2020. Agradeço por me proteger e sempre me dar forças para nunca desistir. Muito obrigado por tudo!

Aos meus país e irmãos por todo amor e incentivo e por me socorrer nos piores momentos da minha vida. Espero sempre dar orgulho para vocês, pois esse é o meu combustível. Amo vocês!

À Universidade Federal do Ceará, por ter me proporcionado a dar o ponta pé no início do meu sonho, hoje eu posso falar que o tempo que passei na UFC foram os melhores da minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa, por ter me acolhido durante o mestrado e por mostrar de todas as formas que é a mais bonita do Brasil.

Ao departamento de Zootecnia (DZO) por tornar possível a realização de um sonho e por me permitir conhecer pessoas que foram de grande apoio durante essa etapa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a empresa DSM pela concessão de bolsas e apoio financeiro a esta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao professor Sebastião de Campos Valadares Filho, pela confiança, oportunidades, ensinamentos e orientação durante essa fase da minha vida.

À minha coorientadora, Luciana Navajas Rennó por todo apoio e auxílio na conclusão desta dissertação.

Aos membros da banca, professor Diego Zanetti e Tiago Sabella pelo aceite de participar da banca e auxílio durante a correção desta dissertação.

Ao irmão que a Zootecnia me deu, Jardeson Pinheiro (Jardim), por todo apoio e por sempre acreditar mim, mesmo em momentos que eu não acreditei, sou eternamente grato pela sua amizade e irmandade. Espero sempre poder te ajudar e estar ao seu lado sempre que você precisar! Te amo irmão!

Aos meus amigos que fiz durante a graduação na UFC e a todos os meus amigos que fiz em Fortaleza e sempre estão disponíveis para me ouvir: Paloma, Vitória, Caio, Bia, Judite, Saulo, João Paulo, Dandan, Edna, Gaby e todos que não citei mas estão no meu coração.

À Flávia Adriane, por todo apoio e auxílio durante esses dois anos. Você talvez não saiba, mas no início de tudo o seu apoio foi muito importante para a minha jornada! Espero que nunca você deixe de ser esse humano empático que eu vi no início de tudo! Muito obrigado!

Aos funcionários do DZO: por toda ajuda durante a execução deste projeto, em especial ao Mauro, Edson, Pinguim, Zezé, Matheus (LNA), Mário (LNA), Monteiro, Rosana, Fernanda, Juliana, Alda, Vanor, Joécio (Jojô)

Aos colegas e bolsistas de iniciação científica do LabNUR que foram essenciais para a condução e desenvolvimento deste trabalho: Marquinhos, Breno, Letícia, André, Fernandinho, Gilyard, Kellen, Júlia, Júnia, Isadora, João Pivoto, Germano, César, pela dedicação e comprometimento! Em especial ao Bruno, Nathália Trópia, Flávia Adriane, Marcos Elias, Yuri Ebani, não só pela ajuda, mas pela amizade construída.

Aos meus amigos, que o departamento de Zootecnia da UFV me possibilitou conhecer e que em alguns momentos foram meus “estagiários”: Flávia Adriane, Nathália Trópia, Bruno Sales, Cris Luana, Pâmela Gracioli, Paulo Dornelas, Rizi Reis, Robert Paixão, Adailton Carneiro, Thamys Polynne, Pedro Emanuel, Mateus Emanuel, Raphaela Cenci, Daiana Quirino, Gabriel David, Éllem Matos, Luiz Carlos, Heitor Carvalho, Cristiano Nogueira, Amanda Martins, Camila de Paula, Cleitinho, Anna Sguizzato, Lethiane Rocha, Yuri Ebani e Cecília Machado, agradeço a DEUS por ter vocês em minha vida!

Aos amigos do LCC e Laboratório de Nutrição Animal (LNA) por toda ajuda em diversos momentos da condução deste projeto, além disso pelo apoio emocional que em alguns momentos foram necessários: Raphaela, Rizi, Pâmela, Adailton, Cris Luana e Thamys.

A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho, MUITO OBRIGADO.

“O mundo não se divide em pessoas boas e más. Todos temos luz e trevas dentro de nós. O que importa é o lado o qual decidimos agir. Isso é o que realmente somos”.
(Sirius Black – Harry Potter e a Ordem da Fênix)

BIOGRAFIA

DHONES RODRIGUES DE ANDRADE, filho de Francisco Alves de Andrade e Raimunda Rodrigues Sales, nasceu em Boa Viagem – CE, em 31 de Janeiro de 1993.

Em agosto de 2013, ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal do Ceará, colando grau em Janeiro de 2018. Durante a graduação fez parte do Programa de Educação Tutorial – PET/Zootecnia, além de ter sido bolsista de iniciação científica (CNPq) atuando na área de nutrição de pequenos ruminantes.

Em março de 2019 iniciou o Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, sob a orientação do Prof. Dr. Sebastião de Campos Valadares Filho, concentrando os estudos na área de Nutrição e Exigências Nutricionais de Ruminantes, submetendo-se à defesa em 04 de março de 2021.

RESUMO

ANDRADE, Dhones Rodrigues, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2021. **Desempenho e exigências nutricionais de bovinos alimentados com dietas contendo diferentes *blends* vitamínicos.** Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação com vitaminas A, D, e E, vitaminas do complexo B (B₁, B₃ e B₇) ou sua combinação sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes, desempenho produtivo, eficiência microbiana e características de carcaça de machos Nelore não castrados superprecoces em terminação (Capítulo 1). Foram utilizados 45 machos Nelore não castrados, com peso inicial de 261 ± 27,3 kg e idade média de 8 ± 1 meses. Cinco animais foram abatidos ao início do experimento (grupo referência), para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ) inicial dos animais que permaneceram no experimento. Os 40 animais restantes foram alimentados à vontade e distribuídos em quatro grupos de 10 animais cada, em delineamento inteiramente casualizado, aos quais foram distribuídos os tratamentos experimentais: controle (CTRL) – sem suplementação de vitaminas; Vit B – suplementação de vitaminas do complexo B (B₁, B₃ e B₇); Vit ADE – suplementação de vitaminas A, D e E; e Vit ADE + Vit B. As dietas foram isoprotéicas (120g/kg MS) e constituídas de silagem de milho (30%) e concentrado (70 %) com base na matéria seca (MS) total. O experimento teve duração total de 170 dias, sendo utilizados 30 dias de adaptação e 140 dias para coletas de dados. Para estimação da digestibilidade aparente dos nutrientes e eficiência microbiana, foram realizadas coletas *spot* de fezes e urina. Ao início e fim do período experimental, os animais foram pesados para determinação do ganho médio diário (GMD). O consumo e a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, a eficiência microbiana, o balanço de nitrogênio, o desempenho produtivo e as características de carcaça não foram influenciados ($P > 0,05$) pela suplementação vitamínica. Conclui-se que a suplementação vitamínica (*blend* de vitaminas hidrossolúveis, lipossolúveis ou suas combinações) não influencia o desempenho produtivo e as características de carcaça de machos Nelore não castrados superprecoces. Além disso, objetivou-se também a estimativa das exigências de energia e proteína de machos Nelore não castrados superprecoces em terminação recebendo ou não suplementação vitamínica (Capítulo 2). Foram utilizados 50 machos Nelore não castrados, com peso corporal inicial de 258 ± 29,2 Kg e idade média de 8 ± 1 meses. Cinco animais foram abatidos no início do experimento para determinação do peso e composição do corpo vazio inicial dos animais que permaneceram no experimento. Cinco animais foram alimentados à nível de manutenção (11,5 g/kg peso corporal). Os 40 animais restantes foram

alimentados à vontade e distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em quatro grupos de 10 animais cada, aos quais foram distribuídos os tratamentos: CTRL – sem suplementação de vitaminas; Vit B– suplementação de vitaminas do complexo B (tiamina, niacina e biotina); Vit ADE – suplementação de vitaminas A, D e E; e Vit ADE + Vit B. As dietas foram isoprotéicas (120 g/kg matéria seca [MS]) e constituídas de silagem de milho (30%) e concentrado (70 %) com base na MS total da dieta. O experimento teve duração total de 170 dias, sendo 30 dias de adaptação e 140 dias para coletas de dados. Após os abates, foram obtidas duas amostras compostas para cada animal, denominadas carcaça e não carcaça, a partir das quais foi determinada a composição química do corpo vazio de cada animal. As exigências de energia líquida (ELm) e metabolizável (EMm) para manutenção foram, respectivamente, de 76,6 e 117,2 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, as quais foram obtidas relacionando a produção de calor e o consumo de energia metabolizável. Assim, a eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção foi de 65,36%. As equações obtidas para estimação das exigências de energia (ELg) e proteína (PLg) líquidas para ganho foram: ELg (Mcal/dia) = 0,0546 × PCVZ^{0,75} × GPCVZ^{0,8122} e PLg (g/dia) = 238,2 × GPCVZ – 18,5288 × ER. As eficiências de utilização da energia metabolizável para ganho e da proteína metabolizável para ganho foram, respectivamente, 33,82% e 36,12%. Conclui-se que as ELm e EMm de machos Nelore não castrados são de 76,6 e 117,2 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, respectivamente; e que as ELg e PLg podem ser obtidas pelas respectivas equações: ELg (Mcal/dia) = 0,0546 × PCVZ^{0,75} × GPCVZ^{0,8122} e PLg (g/dia) = 238,2 × GPCVZ – 18,5288 × ER.

Palavras-chave: Hidrossolúveis. Lipossolúveis. Nelore. Vitaminas. Zebuino.

ABSTRACT

ANDRADE, Dhones Rodrigues, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2021. **Performance and nutritional requirements of beef cattle fed diets containing different vitamin blends.** Adviser: Sebastião de Campos Valadares Filho.

We aimed to assess the effects of supplementation with vitamins A, D, and E, vitamins of the B complex (B1, B3 and B7) or their combination on intake, nutrients digestibility, performance, microbial efficiency and carcass characteristics of precocious Nellore males finishing (Chapter 1). 45 non-castrated Nellore males were used, with initial body weight (BW_i) of 261 ± 27.3 kg and mean age of 8 ± 1 months. Five animals were slaughtered at the beginning of the experiment (reference group), to determine the initial empty body weight (EBW) of the animals that remained in the experiment. The remaining 40 animals were fed *ad libitum* and placed in four groups of 10 animals each, in a completely randomized design, to which the experimental treatments were distributed: control (CTRL) - without supplementation of vitamins; Vit B - supplementation of B vitamins (B1, B3 and B7); Vit ADE - supplementation of vitamins A, D and E; and Vit ADE + Vit B. Diets were isoproteic (120g / kg DM) and composed of corn silage (30%) and concentrate (70%) based on the dry matter (DM). The experiment lasted a total of 170 days, using 30 days of adaptation and 140 days for data collection. Estimating the apparent digestibility of nutrients and microbial efficiency, spot collections of feces and urine were performed. At the beginning and end of the experimental period, the animals were weighed to determine the average daily gain (GMD). Intake and digestibility of dry matter and nutrients, microbial efficiency, nitrogen balance, performance and carcass characteristics were not influenced ($P > 0.05$) by vitamin supplementation. It was concluded that vitamin supplementation (blend of water-soluble, fat-soluble vitamins or their combinations) does not influence the performance and carcass characteristics of precocious Nellore males. In addition, the objective was also to estimate the energy and protein requirements of precocious Nellore males in finishing receiving or not vitamin supplementation (Chapter 2). Fifty non-castrated Nellore males were used, with a BW_i of 258 ± 29.2 kg and an average age of 8 ± 1 months. Five animals were slaughtered at the beginning of the experiment to determine the weight and composition of the initial empty body of the animals that remained in the experiment. Five animals were fed at maintenance level (11.5 g / kg body weight). The remaining 40 animals were fed *ad libitum* and placed in a completely randomized design, in four groups of 10 animals each, to which the treatments were distributed: CTRL - without supplementation of vitamins; Vit B - supplementation of B vitamins (thiamine, niacin and biotin); Vit ADE - supplementation

of vitamins A, D and E; and Vit ADE + Vit B. Diets were isoproteic (120 g/kg of DM) and composed of corn silage (30%) and concentrate (70%) based on DM of the diet. The experiment lasted 170 days, with 30 days of adaptation and 140 days for data collection. After slaughter, two samples were obtained composed for each animal, called carcass and non-carcass, which the chemical composition of the empty body of each animal was determined. The requirements for net energy (NEm) and metabolizable (MEM) for maintenance were 76.6 and 117.2 kcal / EBW^{0.75}/day, respectively, which were obtained by relating heat production and metabolizable energy consumption. Thus, the efficiency of use of metabolizable energy for maintenance was 65.36%. The equations obtained for estimating the net energy (NEg) and protein (NPg) requirements for gain were: NEg (Mcal / day) = 0.0546 × EBW^{0.75} × EBG^{0.8122} and NPg (g / day) = 238, 2 × EBG - 18.5288 × RE. The efficiencies for using metabolizable energy for gain and metabolizable protein for gain were 33.82% and 36.12%, respectively. It is concluded that the NEm and MEM of non-castrated Nellore males are 76.6 and 117.2 kcal / EBW^{0.75} / day, respectively; and that NEg and NPg can be obtained by the respective equations: NEg (Mcal / day) = 0.0546 × EBW^{0.75} × EBG^{0.8122} and NPg (g / day) = 238.2 × EBG - 18.5288 × RE.

Keywords: Fat soluble. Nellore. Vitamins. Water-soluble. Zebu.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Fig. 1** - Efeito da suplementação vitamínica na produção de calor em função do consumo de energia metabolizável (CEM) de bovinos machos Nelore não castrados em confinamento.... 76
- Fig. 2** – Efeito da suplementação vitamínica na energia retida (ER) em função do consumo de energia metabolizável (CEM) para ganho de bovinos machos Nelore não castrados em confinamento. 77
- Fig. 3** – Efeito da suplementação vitamínica no consumo de proteína metabolizável (CPM) em função do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) de bovinos machos Nelore não castrados em onfinamento. 78
- Fig. 4** – Efeito da suplementação vitamínica na proteína bruta retida (PBR) em função do consumo de proteína metabolizável (CPM) de bovinos machos Nelore não castrados em confinamento. 79

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais	48
Tabela 2 - Proporções dos ingredientes no concentrado e na dieta, composição química dos concentrados e das dietas e quantidade de vitaminas suplementar (OVN [®]) com base da matéria seca	49
Tabela 3 - Efeito da suplementação com diferentes blends vitamínicos sobre o consumo e digestibilidade de matéria seca e dos constituintes da dieta, produção microbiana e consumo de vitaminas de machos Nelore não castrados	50
Tabela 4 - Efeito da suplementação vitamínica sobre o balanço de nitrogênio (N) em machos Nelore não castrados.....	51
Tabela 5 - Efeito da suplementação vitamínica sobre o desempenho animal e características de carcaça de machos Nelore não castrados.....	52

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais	72
Tabela 2 - Proporções dos ingredientes no concentrado e na dieta, composição química dos concentrados e das dietas e quantidade de vitaminas suplementar (OVN [®]) com base da matéria seca	73
Tabela 3 - Resumo dos modelos de estimativas das exigências nutricionais de energia e proteína para bovinos macho Nelore não castrados	74

SUMÁRIO

1. Introdução Geral	15
2. Capítulo 1	24
Introdução	26
Material e Métodos	27
<i>Animais, instalações, dietas e delineamento experimental</i>	27
<i>Coletas, ensaios de digestibilidade e procedimentos de abate</i>	30
<i>Análises laboratoriais e cálculos</i>	32
<i>Análises estatísticas</i>	34
Resultados	35
<i>Consumo e digestibilidade dos nutrientes e eficiência microbiana</i>	35
<i>Balanço de Nitrogênio (N), desempenho produtivo e características de carcaça</i>	35
Discussão	36
<i>Consumo e digestibilidade dos nutrientes e eficiência microbiana</i>	36
<i>Balanço de Nitrogênio (N), desempenho produtivo e características de carcaça</i>	38
Conclusão	41
Referências Bibliográficas	42
3. Capítulo 2	53
Introdução	55
Material e Métodos	56
<i>Animais, instalações, dietas e delineamento experimental</i>	56
<i>Coletas de amostras e procedimentos de abate</i>	59
<i>Análises laboratoriais e cálculos</i>	61
<i>Exigências de energia e proteína</i>	63
<i>Análises estatísticas</i>	66
Resultados e discussão	66
<i>Fatores de conversão e exigências de energia e proteína</i>	66
Conclusão	68
Referências Bibliográficas	70

1. Introdução Geral

Os sistemas de produção mundial vêm constantemente buscando alternativas inovadoras para maximização da eficiência de produção de carne com o uso de tecnologias que intensifiquem e melhorem os sistemas de criação (Martins, 2020). Nesse aspecto, o Brasil se caracteriza como um país de alto potencial produtivo no setor alimentício devido às novas aquisições tecnológicas, sendo um dos principais países no mercado mundial do agronegócio, ocupando o primeiro lugar na exportação de carne bovina em 2019 (ABIEC, 2020).

Esta posição ocupada pelo país está principalmente associada às ótimas condições territoriais e climáticas que favorecem a produção eficiente, trazendo benefícios para a economia brasileira. Aliado às características geográficas, o perfil do produtor brasileiro tem se modificado em busca de boas práticas que maximizem a rentabilidade da fazenda. Dessa forma, no que tange aos aspectos da nutrição dos animais, adoção de tecnologias como uso de aditivos alimentares (ionóforos e leveduras vivas; Barducci et al., 2013; Miranda, 2017; Neumann et al., 2020), uso de dietas com alto grão (Neiva Júnior et al., 2020; Silva et al., 2020) e o uso de compostos suplementares, como vitaminas (Baldin et al., 2013; Araujo et al., 2019) e minerais (Costa e Silva et al., 2015; Zanetti et al., 2019), tem sido empregadas com o objetivo de otimizar a eficiência produtiva aliada a um menor custo de produção.

Uma das estratégias utilizadas na pecuária visando melhorias na eficiência, características de carcaça e desempenho animal, para produção de carne de melhor qualidade é a associação do melhoramento genético (Euclides Filho, 2013) com nutrição e suplementação balanceada (Martins, 2020). O melhoramento genético nos últimos anos progrediu substancialmente na criação de animais de interesse zootécnico, em especial os bovinos de corte, que alcançaram melhores desempenho e características de carcaça, sem comprometer a eficiência animal (Medeiros et al., 2013). Em relação à suplementação de bovinos, entre as alternativas disponíveis capazes de melhorar o aproveitamento dos nutrientes pelos animais através da dieta, pode-se citar a utilização de níveis supra nutricionais de compostos como vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis.

As vitaminas são importantes catalisadores metabólicos utilizados em dietas de animais de produção (Ball, 2006). Devido a sua classificação como micronutrientes, são requeridas em quantidades muito pequenas nas dietas de bovinos de corte; no entanto, são fundamentais para atender as demandas relacionadas aos processos imunes (saúde), crescimento e reprodução (McDowell, 2000). Assim, como qualquer nutriente, estas devem estar presentes nas dietas em quantidades adequadas. Os suplementos vitamínicos, comumente incorporados ao suplemento

mineral, garantem uma melhor resposta ao potencial produtivo, além de auxiliar na manutenção e prevenção do estado de saúde dos animais (Spears e Weiss, 2014).

As vitaminas estão disponíveis principalmente nos tecidos vegetais, como provitaminas, só estando presente nos tecidos animais por consequência do consumo ou por ação dos microrganismos do trato digestivo que as sintetizam (Berchielli et al., 2006). De acordo com a categorização, solúvel em água ou em lipídeos e solventes orgânicos, as vitaminas fundamentais utilizadas na suplementação de dietas para bovinos de corte são: lipossolúveis (A, D e E) e hidrossolúveis (tiamina, niacina e biotina, por exemplo; Montgomery et al., 2000; Weiss e Ferreira, 2006).

As vitaminas lipossolúveis são encontradas no material lipídico de plantas e animais, e apresentam como característica a capacidade de armazenamento por longo período no organismo animal (McDowell, 2000). O processo de absorção dessas vitaminas se dá concomitantemente a absorção de lipídeos, ou seja, estão associadas às gotículas de gordura que compõem a estrutura do quilomícron formado durante o processo absorptivo, estando diretamente relacionado com um fluxo biliar adequado e com boa formação de micelas (McDowell, 2000). Entre outras funções, a vitamina A está envolvida na formação, regeneração e proteção da ectoderma e mucosas. A vitamina E promove melhoria na formação de anticorpos e resistência humoral; necessárias para o metabolismo celular (respiração celular e metabolismo do ácido nucléico) e atua como antioxidante dos ácidos graxos não saturados e da vitamina A, tendo ação na qualidade da carne. Já a vitamina D tem ação reguladora da homeostase de cálcio (Ca) e fósforo (P), aumentando a captação intestinal e reabsorção óssea; favorecendo o aumento de enzimas proteolíticas dependentes de Ca, o que pode levar a uma melhoria da qualidade da carne (Montgomery et al., 2000; Toledo et al., 2006).

As vitaminas hidrossolúveis também são encontradas em tecidos vegetais, sendo esta sua principal fonte. No entanto, os animais ruminantes apresentam uma peculiaridade, já que a microbiota ruminal é capaz de sintetizar vitaminas do complexo B e vitamina K. Além disso, ao contrário das vitaminas lipossolúveis, as hidrossolúveis não são normalmente armazenadas no organismo animal em quantidade significativa e devem ser diariamente supridas, de forma preventiva, evitando alterações dos processos biológicos. As vitaminas hidrossolúveis, em especial tiamina (B1), niacina (B3) e biotina (B7), desempenham importantes funções como coenzimas no metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídios, atuando no processo de desintoxicação hepática da amônia em ureia, assim como no metabolismo hepático das cetonas; aumentam a síntese de proteína por microrganismos ruminais e, são responsáveis pelo processo de carboxilação enzimática dos cetoácidos, no ciclo do ácido tricarbóxico, o qual é

responsável por fornecer energia ao corpo, além de desempenhar um papel importante no metabolismo da glicose (NASEM, 2016).

Um outro ponto a ser levado em consideração é o efeito de interação que ocorre entre as vitaminas e alguns componentes minerais, onde os minerais apresentam funções ativadoras ou integrantes de processos enzimáticos e de efeitos sobre as vitaminas (McDowell, 2003). Por exemplo, o selênio e a vitamina E agem de forma sinérgica no organismo animal, onde o selênio mantém as concentrações de vitamina E mais elevadas no plasma, em contra partida a vitamina E mantém o selênio ativo no organismo, resultando em menor perda. Uma outra interação entre mineral e vitamina, é o que ocorre entre a vitamina D e a homeostase de cálcio, onde a associação desses elementos atuam no incremento da absorção intestinal e na regulação do metabolismo ósseo. De forma geral, todos os elementos interagem entre si de forma eficiente, esta interação provavelmente inicia-se a nível absorptivo de nutrientes e se mantém nos processos metabólicos.

Percebe-se, portanto, que as vitaminas hidro e lipossolúveis atua metabolicamente em diversos processos fisiológicos no organismo animal. Além disso, uma atuação conjunta desses compostos vitamínicos (*blends*) pode otimizar a eficiência metabólica dos animais devido a dinâmica dos inúmeros processos que ocorrem dentro do organismo. No entanto, há escassez de pesquisas na literatura avaliando a utilização de suplementação com *blends* vitamínicos (ADE e/ou complexo B) para bovinos de corte sobre as características produtivas e de carcaça.

Vieira et al., (1990), estudando a suplementação de um *blend* vitamínico (A, D e E) sobre o desempenho de bovinos da raça Guzerá e seus mestiços com raças europeias, relataram aumento de 2,3% no ganho médio diário (GMD) dos animais ao se injetar 5mL(dose única) de vitaminas A, D e E. No entanto, Baldin et al. (2013) não observaram efeito da suplementação das vitaminas D e E, na dosagem diária de 1300 UI (Vitamina E) e $7,5 \times 10^6$ UI (Vitamina D), sobre o desempenho produtivo e características de carcaça de machos Nelore e Canchim não castrados.

Ainda, os efeitos da suplementação com diferentes níveis de vitamina A (1.103; 2.205; 4.410 e 8.820 UI/kg MS) para bovinos de corte confinados foram avaliados por Bryant et al., (2010). Os níveis de suplementação testados por esses autores chegaram a concentrações da dieta de até quatro vezes o valor recomendado pelo NRC (1996; 2.200 UI/Kg MS - Vitamina A). No entanto, os autores não observaram efeito sobre o desempenho produtivo, marmoreio e atividade enzimática lipogênica do tecido adiposo de bovinos machos castrados confinados.

Além disso, esses autores ainda relataram a possibilidade de um efeito deletério em níveis suplementares de vitamina A acima de 2.205 UI/Kg MS sobre a absorção de nutrientes

pelo trato gastrointestinal inferior, incluindo outras vitaminas lipossolúveis (Vitamina E), o que poderia afetar negativamente a saúde e o desempenho produtivo dos animais em confinamento. Assim, os efeitos da suplementação das vitaminas A, D e E, seja de forma injetável ou suplementar, sobre o desempenho produtivo de bovinos têm sido contraditórios (Hervé et al., 1974; Hossein Yazdi et al., 2019).

Além das vitaminas lipossolúveis, tem sido verificado um aumento no interesse no uso de outras vitaminas e/ou precursores de vitaminas específicas na bovinocultura, como as vitaminas do complexo B (Acedo et al., 2018). Entre essas, destacam-se as vitaminas B1, B3 e B7, sendo estas utilizadas com o intuito de melhoria da saúde dos animais, principalmente. A vitamina B7, por exemplo, já vem sendo amplamente utilizada em bovinos leiteiros para a redução de incidência de enfermidades nos cascos, resultando em melhora no consumo de alimentos e, conseqüentemente, na produção de leite (Lean e Rabiee, 2011). Semelhantemente, redução na formação de fissuras nos cascos de vacas de corte em pastejo tem sido observada com a utilização de vitamina B7 suplementar (Campbell et al., 2000).

Alguns estudos têm verificado melhora da fermentação ruminal e na síntese de proteína microbiana com a suplementação da vitamina B3 em touros e vacas leiteiras (Flachowsky, 1993). Além disto, aumento na digestibilidade dos nutrientes, e desempenho produtivo de touros também foram observados quando a vitamina B3 foi suplementada na dieta na dose de 6g por vaca por dia e 1g por touro por dia (Flachowsky, 1993).

Luo et al., (2019) avaliaram os efeitos da suplementação com vitamina B3, nos níveis de 320, 480 e 640 mg/kg MS, em bovinos machos Jinjiang em terminação e verificaram que somente as doses dietéticas de 480 e 640 mg/kg MS de vitamina B3 promoveram melhora do desempenho produtivo. Tais resultados demonstram que a resposta produtiva dos bovinos à suplementação com vitamina B3 é dependente da dose utilizada. De acordo com Zinn et al., (1987), a ausência de efeitos benéficos da suplementação com vitamina B3 em doses (100-400ppm) sobre desempenho produtivo de bovinos pode estar relacionada à degradação desse aporte de vitamina B3 pela microbiota ruminal.

As vitaminas B1 e B3 funcionam como cofator de diferentes enzimas do metabolismo energético celular, especialmente o de carboidratos (Rodwell et al., 2015). Ebtehag et al., (2016) observaram melhora no desempenho produtivo de búfalos em terminação suplementados com as vitaminas B3 e/ou B1. De acordo com Aragón, (2018), a ação das vitaminas B1 e B3 sobre o metabolismo energético, resulta em um uso mais eficiente da energia dos alimentos, podendo justificar a melhor resposta produtiva dos animais quando estas são suplementadas na dieta.

Resultados disponíveis na literatura sobre o uso de vitaminas suplementares nas dietas de bovinos de corte têm sido inconsistentes. Diversos fatores podem estar relacionados com a inconsistência dos efeitos da suplementação vitamínica em bovinos de corte relatados na literatura, como: extensão e duração da depleção vitamínica, espécie, estágio fisiológico e outras condições ambientais (Hossein Yazdi et al., 2019).

O NASEM (2016) recomenda valores de 2.200 UI/kg MS, 275 UI/kg MS e 15-60 UI/kg MS para as exigências das vitaminas A, D e E, respectivamente, para bovinos em crescimento. Por outro lado, a Optimum Vitamin Nutrition (OVN, 2016) recomenda valores de exigências de vitaminas de acordo com a fase de crescimento (crescimento e terminação) dos bovinos. As recomendações para bovinos em crescimento são: Vitamina A = 25000 – 50000 UI/animal/dia; Vitamina D = 6000 – 9000 UI/animal/dia; Vitamina E 200 – 300 UI/animal/dia; Vitamina B1 = 60 – 250 mg/animal/dia; e Vitamina B7 = 10 – 20 mg/animal/dia. Para animais em terminação as recomendações são: Vitamina A = 40000 – 80000 UI/animal/dia; Vitamina D = 5000 – 7000 UI/animal/dia; Vitamina E = 500 – 2000 UI/animal/dia; Vitamina B1 = 60 – 250 mg/animal/dia; e Vitamina B7 = 10 – 20 mg/animal/dia.

Informações recentes sobre a utilização de vitaminas para a maioria das raças e classes de bovinos de corte são escassas (NASEM, 2016). De acordo com Acedo et al., (2018), somente 69 artigos foram publicados *no Journal of Animal Science* nos últimos 83 anos, avaliando as vitaminas A, D e E para bovinos de corte, o que representa apenas 0,16% do total de publicação deste periódico. Dessa forma, as recomendações disponíveis na literatura de vitaminas para ruminantes são, em sua grande maioria, de estudos desenvolvidos entre as décadas de 1960 e 1980. Considerando que grandes avanços foram alcançados no melhoramento genético e nos ajustes das exigências de energia e proteína dos animais ao longo dos anos, os valores de vitaminas suplementar atualmente recomendados podem estar subestimados (Acedo et al., 2018). Assim, a realização de novos estudos sobre a suplementação vitamínica de bovinos ainda se faz necessária.

Ainda, informações sobre os efeitos da suplementação vitamínica para bovinos de corte em condições brasileiras são escassas. Segundo Acedo et al., (2018), nos últimos 27 anos no Brasil, apenas dois artigos foram publicados avaliando este tipo de suplementação, sendo ambos para bovinos de leite e com o uso de vitaminas individuais. Dessa forma, a última edição do BR-CORTE (2016) não apresenta nenhuma informação sobre os efeitos da suplementação vitamínica, como também não contém nenhuma recomendação sobre as exigências de vitaminas para bovinos de corte em condições tropicais.

Nesse contexto, torna-se necessário a realização de estudos avaliando os possíveis benefícios da utilização de suplementação vitamínica sobre o desempenho produtivo e características de carcaça de bovinos de corte em condições brasileiras. Além disso, os possíveis benefícios da suplementação vitamínica na forma de *blends* para bovinos de corte em condições brasileiras não foram encontrados na literatura consultada.

Assim, hipotetizou-se que a suplementação com blends de vitaminas A, D, e E, de vitaminas do complexo B (B₁, B₃ e B₇) ou suas combinações promove melhora no desempenho produtivo e características de carcaça, além de alterar a composição corporal e consequentemente as exigências de energia e proteína de machos Nelore não castrados superprecoces em terminação.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação com vitaminas A, D e E, vitaminas do complexo B (B₁, B₃ e B₇) ou sua combinação sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes, desempenho produtivo, eficiência microbiana e características de carcaça de machos Nelore não castrados em terminação. Além disso, objetivou-se também a estimativa das exigências de energia e proteína de machos Nelore não castrados em terminação recebendo ou não suplementação vitamínica.

Referências Bibliográficas

- ABIEC. Perfil da pecuária no Brasil - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. *Beef REPORT*, p. 49, 2020. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/control/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2021.
- ACEDO, T. S.; GOUVÊA, V. N.; VASCONCELLOS, G. S. F. M. Suplementação vitamínica para bovinos de corte: bases científicas e benefícios produtivos. *Anais do XI Simpósio de Produção de Gado de Corte - SIMCORTE*. Viçosa-MG: Scienza, 2018. p. 71–546. Disponível em: <http://editorascienza.com.br/pdfs/doi/palestras_xi_simcorte.pdf>.
- ARAGÓN, Jaime Rosas. *Respuesta productiva, costos de producción, calidad de la canal y de la carne de toretes suplementados con difosfato de tiamina y β - agonistas*. 2018. 69 f. Universidad Autónoma Chapingo, 2018. Disponível em: <<http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>>.
- ARAUJO, L. F. *et al.* The dietary supplementation of canthaxanthin in combination with 25OHD3 results in reproductive, performance, and progeny quality gains in broiler breeders. *Poultry Science*, v. 98, n. 11, p. 5801–5808, 2019.

- BALDIN, S. R. *et al.* Desempenho, características de carcaça e carne de bovinos Nelore e Canchim, confinados com dietas suplementadas com vitaminas D e E. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, v. 35, n. 4, p. 403–410, 2013.
- BALL, George F.M. *Vitamins in foods: analysis, bioavailability and stability*. Boca Raton, FL, EUA: [s.n.], 2006.
- BARDUCCI, R. S. *et al.* Aditivos alimentares na dieta de bovinos confinados. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 65, n. 6, p. 1593–1602, 2013.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G.. *Nutrição de Ruminantes*. 636.2085 ed. Jaboticabal, São Paulo: FUNEP, 2006.
- BRYANT, T. C. *et al.* Effect of dietary supplemental vitamin A concentration on performance, carcass merit, serum metabolites, and lipogenic enzyme activity in yearling beef steers. *Journal of Animal Science*, v. 88, n. 4, p. 1463–1478, 2010.
- CAMPBELL, J. R.; GREENOUGH, P. R.; PETRIE, L. The effects of dietary biotin supplementation on vertical fissures of the claw wall in beef cattle. *Canadian Veterinary Journal*, v. 41, n. 9, p. 690–694, 2000.
- COSTA E SILVA, L. F. *et al.* Intake, apparent digestibility, and nutrient requirements for growing Nelore heifers and steers fed two levels of calcium and phosphorus. *Livestock Science*, v. 181, p. 17–24, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2015.09.024>>.
- EBTEHAG, I. M. A.E. *et al.* Effect of dietary niacin and/or thiamin supplementations on growth and fattening performance of buffalo calves. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, v. 19, n. 3, p. 415–425, 2016.
- EUCLIDES FILHO, Kepler. Cenários para a cadeia produtiva da carne bovina no Brasil. In: ROSA, ANTONIO DO NASCIMENTO *et al.* (Eds.). *Melhoramento Genético - Aplicado em Gado de Corte*. 1ª edição ed. Brasília,DF: [s.n.], 2013. p. 16–257.
- FLACHOWSKY, G. Niacin in dairy and beef cattle nutrition. *Archiv für Tierernährung*, v. 43, n. 3, p. 195–213, 1993.
- GIRARD, Christiane L. New approaches, development, and improvement of methodologies for the assessment of B-vitamin requirements in dairy cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 46, n. 7, p. 614–620, 2017.

- HERVÉ A. M. *et al.* Efectos del dietilestilbestrol y del complejo vitamínico A-D-E inyectable sobre los aumentos de peso de novillos a pastoreo. *Agro Sur*, v. 2, n. 2, p. 50–53, 1974.
- HOSSEIN YAZDI, M. *et al.* Effect of increasing dosage of a multi-mineral-vitamin supplement on productive performance and blood minerals of fattening male Ghezel × Afshar lambs. *Tropical Animal Health and Production*, v. 51, n. 8, p. 2559–2566, 2019.
- LEAN, I. J.; RABIEE, A. R. Effect of feeding biotin on milk production and hoof health in lactating dairy cows: A quantitative assessment. *Journal of Dairy Science*, v. 94, n. 3, p. 1465–1476, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2010-3682>>.
- LUO, D. *et al.* Niacin supplementation improves growth performance and nutrient utilisation in chinese Jinjiang cattle. *Italian Journal of Animal Science*, v. 18, n. 1, p. 57–62, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1480426>>.
- MARTINS, Tainá Eburneo. *Efeitos da suplementação de 25-hidroxi-vitamina D3 na dieta de bovinos de corte confinados*. 2020. 68 f. Unesp - Universidade Estadual Paulista, 2020.
- MCDOWELL, Lee Russell. *Vitamins in animal and human nutrition*. 2rd Edition. Iowa: www.isupress.edu, 2000.
- MEDEIROS, S. R. *et al.* Eficiência nutricional: chave para a produção sustentável de carne bovina. In: ROSA, ANTONIO DO NASCIMENTO *et al.* (Eds.). *Melhoramento Genético - Aplicado em Gado de Corte*. 1^a edição ed. Brasília, DF: [s.n.], 2013. p. 76–257.
- MIRANDA, Lucas Domingos Ferreira. *Fornecimento estratégico de leveduras vivas e monensina sódica no desempenho e saúde ruminal em bovinos Nelore terminados em confinamento*. 2017. 81 f. Universidade Estadual Paulista, 2017.
- MONTGOMERY, J. L. *et al.* The use of vitamin D3 to improve beef tenderness. *Journal of Animal Science*, v. 78, n. 10, p. 2615–2621, 2000.
- NASEM. *Nutrient Requirements of Beef Cattle, 8th Revised Edition*. 8th edn ed. Washington, D.C.: National Academies Press, 2016. Disponível em: <<http://www.nap.edu/catalog/19014>>.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7^a th rev. ed. Washington, D.C: National Academy Press, 1996.

- NEIVA JÚNIOR, A. P. *et al.* Viabilidade econômica do confinamento de novilhos Nelore e F1 (Angus x Nelore) com grão de milho inteiro na região de Lavras – MG. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 3, n. 2, p. 483–501, 2020.
- NEUMANN, M. *et al.* Associative effect of monensin sodium to virginiamycin on the performance of beef steers in the initial feedlot phase. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 41, n. 5, p. 2349–2364, 2020.
- OVN. Optimun vitamin nutrition - vitamin supplementation guidelines for animal nutrition-DSM. v. 12, p. 14, 2016.
- RODWELL, V. *et al.* *Micronutrientes: vitaminas e minerais*. In Bender, ed. México: McGraw Hill Education., 2015.
- SILVA, B. C *et al.* Reconstituted and ensiled corn or sorghum grain: Impacts on dietary nitrogen fractions, intake, and digestion sites in young Nelore bulls. *PLoS ONE*, v. 15, n. 8 August, p. 1–17, 2020.
- SPEARS, J. W.; WEISS, W. P. Invited review: mineral and vitamin nutrition in ruminants. *Professional Animal Scientist*, v. 30, n. 2, p. 180–191, 2014.
- TOLEDO, G. S. *et al.* Níveis das vitaminas A e E em dietas de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. *Ciência Rural*, v. 36, n. 2, p. 624–629, 2006.
- VIEIRA, P. D. E. F. *et al.* Efeito da aplicação do zeranol e vitaminas A, D e E sobre o desempenho de bovinos da raça Guzerá e seus mestiços com raças européias. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 25, n. 9, p. 1269–1273, 1990.
- WEISS, W. P.; FERREIRA, Go. *Water soluble vitamins for dairy cattle. Tri-State Dairy Nutrition Conference*. [S.l: s.n.], 2006.
- ZANETTI, D. *et al.* Influence of a mineral supplement containing calcium, phosphorus and micronutrients on intake, digestibility, performance and mineral status of young Nelore bulls in a feedlot. *Animal Production Science*, v. 60, n. 2, p. 277–287, 2019.
- ZINN, R. A. *et al.* B-vitamin supplementation of diets for feedlot calves. *Journal of animal science*, v. 65, n. 1, p. 267–277, 1987.

2. Capítulo 1

Título curto: Suplementação vitamínica em bovinos Nelore

Efeitos da suplementação de *blends* de vitaminas hidro e lipossolúveis sobre desempenho produtivo e as características de carcaça de machos Nelore não castrados superprecoces

Dhones Rodrigues de Andrade^{†*}, Sebastião de Campos Valadares Filho[†]

[†]Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 36570-000.

Autor correspondente: Andrade, Dhones – E-mail: dhonesandrade2@gmail.com

Resumo

Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação de *blends* de vitaminas hidro e lipossolúveis sobre o desempenho produtivo e as características de carcaça de machos Nelore não castrados superprecoces. Foram utilizados 45 machos Nelore não castrados, com peso inicial de $261 \pm 27,3$ kg e idade média de 8 ± 1 meses. Cinco animais foram abatidos ao início do experimento (grupo referência), para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ) inicial dos animais que permaneceram no experimento. Os 40 animais restantes foram alimentados à vontade e distribuídos em quatro grupos de 10 animais cada, em delineamento inteiramente casualizado, aos quais foram distribuídos os tratamentos experimentais: controle (CTRL) – sem suplementação de vitaminas; Vit B– suplementação de vitaminas do complexo B (tiamina, niacina e biotina); Vit ADE – suplementação de vitaminas A, D e E; e Vit ADE + Vit B. As dietas foram isoprotéicas (120g/kg MS) e constituídas de silagem de milho (30%) e concentrado (70 %) com base na matéria seca (MS) total. O experimento teve duração total de 170 dias, sendo utilizados 30 dias de adaptação e 140 dias para coletas de dados. Para estimação da digestibilidade aparente dos nutrientes e eficiência microbiana, foram realizadas coletas *spot* de fezes e urina. Ao início e fim do período experimental, os animais foram pesados para determinação do ganho médio diário (GMD). O consumo e a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, a eficiência microbiana o balanço de nitrogênio, o desempenho produtivo e as características de carcaça não foram influenciados ($P > 0,05$) pela suplementação vitamínica. Conclui-se que a suplementação vitamínica (*blend* de vitaminas hidrossolúveis, lipossolúveis ou suas combinações) não influencia o desempenho produtivo e as características de carcaça de machos Nelore não castrados superprecoces.

Palavras-chave: complexo B, desempenho, suplementação vitamínica, tocoferol, zebuino.

Introdução

As vitaminas são importantes catalisadores metabólicos utilizados em dietas de animais de produção (Combs Jr, 2007) sendo fundamentais no atendimento das demandas fisiológicas relacionadas aos processos imune (saúde), crescimento e reprodução (McDowell, 2000). Na bovinocultura de corte as vitaminas comumente utilizadas na suplementação de bovinos são as vitaminas A, D e E (Montgomery et al., 2000) e as vitaminas hidrossolúveis, especificamente B1 (tiamina), B3 (niacina) e B7 (biotina)(Weiss & Ferreira, 2006).

A literatura relata efeitos variados da suplementação vitamínica para bovinos em terminação sobre o desempenho produtivo e características de carcaça (Hervé. et al., 1974; Hossein et al., 2019; Campos et al., 2020). Segundo Bryant et al., (2010) e Baldin et al., (2013), a suplementação de vitaminas lipossolúveis de forma isolada (A) ou associadas (D e E) não influenciou o desempenho animal e as características de carcaça de machos não castrados em terminação. Por outro lado, alguns estudos demonstraram um melhor desempenho produtivo de bovinos (Luo et al., 2019) e bubalinos (Ebtehag et al., 2016) machos em resposta à suplementação de vitaminas hidrossolúveis (vitaminas B1 e B3). Essa inconsistência dos resultados pode ser atribuída à heterogeneidade das condições experimentais quanto ao tipo, níveis, associações e respostas das vitaminas utilizadas, bem como às características dos animais e às condições ambientais.

Estudos recentes sobre a suplementação de vitaminas para a maioria das raças e classes de bovinos de corte são escassos (NASEM, 2016). De acordo Acedo et al., (2018), somente 69 artigos foram publicados no *Journal of Animal Science* nos últimos 83 anos, avaliando a utilização de vitaminas para bovinos de corte, o que representa apenas 0,16% do total de publicação deste periódico. Considerando que grandes avanços foram alcançados no melhoramento genético e nos ajustes das exigências de energia e proteína dos animais ao longo dos anos, os valores de suplementação vitamínica atualmente recomendados podem não estar

adequados. Nesse contexto, a última edição do BR-CORTE (2016) não apresenta nenhuma informação sobre os efeitos da suplementação vitamínica, como também não contém nenhuma recomendação sobre as exigências de vitaminas para bovinos de corte em condições tropicais. Dessa forma, é necessário a realização de estudos avaliando os possíveis benefícios da utilização de suplementação vitamínica na forma de *blends* sobre o desempenho produtivo e características de carcaça de bovinos de corte em condições brasileiras.

Assim, hipotetizou-se que a suplementação com blends de vitaminas A, D, e E, de vitaminas do complexo B (B1, B3 e B7) ou suas combinações promove melhora no desempenho produtivo e características de carcaça de machos Nelore não castrados superprecoces. Portanto, objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação de *blends* de vitaminas hidro (B1, B3 e B7) e lipossolúveis (A, D e E) ou suas combinações sobre desempenho produtivo e as características de carcaça de machos Nelore não castrados superprecoces.

Material e Métodos

O Comitê de Ética no Uso de Animais de Produção (CEUAP) da Universidade Federal de Viçosa aprovou todos os procedimentos envolvendo animais (protocolo N° 037/2018).

Animais, instalações, dietas e delineamento experimental

O experimento foi conduzido nas instalações do confinamento experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Foram utilizados 45 machos Nelore não castrados com idade média de 8 ± 1 meses e peso corporal (PC) médio de $261 \pm 27,3$ kg provenientes do setor de Bovinocultura de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. O experimento foi realizado seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com duração de 170 dias, sendo 30 de

adaptação dos animais as condições experimentais (ambiente e alimentação) e 140 dias para a coleta de dados.

Inicialmente, todos os animais foram identificados, pesados e tratados contra ecto e endoparasitas). Durante o período de adaptação (30 dias), todos os animais receberam a mesma dieta *ad libitum*, sendo a relação volumoso:concentrado diminuída gradualmente (em intervalos de 10%) a cada 5 dias a partir da relação 70:30 até se obter a relação 30:70 com base na matéria seca (MS) total. Os animais foram mantidos em baias coletivas com piso de concreto e área total de aproximadamente 25 m², providas de comedouros e bebedouros eletrônicos (modelo AF-1000 Master; Intergado Ltda., Contagem, Minas Gerais, Brasil; Chizzotti et al., 2015).

Ao fim do período de adaptação, todos os animais foram pesados após jejum de sólidos de 16-h e aleatoriamente distribuídos em dois grupos: referência (5 animais) e *ad libitum* (40 animais). Os cinco animais designados ao grupo referência foram abatidos ao início do experimento para estimação do peso de corpo vazio (PCVZ) inicial dos demais animais que permaneceram no experimento. Os 40 animais restantes foram novamente distribuídos aleatoriamente em quatro grupos com dez animais cada, aos quais os respectivos tratamentos experimentais foram designados: CTRL – sem suplementação vitamínica; Vit B – suplementação com *blend* de vitaminas do complexo B (B1 = 28,9 mg/kg MS, B3 = 111,1 mg/kg MS e B7 = 3,3 mg/kg MS); Vit ADE – suplementação com *blend* de vitaminas A, D e E (A = 6.666,7 UI/kg MS, D = 5.111,1 UI/kg MS (13% D3 e 87% Hy-D®) e E = 70 UI/kg MS); Vit ADE + Vit B – suplementação com *blend* de vitaminas A, D e E e vitaminas do complexo B. As quantidades suplementadas de cada *blend* de vitaminas foram adicionadas em um premix para cada tratamento, seguindo as recomendações da Optimum Vitamin Nutrition - OVN® (OVN, 2016), a qual é recomendada pela empresa DSM®.

A relação entre o peso de corpo vazio (PCVZ) e o PC em jejum (PCJ) obtida dos animais referência foi utilizada para estimar o PCVZ inicial dos animais remanescentes; sendo também

usada a relação entre o peso de carcaça e o PC dos animais referência para estimação do peso de carcaça inicial dos animais remanescentes no experimento.

Os *blends* de vitaminas foram fornecidos misturados ao concentrado, incorporados com o núcleo mineral, referente a cada tratamento experimental. Assim, foram utilizadas quatro dietas experimentais, constituídas de 300 g/kg de silagem de milho e 700 g/kg de concentrado com base na matéria seca (MS). O concentrado foi composto de fubá de milho (906,1 g/kg), farelo de soja (55,0 g/kg), ureia/sulfato de amônio (14,2 g/kg), na proporção 9:1, virginiamicina (1,80 g/kg) (V-max2[®]) e núcleo mineral contendo as vitaminas (22,9 g/kg), com base na MS.

A composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais está apresentada na Tabela 1.

As dietas foram isoprotéicas, com aproximadamente 120 g de proteína bruta/kg de MS, formuladas para um ganho médio diário de 1,2 kg/dia de acordo com o BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2016). Na Tabela 2 estão descritas as proporções dos ingredientes no concentrado e nas dietas e sua composição química (base da MS).

A silagem de milho e o concentrado foram pesados separadamente, posteriormente misturados mecanicamente, com auxílio de um betoneira de 120L, e fornecidos aos animais às 7h00 e 16h00. O teor de MS da silagem de milho foi calculado (AOAC, 2012; método 934.01) a cada três dias para ajustar o teor de MS da dieta fornecida. Diariamente, realizou-se o controle de oferta da dieta para que as sobras fossem mantidas entre 5 e 10% do oferecido.

Os animais foram pesados ao início do experimento e a cada 28 dias para o monitoramento do ganho médio diário (GMD). Contudo, para avaliação do GMD foram consideradas apenas as pesagens realizadas nos dias 1 e 140 dias experimentais, as quais foram precedidas por um período de jejum de sólidos de 16-h com livre acesso à água.

Coletas, ensaios de digestibilidade e procedimentos de abate

O consumo dos animais foi mensurado diariamente por meio de cocho eletrônico (modelo AF-1000 Master; Intergado Ltda., Contagem, Minas Gerais, Brasil; Chizzotti et al., 2015) durante os 140 dias de coleta de dados. Uma amostra de silagem de milho foi coletada diariamente e posteriormente congelada a -20°C . A cada 7 dias, uma amostra composta de silagem de milho foi submetida à secagem parcial em estufa de circulação forçada (55°C) e moída em moinho de facas (1 mm e 2 mm) para posteriores análises laboratoriais. Os ingredientes do concentrado foram amostrados diretamente dos silos da fábrica de ração nos dias das misturas dos mesmos. Esses ingredientes foram analisados separadamente e formaram a composição de cada mistura de concentrado utilizada.

Devido à dimensão do experimento foram elaboradas amostras compostas para cada período experimental (28 d) proporcionalmente à quantidade de cada mistura do concentrado e à quantidade de silagem de milho fornecida.

Para avaliar a digestibilidade aparente total dos constituintes da dieta, o balanço de N e a eficiência microbiana, três ensaios de digestibilidade foram realizados, sendo um do dia 16 ao 20, outro do dia 72 ao 76, e o último do dia 129 ao 133, onde foram coletadas amostras *spot* de fezes e urina. As coletas foram realizadas em cinco horários distintos em cinco dias consecutivos para coleta de fezes (6h00; 9h00; 12h00; 15h00 e 18h00) e dois horários distintos em dois dias intercalados (dia 3 e 5; 12h00 e 18h00) para coleta de urina. Ao final de cada dia de coleta, as amostras de fezes foram acondicionadas em bandejas de alumínio, para secagem em estufa com ventilação forçada a 55°C durante 72-h. Após o período de secagem, as amostras de cada um dos cinco dias de coleta de cada ensaio foram moídas a 2 e 1 mm em moinho de facas (marca FORTINOX/modelo STAR FT-80, Piracicaba, Brasil). Posteriormente realizou-se uma amostra composta por ensaio, sendo estas acondicionadas em potes plásticos para análises laboratoriais futuras.

A coleta de urina foi realizada com auxílio de copos coletores. Ao final de cada coleta, duas amostras de urina foram retiradas. Uma amostra de 5 mL foi armazenada em um recipiente plástico e diluída em solução de ácido sulfúrico 0,036 N, na proporção de 1:4, para avaliação dos teores de alantoína, creatinina e ácido úrico. Uma outra amostra de urina foi coletada, sem diluição, para determinação do teor de N total. Posteriormente, para cada uma das duas amostras, uma amostra composta por animal foi elaborada ao final de cada ensaio de digestibilidade e em seguida armazenadas em *freezer* a -20°C .

Ao final do experimento, todos os animais foram abatidos no Frigorífico Escola da Universidade Federal de Viçosa. Antes dos abates, os animais foram submetidos a 16-h de jejum de sólidos. O abate foi realizado via concussão cerebral e secção da jugular para sangramento total do animal, seguido da retirada de couro, cabeça, membros, órgãos e vísceras do corpo do animal. Posteriormente o trato gastrintestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestinos delgado e grosso) de cada animal foi esvaziado e lavado. Os órgãos foram pesados separadamente. O peso dos componentes não-carcaça (CNC) foi composto pela soma dos pesos do coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, diafragma, mesentério, cauda, língua, traqueia, esôfago, trato reprodutivo, trato gastrointestinal lavado, cabeça (sem couro), couro (corpo, cabeça e membros), cascos e sangue. O PCVZ foi calculado através da soma dos CNC e peso da carcaça de cada animal.

Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas metades que foram pesadas (peso de carcaça quente; PCARCQ) para avaliação do rendimento de carcaça quente (RCQ) e, em seguida, resfriadas em câmara fria a 4°C por aproximadamente 24-h. Passado esse tempo, as carcaças foram pesadas para avaliação do peso de carcaça fria (PCARCF). A área de olho-de-lombo (AOL), a espessura de gordura subcutânea (EGS) e o comprimento de carcaça (COC) foram avaliadas por meio de mensurações, onde a AOL (cm^2) e a EGS (mm) foram medidas na porção correspondente entre a 12^a e 13^a costelas e o COC foi mensurado, com auxílio de

uma fita métrica, como a distância da borda cranial da sínfese ísquio-pubiana até a borda cranial medial da primeira costela.

Análises laboratoriais e cálculos

As amostras de silagem de milho, ingredientes do concentrado e fezes foram analisadas quanto aos teores de MS (AOAC, 2012; método 934.01), matéria orgânica (MO; AOAC, 2012; método 930.05), N total (AOAC, 2012; método 981.10), extrato etéreo (EE; AOAC, 2006; método 945.16), matéria mineral (MM; AOAC 1990; método 924.05) e fibra em detergente neutro (FDN; Mertens et al., 2002), sendo esta última realizada sem a adição de sulfito de sódio, mas com adição de alfa-amilase termoestável ao detergente (Ankom Tech. Corp., Fairport, NY). As concentrações de FDN foram corrigidas para cinzas (Mertens et al., 2002) e compostos residuais de N (Licitra et al., 1996). O teor de proteína bruta (PB) foi calculado pelo produto entre o conteúdo de N total e o fator 6,25. A análise dos teores de fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (FDNi) nas amostras dos ingredientes de cada dieta foi realizada de acordo com Valente et al., (2011). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com o proposto por Detmann e Valadares Filho, (2010) a partir da equação: $CNF = 100 - [(\%PB \text{ dieta} - \%PB \text{ derivada da ureia} + \% \text{ ureia}) + \%FDN + \%EE + \%MM]$, onde CNF = carboidratos não fibrosos; %PB = proteína bruta da dieta; FDN = fibra em detergente neutro da dieta; EE = teor de extrato etéreo da dieta; MM = teor de cinzas da dieta. Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foram estimados através da soma dos nutrientes digestíveis, em que $NDT = PB_{\text{digestível}} + 2,25 \times EE_{\text{digestível}} + FDN_{\text{digestível}} + CNF_{\text{digestível}}$ (NRC 2001).

A FDNi foi utilizada como indicador para estimar a excreção fecal de MS, sendo esta obtida pela divisão da ingestão de FDNi pela concentração fecal de FDNi. Para quantificar a FDNi, as amostras fecais, de concentrado e de silagem de milho foram colocadas em bolsas de

filtro (modelo F57, Ankon[®]) e incubadas em um animal canulado no rúmen por 288-h (Valente et al., 2011).

As amostras de urina foram analisadas quanto aos teores de N total (AOAC, 2012; método 981.10), creatinina, ácido úrico, e alantoína. As análises de ácido úrico e creatinina foram realizadas utilizando o analisador bioquímico automático (marca Minudray/modelo BS200E, Shenzhen, China). As análises de alantoína foram realizadas de acordo com o método colorimétrico descrito por Chen e Gomes, (1992).

O cálculo do volume urinário diário (L/dia) foi efetuado empregando-se a relação entre a excreção diária de creatinina (EC; g/d) e o peso corporal (PC), adotando-se como referência a equação: $EC \text{ (g/dia)} = 0,0345 \times PC^{0,9491} \times 1000$, onde PC = peso corporal, e a sua concentração nas amostras *spot* (Costa e Silva et al., 2012). Assim, o volume urinário diário (L/d) foi obtido a partir da relação entre a excreção diária de creatinina estimada (g/d) e sua concentração na amostra de urina *spot* (g/L).

A excreção total de derivados de purinas foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina, obtidas pelo produto entre a concentração das mesmas na urina e o volume urinário. As purinas absorvidas (Y, mmol/dia), foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas (X, mmol/dia) por intermédio da equação: $Y = (X - 0,30 \times PC^{0,75})/0,80$; em que 0,80 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina; 0,30 = a excreção de purinas de origem endógena por Kg de peso metabólico por dia e PC = peso corporal (Barbosa et al., 2011).

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Y, g N/dia), foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação proposta por Barbosa et al., (2011): $Y = (70 \times X)/(0,93 \times 0,1369 \times 1000)$; em que 70 é o conteúdo de N nas purinas (mg de N/mol), 0,1369 a relação N purina:N total nas bactérias e 0,93 a digestibilidade verdadeira das purinas microbianas.

A proteína bruta microbiana (PB mic [g/dia]) foi calculada pelo produto entre a síntese ruminal de compostos nitrogenados e o fator 6,25. A eficiência microbiana foi calculada pela razão entre a PB mic e os consumos de NDT e de MO digestível (MOd) sendo expressa em g PB mic/kg NDT e em g PB mic/kg MOd.

Calculou-se também o balanço de N dos animais. Para tal, o consumo e a excreção diária fecal de N (g/dia) foram calculados pela razão do teor de N das dietas e das fezes pelo consumo de MS e pela excreção de fezes na MS (g/dia), respectivamente. A excreção de N urinário (g/dia) foi calculada pela diferença entre o N consumido, N fecal e N retido, conforme descrito por Cole et al., (2003), sendo o N retido obtido por meio de abate comparativo, cujos procedimentos estão descritos nos procedimentos de abate.

Os consumos de MS (CMS) e demais constituintes das dietas foram calculados de acordo com a quantidade de alimento ingerida diariamente e os respectivos teores dos mesmos de cada constituinte das dietas, sendo elaborada uma média de todo período experimental.

Análises estatísticas

Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado utilizando o procedimento PROC MIXED do SAS (versão 9.4):

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

em que: μ = constante geral; T_i = efeito da dieta i ; e_{ij} = efeito aleatório residual. Os tratamentos foram efeitos fixos no modelo. Os animais foram as unidades experimentais. Quando pertinente, as médias dos quadrados mínimos foram comparadas usando o teste de diferença mínima significativa (DMS) de Fisher. Para todas as comparações e testes, diferenças foram declaradas quando $P < 0,05$.

Foram retirados das análises dois animais (um oriundo do tratamento controle e outro do tratamento Vit ADE). O critério adotado para identificação de outliers foi baseado na curva

de distribuição normal, em que valores dos resíduos padronizados de Student maiores que três desvios-padrão, em valor absoluto, foram considerados como influentes e retirados do respectivo banco de dados.

Resultados

Consumo e digestibilidade dos nutrientes e produção microbiana

Os consumos e as digestibilidades aparentes da MS e dos nutrientes não foram influenciados ($P>0,05$) pela suplementação vitamínica (Tabela 3). A produção de proteína bruta microbiana (PBmic) e a eficiência microbiana, tanto expressa em relação ao NDT quanto a MOd não foram influenciadas ($P>0,05$) pela suplementação com os diferentes *blends* vitamínicos (Tabela 3).

O consumo de vitaminas estimado a partir do CMS médio foi maior ($P<0,05$) para as vitaminas A, D e E para os animais do tratamento Vit ADE em comparação aos animais do tratamento Vit ADE + B. O consumo de vitaminas do complexo B não diferiu entre os tratamentos suplementados com vitaminas do complexo B (Vit B e Vit ADE + B).

Balanço de Nitrogênio (N), desempenho produtivo e características de carcaça

O consumo, a excreção, a absorção e a retenção de N (g/d), bem como a relação entre N retido: N consumido não foram influenciados ($P>0,05$) pela suplementação com diferentes *blends* vitamínicos (Tabela 4).

Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação de diferentes *blends* vitamínicos sobre o PCJ inicial, PCJ final (PCf), PCVZ inicial (PCVZi), PCVZ final (PCVZf), peso de componentes não carcaça (PNCARC), GMD, ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), ganho de carcaça quente (GCARCQ), peso de carcaça fria (PCARCF), peso de carcaça quente (PCARCQ),

espessura de gordura subcutânea (EGS), comprimento de carcaça (COC), área de olho de lombo (AOL) e rendimento de carcaça quente (RCQ; Tabela 5).

Discussão

Consumo e digestibilidade dos nutrientes e produção microbiana

Embora o CMS (kg/d) dos animais recebendo suplementação com o *blend* de vitaminas ADE (Vit ADE) tenha sido cerca de 4,34, 9,88 e 8,53% numericamente maior do que o observado para os demais tratamentos (CTRL, Vit B e, Vit B + Vit ADE), nenhum efeito significativo da suplementação com diferentes *blends* de vitaminas foi observado para o CMS e demais constituintes da dieta. Além disso, o aumento no consumo das vitaminas ADE atribuído ao tratamento Vit ADE em relação aos demais tratamentos, também pode ser justificado pelo aumento numérico no CMS destes animais.

O consumo de MS e a digestibilidade dos nutrientes são os principais fatores que interferem no desempenho animal. O consumo de MS é responsável por 70% da variação na ingestão de energia digestível entre animais e dietas, e as diferenças nas digestibilidades correspondem aos outros 30% dessa variação (Mertens, 1994; Lima et al., 2015). No presente estudo, a ausência de efeito dos diferentes *blends* de vitaminas suplementados sobre o CMS e de nutrientes pode estar associada aos valores constantes durante todo o período de confinamento da relação volumoso:concentrado (V:C) e da quantidade de FDN das dietas. Segundo Lima et al., (2015), esses dois fatores são os que mais influenciam a quantidade de alimento ingerido pelos animais.

Além disso, a digestibilidade dos nutrientes não foi influenciada pela suplementação com os diferentes *blends* vitamínicos. Semelhantemente, Vieira et al., (1990) não encontraram diferenças para o CMS e dos nutrientes de bovinos submetidos a suplementação de vitaminas ADE (5 ml), via injetável. Bao et al., (2020) realizando suplementação com vitamina E, acima

do nível utilizado no presente trabalho (100 e 200 UI/kg MS) nas rações de fêmeas de cervos Sika, não observaram efeitos da suplementação de vitamina E sobre o consumo e a digestibilidade dos nutrientes.

No entanto, Luo et al., (2019), ao suplementarem machos bovinos da raça Jinjiang, em terminação com 640 mg niacina/kg MS de B3, verificaram aumento significativo da digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta. Contudo, os valores de vitamina B3 suplementar utilizados no estudo de Luo et al., (2019) foram 576 % superiores aos adotados no presente estudo. Dessa forma, os resultados têm sido conflitantes e as melhorias na digestibilidade, além do tipo de vitamina suplementada, também dependem do nível de suplementação adotado.

É bem conhecido que as vitaminas atuam como fator de crescimento para os microrganismos ruminais (Mendonça Júnior et al., 2010). Além disso, há relatos na literatura que a suplementação com vitamina B3 promove uma melhor fermentação ruminal e melhora a síntese de proteína microbiana (Flachowsky, 1993; Luo et al., 2019). No entanto, a PBmic e a eficiência microbiana, tanto expressa em relação ao CNDT quanto CMOd não foram influenciadas pelos tratamentos estudados, embora alguns autores relatem que as vitaminas atuem como fator de crescimento para os microrganismos ruminais (Mendonça Júnior et al., 2010).

Segundo Schwab et al., (2005), a suplementação com vitamina B3 pode ser benéfica, quando a síntese de vitamina B3 é limitada ou o crescimento microbiano não é máximo. Isto está diretamente relacionado a algum agente estressor que afeta o funcionamento normal do rúmen e limita a produção de outras vitaminas pelos microrganismos, especialmente as vitaminas B1 e B7.

Em alguns casos, dietas de confinamento podem resultar em um grande desafio aos animais, principalmente durante o período inicial de confinamento e quando elevados teores de

carboidratos solúveis são utilizados. A utilização de dietas com elevados teores de carboidratos solúveis sem um protocolo de adaptação pode modificar o ambiente ruminal e contribuir para o declínio da síntese microbiana (Perdigão, 2014).

Luo et al., (2019) verificaram maior GMD no período inicial de confinamento para animais suplementados com 640 mg /kg MS de vitamina B₃. Estes autores atribuíram tal resposta a uma melhora na síntese de proteína microbiana no rúmen, a qual resultou em um aumento do *pool* de proteína microbiana para o duodeno.

Todos animais do presente trabalho foram contemporâneos e oriundos de sistema *creep-feeding*, onde receberam suplementação concentrada durante a fase de cria a partir dos 100 dias de idade. Consequentemente, os animais já apresentavam uma microbiota ruminal adaptada ao recebimento de maiores concentrações de carboidratos solúveis na dieta antes de entrarem para a terminação em confinamento. Assim, os possíveis desafios estressores da terminação em confinamento foram atenuados, fazendo com que a resposta à suplementação com *blends* de vitaminas não apresentasse efeito significativo. Além disso, o protocolo de adaptação ao confinamento utilizado também pode ter influenciado na ausência de resposta dos tratamentos.

Balanço de Nitrogênio (N), desempenho produtivo e características de carcaça

Um importante indicativo do metabolismo proteico animal é o balanço de N, além de ser um bom parâmetro para avaliação de alimentos e dietas (Guimarães Jr et al., 2007; Moreno et al., 2010). Quando a quantidade de N oferecida é suficiente para compensar as excreções, o balanço de N torna-se positivo. Porém, se a excreção total de N for maior do que a quantidade de N oferecida, o balanço de N torna-se negativo (Guimarães Jr et al., 2007).

O consumo, excreção via urina e fezes, absorção e a retenção de N, bem como a relação entre N retido: N consumido não foram influenciados pela suplementação com os diferentes *blends* vitamínicos. Contudo, é importante ressaltar que os animais de todos os tratamentos

apresentaram balanço de N positivo; logo, a suplementação vitamínica não apresentou efeito determinante benéfico ou maléfico sobre o metabolismo de N dos animais.

Não há relatos na literatura sobre os efeitos da utilização de blends de vitaminas hidro e lipossolúveis, bem como sua associação, sobre o desempenho produtivo e características de carcaça de bovinos de corte. No presente trabalho, as variáveis PC_i, PC_f, PCVZ_i, PCVZ_f, PNCARC, GMD, GPCVZ, GCARCQ, PCARCF, PCARCQ, EGS, COC e AOL não foram influenciadas pela suplementação com diferentes *blends* vitamínicos. Assim, a suplementação vitamínica acima dos níveis recomendados pelo NASEM (2016) não resultou em benefícios para o desempenho produtivo ou características de carcaça de machos Nelore não castrados superprecoces.

Resultados semelhantes foram observados em estudos anteriores. Baldin et al., (2013), avaliando os efeitos da suplementação das vitaminas D e E sobre o desempenho produtivo e características de carcaça de machos Nelore e Canchim não castrados em confinamento. Neste trabalho, os animais receberam doses diárias de 1300 UI/Vitamina E (Acetato de α -tocoferol) durante 67 dias e $7,5 \times 10^6$ UI/Vitamina D (D₃) 10 dias antes do abate. Os autores observaram ausência de efeito da suplementação vitamínica sobre o desempenho produtivo e as características de carcaça. Ainda, os mesmos autores sugeriram não haver necessidade de suplementação de vitaminas D e E, independentemente da raça, para bovinos em confinamento.

Gorocica-Buenfil et al., (2008) não verificaram diferenças em relação ao desempenho produtivo de machos Angus mestiços recebendo ou não suplementação elevada de vitamina A (3.500 UI/kg MS).

Bryant et al., (2010) sugeriram que a suplementação de vitamina A para bovinos castrados em terminação deve ser avaliada com atenção. De acordo com os mesmos autores, dietas típicas de confinamentos (alto grão) apresentam uma média de 5.215 UI/kg MS de vitamina A. De acordo com os resultados obtidos por estes autores e corroborados pelo

NASEM, (2016), as exigências de vitamina A para bovinos em terminação alimentados com dietas basais semelhantes é ≤ 2.205 UI/kg MS. Assim, dietas com valores superiores a 2.205 UI/kg MS de vitamina A podem sobrecarregar a capacidade do trato gastrointestinal inferior de absorver outros nutrientes, afetando a saúde e o desempenho produtivo dos animais.

Wellmann et al., (2020) não verificaram diferenças sobre AOL e EGS dos machos Nelore castrados submetidos a doses de até 5 vezes o valor de exigência de vitamina A recomendada pelo NASEM (2016) de 2.200 UI/kg MS, após uma fase de depleção de vitamina A por 91 dias, para eliminar qualquer interferência de vitamina A estocada no organismo animal. No presente trabalho, a suplementação de vitamina A (6.666,7 UI/kg MS), levando em consideração a média de consumo de MS (6,29 kg) foi 3 vezes maior em relação às recomendações do NASEM (2016), e assim como o estudo de Wellmann et al., (2020) que testaram até 5 vezes a exigência proposta pelo NASEM, não promoveu melhoria no desempenho produtivo dos animais.

Luo et al., (2019), em um estudo avaliando a suplementação com niacina (B3) para bovinos machos da raça Jinjiang em terminação, com níveis de 0, 320, 480 e 640 mg de niacina /Kg, durante um período de 56 dias, não encontraram efeito sobre o peso corporal e o consumo de matéria seca. No entanto, o ganho médio diário foi influenciado com a suplementação de 640 mg de niacina durante o período inicial do experimento (1-28 dias), o que resultou em um aumento no GMD de 43,75% dos animais alimentados com 640 mg de niacina/Kg de MS em comparação ao grupo controle. Os tratamentos 480 e 320 mg de niacina/Kg de MS também foram numericamente superiores ao controle em relação ao GMD, 39,58% e 8,33%, respectivamente.

A suplementação com diferentes *blends* de vitaminas não influenciou o desempenho produtivo e as características de carcaça dos animais do presente estudo. Os animais utilizados neste trabalho foram animais superprecoces em terminação. Assim, a ausência de efeitos da

suplementação vitamínica pode ter sido devido a fatores fisiológicos intrínsecos aos animais mais jovens. Além disso, as quantidades de vitaminas e provitaminas já existentes nos ingredientes das dietas podem ter sido suficientes para atender as exigências de vitaminas destes animais e contribuído para os resultados observados.

Conclusão

A suplementação vitamínica (*blend* de vitaminas hidrossolúveis, lipossolúveis ou suas combinações) não influencia o desempenho produtivo e as características de carcaça de machos Nelore não castrados superprecoces.

Declaração de conflito de interesse

Os autores não têm interesse comercial ou financeiro que possa vir a ser interpretado como conflito de interesse.

Referências Bibliográficas

AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists. 15th edn. Washington, D.C.

AOAC. 2006. Association of Official Analytical Chemists - 18th edn - Association of Official Analytical Chemists. 18th edn. Gaithersburg, M.D.

AOAC. 2012. Association of Official Analytical Chemists - 19th edn - Association of Official Analytical Chemists. 19th edn. Arlington,VA,USA.

Baldin, S. R., D. D. Millen, C. L. Martins, A. S. C. Pereira, R. S. Barducci, e M. A. de Beni. 2013. Desempenho, características de carcaça e carne de bovinos Nelore e Canchim, confinados com dietas suplementadas com vitaminas D e E. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*. 35:403–410. doi:10.4025/actascianimsci.v35i4.18801.

Bao, K., X. Wang, K. Wang, Y. Yang, e G. Li. 2020. Effects of dietary supplementation with selenium and vitamin E on growth performance, nutrient apparent digestibility and blood parameters in female Sika Deer (*Cervus nippon*). *Biological Trace Element Research*. 195:454–460. doi:10.1007/s12011-019-01856-7.

Barbosa, A. M., R. F. D. Valadares, S. C. Valadares Filho, D. S. Pina, E. Detmann, e M. I. Leão. 2011. Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by different methods in nelore cattle. *Journal of Animal Science*. 89:510–519. doi:10.2527/jas.2009-2366.

Bryant, T. C., J. J. Wagner, J. D. Tatum, M. L. Galyean, R. V. Anthony, e T. E. Engle. 2010. Effect of dietary supplemental vitamin A concentration on performance, carcass merit, serum metabolites, and lipogenic enzyme activity in yearling beef steers. *Journal of Animal Science*. 88:1463–1478. doi:10.2527/jas.2009-2313.

Campos, C. F., T. C. Costa, R. T. S. Rodrigues, S. E. F. Guimarães, F. H. Moura, W. Silva, M.

L. Chizzotti, P. V. R. Paulino, P. D. B. Benedeti, F. F. Silva, e M. S. Duarte. 2020. Proteomic analysis reveals changes in energy metabolism of skeletal muscle in beef cattle supplemented with vitamin A. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 100:3536–3543. doi:10.1002/jsfa.10401.

Chen, X. B., e M. J. Gomes. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives -an overview of the technical details. 20.

Chizzotti, M. L., F. S. Machado, E. E. L. Valente, L. G. R. Pereira, M. M. Campos, T. R. Tomich, S. G. Coelho, e M. N. Ribas. 2015. Technical note: Validation of a system for monitoring individual feeding behavior and individual feed intake in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 98:3438–3442. doi:10.3168/jds.2014-8925. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8925>

Cole, N. A., L. W. Greene, F. T. McCollum, T. Montgomery, e K. McBride. 2003. Influence of oscillating dietary crude protein concentration on performance, acid-base balance, and nitrogen excretion of steers. *Journal of Animal Science*. 81:2660–2668. doi:10.2527/2003.81112660x.

Combs Jr. 2007. *The Vitamins*. 3rd Editi. (Academic Press, editor.). New York.

Costa e Silva, L. F., S. de C. Valadares Filho, M. L. Chizzotti, P. P. Rotta, L. F. Prados, R. F. D. Valadares, D. Zanetti, e J. M. da Silva Braga. 2012. Creatinine excretion and relationship with body weight of Nellore cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 41:807–810. doi:10.1590/S1516-35982012000300046.

Detmann, E., e S. C. Valadares Filho. 2010. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 62:980–984. doi:10.1590/s0102-09352010000400030.

- Ebtehag, I. M. A.-E., A. A. Abdou, W. A. Riad, e M. R. M. Mostafa. 2016. Effect of dietary niacin and/or thiamin supplementations on growth and fattening performance of buffalo calves. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*. 19:415–425. doi:10.21608/ejnf.2016.74975.
- Flachowsky, G. 1993. Niacin in dairy and beef cattle nutrition. *Archiv für Tierernährung*. 43:195–213. doi:10.1080/17450399309386036.
- Gorocica-Buenfil, M. A., F. L. Fluharty, e S. C. Loerch. 2008. Effect of vitamin a restriction on carcass characteristics and immune status of beef steers. *Journal of Animal Science*. 86:1609–1616. doi:10.2527/jas.2007-0241.
- Guimarães Jr, R., L. C. Gonçalves, L. G. R. Pereira, D. A. de A. Pires, J. A. S. Rodrigues, K. L. Miranda, e V. L. Araújo. 2007. Balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com silagens de três genótipos de milheto. 44^o Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnis. 7–9.
- Hervé A., M., W. R. Stehr W., A. J. Sanhueza M., e P. Fernández H. 1974. Efectos del dietilestilbestrol y del complejo vitaminico A-D-E inyectable sobre los aumentos de peso de novillos a pastoreo. *Agro Sur*. 2:50–53. doi:10.4206/agrosur.1974.v2n2-03.
- Hosseini Yazdi, M., E. Mahjoubi, M. Kazemi-Bonchenari, O. Afsarian, e A. H. Khaltabadi-Farahani. 2019. Effect of increasing dosage of a multi-mineral-vitamin supplement on productive performance and blood minerals of fattening male Ghezel × Afshar lambs. *Tropical Animal Health and Production*. 51:2559–2566. doi:10.1007/s11250-019-01971-6.
- Licitra, G., T. M. Hernandez, e P. J. Van Soest. 1996. Feedbunk management evaluation techniques. *Animal Feed Science Technology*. 57:347–358.
- Lima, S., J. Almir, F. Gomes, E. Gomes, T. Leão, R. S. De Aquino, e A. Ferreira. 2015. Parâmetros nutricionais em bovinos de corte : Revisão sobre consumo , digestibilidade e conversão alimentar Nutritional parameters in beef cattle : A review of intake , digestibility and

fee. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*. 9:135–142.

Luo, D., Y. Gao, Y. Lu, Q. Zhang, M. Qu, X. Xiong, L. Xu, X. Zhao, K. Pan, e K. Ouyang. 2019. Niacin supplementation improves growth performance and nutrient utilisation in chinese Jinjiang cattle. *Italian Journal of Animal Science*. 18:57–62. doi:10.1080/1828051X.2018.1480426. Available from: <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1480426>

McDowell, L. R. 2000. *Vitamins in animal and human nutrition*. 2 rd Editi. (Iowa State Univerity Press/ Ames, editor.). www.isupress.edu, Iowa.

Mendonça Júnior, A. F., A. P. Braga, A. P. M. dos S. Rodrigues, e L. E. M. Sales. 2010. Vitaminas : uma abordagem prática de uso na alimentação de ruminantes. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*. 6:1–16. Available from: www.cstr.ufcg.edu.br/acsa

Mertens, D. R. 1994. Regulation of forage intake. USDA-Agricultural Research Service, US Dairy Forage Research Center. 81–102.

Mertens, D. R., M. Allen, J. Carmany, J. Clegg, A. Davidowicz, M. Drouches, K. Frank, D. Gambin, M. Garkie, B. Gildemeister, D. Jeffress, C. S. Jeon, D. Jones, D. Kaplan, G. N. Kim, S. Kobata, D. Main, X. Moua, B. Paul, J. Robertson, D. Taysom, N. Thiex, J. Williams, e M. Wolf. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. *Journal of AOAC International*. 85:1217–1240. doi:10.1093/jaoac/85.6.1217.

Montgomery, J. L., F. C. Parrish, D. C. Beitz, R. L. Horst, E. J. Huff-Lonergan, e A. H. Trenkle. 2000. The use of vitamin D3 to improve beef tenderness. *Journal of Animal Science*. 78:2615–2621. doi:10.2527/2000.78102615x.

Moreno, G. M. B., A. G. Silva Sobrinho, A. G. Leão, C. M. B. Loureiro, H. L. Perez, e R. C.

Rossi. 2010. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39:853–860. doi:10.1590/s1516-35982010000400022.

NASEM. 2016. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 8th Revised Edition. 8th edn. National Academies Press, Washington, D.C. Available from: <http://www.nap.edu/catalog/19014>

NRC. 2001. *National Research Council - Nutrient requirements of dairy cattle*. (7th edn, editor.). Natl. Acad. Press, Washington, DC, USA.

OVN. 2016. *Optimum vitamin nutrition - vitamin supplementation guidelines for animal nutrition-DSM*. 12:14.

Perdigão, A. 2014. *Protocolos de adaptação a rações de alto teor de concentrados para bovinos Nelore confinados*. Universidade Estadual Paulista. Available from: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/96662/perdigao_a_me_botfmvz.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Schwab, E. C., D. Z. Caraviello, e R. D. Shaver. 2005. Review: A meta-analysis of lactation responses to supplemental dietary niacin in dairy cows. *Professional Animal Scientist*. 21:239–247. doi:10.15232/S1080-7446(15)31214-6. Available from: [http://dx.doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31214-6](http://dx.doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31214-6)

Valadares Filho, S. de C., L. F. C. e Silva, M. P. Gionbelli, P. P. Rotta, M. I. Marcondes, M. L. Chizzotti, e L. F. Prados. 2016. *Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados - BR-CORTE*. 3ª edição. Editora Federal de Viçosa, Viçosa-MG. Available from: http://editorascienza.com.br/pdfs/br_corte_tabela_brasileira_de_exigencias_nutricionais_pt.pdf

Valente, T. N. P., E. Detmann, S. de C. Valadares Filho, M. da Cunha, A. C. de Queiroz, e C.

B. Sampaio. 2011. In situ estimation of indigestible compounds contents in cattle feed and feces using bags made from different textiles. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 40:666–675.

doi:10.1590/S1516-35982011000300027.

Available

from:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982011000300027&lng=en&tlng=en)

[35982011000300027&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982011000300027&lng=en&tlng=en)

Vieira, P. D. E. F., A. Amstalden, M. Sampaio, T. Hugo, P. D. E. Andrade, V. Favoretto, e D.

A. L. Se. 1990. Efeito da aplicação do zeranol e vitaminas A, D e E sobre o desempenho de

bovinos da raça Guzerá e seus mestiços com raças européias. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*.

25:1269–1273.

Weiss, W. P., e G. Ferreira. 2006. Water soluble vitamins for dairy cattle.

Wellmann, K. B., J. Kim, P. M. Urso, Z. K. Smith, e B. J. Johnson. 2020. Evaluation of the

dietary vitamin A requirement of finishing steers via systematic depletion and repletion, and its

effects on performance and carcass characteristics. *American Society of Animal Science*.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Ingredientes	MS ^A	MO ^B	PB ^C	(g/kg de MS)			
				EE ^D	FDN _{cp} ^E	CNF ^F	FDN _i ^G
Silagem de milho	302,26	942,21	61,23	21,33	480,06	379,60	150,04
Milho fubá	881,95	987,42	84,12	35,30	114,64	753,35	21,26
Farelo de soja	882,56	931,84	502,19	6,56	136,79	286,30	16,02
Ureia + SA ^H	994,07	994,10	2657,96	0,00	0,000	0,00	0,00
Premix OVN [®]	986,24	107,06	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
Virginiamicina ^I	996,18	21,90	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00

^AMatéria seca; ^BMatéria orgânica; ^CProteína bruta; ^DExtrato etéreo; ^EFibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína bruta; ^FCarboidratos não fibrosos; ^GFibra em detergente neutro indigestível; ^HProporção ureia/sulfato de amônio (SA) de 9:1; ^IVirginiamicina V-max[®] 2 (2%).

Tabela 2 - Proporções dos ingredientes no concentrado e na dieta, composição química dos concentrados e das dietas e quantidade de vitaminas suplementar (OVN[®]) com base da matéria seca

Itens	Concentrado				Dietas			
	CTRL	Vit B	Vit ADE	Vit ADE + Vit B	CTRL	Vit B	Vit ADE	Vit ADE+ Vit B
Proporção dos alimentos (g/kg de MS)								
Silagem de milho	-	-	-	-	300,4	300,4	300,4	300,4
Milho fubá	906,1	906,1	906,1	906,1	634,0	634,0	634,0	634,0
Farelo de soja	55,0	55,0	55,0	55,0	38,5	38,5	38,5	38,5
Ureia + SA ^B	14,2	14,2	14,2	14,2	9,9	9,9	9,9	9,9
Premix OVN ^{®C}	22,9	22,9	22,9	22,9	16,0	16,0	16,0	16,0
Virginiamicina ^D	1,8	1,8	1,8	1,8	1,2	1,2	1,2	1,2
Composição Química (g/kg de MS)								
MS ^A	885,9	885,9	885,9	885,9	560,2	560,2	560,2	560,2
MM ^A	37,3	37,3	37,3	37,3	43,4	43,4	43,4	43,4
MO ^A	962,7	962,7	962,7	962,7	956,6	956,6	956,6	956,6
PB ^A	142,6	142,6	142,6	142,6	118,2	118,2	118,2	118,2
EE ^A	32,5	32,5	32,5	32,5	29,1	29,1	29,1	29,1
FDNcp ^A	113,4	113,4	113,4	113,4	223,4	223,4	223,4	223,4
CNF ^A	686,7	686,7	686,7	686,7	594,6	594,6	594,6	594,6
Quantidades de vitaminas suplementar (Premix OVN [®])								
Vit A (UI/kg MS)	0,00	0,00	9.523,86	9.523,86	0,0	0,0	6.666,7	6.666,7
Vit D (UI/kg MS)	0,00	0,00	7.301,57	7.301,57	0,0	0,0	5.111,1	5.111,1
Vit E (UI/kg MS)	0,00	0,00	100,00	100,00	0,0	0,0	70,0	70,0
B1 (mg/kg MS)	0,00	41,29	0,00	41,29	0,0	28,9	0,0	28,9
B3 (mg/kg MS)	0,00	158,71	0,00	158,71	0,0	111,1	0,0	111,1
B7 (mg/kg MS)	0,00	4,71	0,00	4,71	0,0	3,3	0,0	3,3

^AMS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína bruta; CNF = carboidratos não fibrosos; N = nitrogênio.

^BProporção ureia/sulfato de amônio (SA) de 9:1.

^CNíveis de garantia por Kg do produto: Cálcio (mín) - 160,00 g/Kg; Cálcio (máx) - 185,00 g/Kg; Fósforo (mín) - 20,80 g/Kg; Enxofre (mín) - 31,25 g/Kg; Magnésio (mín) - 20,80 g/Kg; Potássio (mín) - 31,25 g/Kg; Sódio (mín) - 68,75 g/Kg; Cobalto (mín) - 10,40 mg/Kg; Cobre (mín) - 679,00 mg/Kg; Cromo (mín) - 8,35 mg/Kg; Iodo (mín) - 34,50 mg/Kg; Manganês (mín) - 1.333,00 mg/Kg; Selênio (mín) - 8,35 mg/kg; Zinco (mín) - 2.500,00 mg/Kg; Vitamina A (mín) - 500.000,00 UI/Kg; Vitamina D3 (mín) - 383.500,00 UI/Kg (13% D3 e 87% Hy-D[®]); Vitamina E (mín) - 5.250,00 UI/Kg; Vitamina B1 (mín) - 2.165,00 UI/Kg; Biotina (mín) - 250,00 mg/Kg; Niacina (mín) - 8.300,00 UI/Kg; Monensina sódica - 1.733,00 mg/Kg; Flúor (máx) - 208,00 mg/Kg.

^DVirginiamicina V-max 2[®] (2%).

Tabela 3 - Efeito da suplementação com diferentes *blends* vitamínicos sobre o consumo e digestibilidade de matéria seca e dos constituintes da dieta, produção microbiana e consumo de vitaminas de machos Nelore não castrados

Item ^A	Tratamentos ^B				P-Valor
	CTRL _{±EPM}	Vit B _{±EPM}	Vit ADE _{±EPM}	Vit ADE + Vit B _{±EPM}	
Nº Animais	9	10	9	10	-
Consumo (kg/dia) ^C					
MS	6,39 _{±0,252}	6,02 _{±0,239}	6,68 _{±0,252}	6,11 _{±0,239}	0,243
MO	6,11 _{±0,241}	5,76 _{±0,228}	6,39 _{±0,241}	5,85 _{±0,228}	0,240
PB	0,76 _{±0,030}	0,71 _{±0,028}	0,79 _{±0,030}	0,72 _{±0,028}	0,245
EE	0,19 _{±0,008}	0,18 _{±0,007}	0,19 _{±0,008}	0,18 _{±0,007}	0,292
FDNcp	1,43 _{±0,057}	1,35 _{±0,054}	1,49 _{±0,057}	1,37 _{±0,054}	0,250
CNF	3,80 _{±0,149}	3,58 _{±0,142}	3,97 _{±0,149}	3,64 _{±0,142}	0,242
NDT	4,54 _{±0,183}	4,26 _{±0,173}	4,87 _{±0,183}	4,29 _{±0,173}	0,082
Digestibilidade dos nutrientes (g/kg) ^C					
MS	681,0 _{±7,75}	682,0 _{±7,30}	702,0 _{±7,75}	677,0 _{±7,30}	0,115
MO	701,0 _{±7,57}	701,0 _{±7,20}	720,0 _{±7,57}	697,0 _{±7,20}	0,134
PB	632,3 _{±10,44}	639,1 _{±9,90}	660,0 _{±10,44}	642,3 _{±9,90}	0,296
EE	807,0 _{±11,70}	803,0 _{±11,10}	803,0 _{±11,70}	790,0 _{±11,10}	0,730
FDNcp	342,0 _{±19,27}	355,0 _{±18,30}	358,0 _{±19,27}	347,0 _{±18,30}	0,927
CNF	850,0 _{±8,98}	844,0 _{±8,50}	869,0 _{±8,98}	840,0 _{±8,50}	0,105
Produção microbiana ^{CD}					
PB mic (g/dia)	522 _{±35,3}	540 _{±33,5}	573 _{±35,3}	473 _{±33,5}	0,235
Efic. (g PB mic/kg NDT)	121 _{±6,5}	131 _{±6,2}	125 _{±6,5}	118 _{±6,2}	0,518
Efic. (g PB mic/kg MOD)	127 _{±6,8}	138 _{±6,5}	131 _{±6,8}	124 _{±6,5}	0,510
Consumo de vitamina complementar ^C					
Vit A (UI/dia)	0c	0c	44517a _{±1341}	40746b _{±1272,7}	<0,001
Vit D (UI/dia)	0c	0c	34129a _{±1029}	31238b _{±975,7}	<0,001
Vit E (UI/dia)	0c	0c	467a _{±14,09}	428b _{±13,4}	<0,001
B1 (mg/dia)	0b	174a _{±4,3}	0b	177a _{±4,3}	<0,001
B3 (mg/dia)	0b	669a _{±16,7}	0b	679a _{±16,7}	<0,001
B7 (mg/dia)	0b	20a _{±0,5}	0b	20a _{±0,5}	<0,001

^AMS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína bruta; CNF = carboidratos não fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais; N = nitrogênio; B1 = tiamina; B3 = tiamina; B7 = biotina

^BCTRL = suplementação mineral sem vitaminas; Vit B = suplementação mineral com vitaminas do complexo B, Vit ADE = suplementação mineral com vitaminas lipossolúveis, Vit ADE + Vit B = suplementação mineral com vitaminas do complexo B e vitaminas lipossolúveis; EPM = erro padrão da média.

^CValores subscrito ao lado de cada média são referentes aos erros padrões da média

^DPB mic = proteína bruta microbiana; Efic (g PB mic/kg NDT) = eficiência microbiana em gramas de proteína bruta microbiana por quilo de nutrientes digestíveis totais; Efic (g PB mic/kg MOD) = eficiência microbiana em gramas de proteína bruta microbiana por quilograma de matéria orgânica digestível

Tabela 4 - Efeito da suplementação vitamínica sobre o balanço de nitrogênio (N) em machos Nelore não castrados

Item	Tratamento ^A				P-Valor
	CTRL \pm EPM	Vit B \pm EPM	Vit ADE \pm EPM	Vit ADE + Vit B \pm EPM	
Nº de animais	9	10	9	10	-
N Consumido (g/dia)	119 \pm 4,3	112 \pm 4,1	116 \pm 4,3	118 \pm 4,1	0,617
N fezes (g/dia)	43,9 \pm 2,08	40,6 \pm 1,97	40,0 \pm 2,08	42,6 \pm 1,97	0,515
N urina (g/dia)	43,7 \pm 2,50	42,4 \pm 2,37	46,2 \pm 2,50	45,4 \pm 2,37	0,685
N absorvido (g/dia)	74,9 \pm 2,88	71,1 \pm 2,73	76,4 \pm 2,88	75,4 \pm 2,73	0,552
N retido (g/dia)	31,2 \pm 1,40	28,7 \pm 1,33	30,2 \pm 1,40	30,0 \pm 1,33	0,638
Nr:Nc ^B	26,4 \pm 1,09	25,7 \pm 1,03	26,1 \pm 1,09	25,6 \pm 1,03	0,951

^ACTRL = suplementação mineral sem vitaminas; Vit B = suplementação mineral com vitaminas do complexo B; Vit ADE = suplementação mineral com vitaminas lipossolúveis ADE; Vit ADE+B = suplementação mineral com vitaminas lipossolúveis ADE e vitaminas do complexo; EPM = erro padrão da média.

^BRelação entre o nitrogênio retido e o consumido (valor multiplicado por 100)

Tabela 5 - Efeito da suplementação vitamínica sobre o desempenho animal e características de carcaça de machos Nelore não castrados

Item ^A	Tratamento ^B					P-Valor
	REF	CTRL _{±EPM}	Vit B _{±EPM}	Vit ADE _{±EPM}	Vit ADE+ Vit B _{±EPM}	
Nº de animais	5	9	10	9	10	-
PCi (kg)	-	265 _{±9,2}	258 _{±8,8}	266 _{±9,2}	257 _{±8,8}	0,852
PCf (kg)	261	445 _{±13,0}	422 _{±12,3}	446 _{±13,0}	427 _{±12,3}	0,423
PCVZi (kg)	-	237 _{±8,3}	231 _{±7,9}	238 _{±8,3}	230 _{±7,9}	0,852
PCVZf (kg)	234	408 _{±12,3}	386 _{±11,7}	410 _{±12,3}	390 _{±11,7}	0,386
PNCARC (kg)	89	149 _{±4,3}	142 _{±4,1}	151 _{±4,3}	142 _{±4,1}	0,295
GMD (kg/dia)	-	1,25 _{±0,057}	1,14 _{±0,054}	1,26 _{±0,057}	1,19 _{±0,054}	0,407
GPCVZ (kg/dia)	-	1,19 _{±0,052}	1,08 _{±0,050}	1,20 _{±0,052}	1,12 _{±0,050}	0,316
GCARCQ (kg/dia)	-	0,77 _{±0,034}	0,72 _{±0,032}	0,75 _{±0,034}	0,74 _{±0,032}	0,670
PCARCF (kg)	-	258 _{±8,5}	244 _{±8,1}	259 _{±8,5}	247 _{±8,1}	0,491
PCARCQ (kg)	155	268 _{±8,3}	256 _{±7,9}	266 _{±8,3}	258 _{±7,9}	0,646
EGS (mm)	-	7,16 _{±0,809}	6,58 _{±0,768}	6,33 _{±0,809}	6,34 _{±0,768}	0,870
COC (cm)	-	127 _{±1,8}	126 _{±1,8}	126 _{±1,8}	125 _{±1,8}	0,859
AOL (cm ²)	55,9	75,8 _{±2,57}	73,2 _{±2,44}	77,1 _{±2,57}	75,8 _{±2,44}	0,733
RCQ (%)	59,5	60,3 _{±0,54}	60,7 _{±0,52}	59,8 _{±0,54}	60,4 _{±0,52}	0,663

^APCi = Peso corporal médio inicial; PCf = Peso corporal médio final; PCVZi = Peso de corpo vazio inicial; PCVZf = Peso de corpo vazio final; PNCARC = Peso de componentes não carcaça; GMD = Ganho médio diário; GPCVZ = Ganho de peso de corpo vazio; GCARCQ = Ganho de carcaça quente; PCARCF = Peso de carcaça fria; PCARCQ = Peso de carcaça quente; EGS = Espessura de gordura subcutânea; COC = Comprimento de Carcaça; AOL = Área de olho de lombo; RCQ = Rendimento de carcaça quente

^BCTRL = suplementação mineral sem vitaminas; Vit B = suplementação mineral com vitaminas do complexo B; Vit ADE = suplementação mineral com vitaminas lipossolúveis; Vit ADE+B = suplementação mineral com vitaminas do complexo B e vitaminas lipossolúveis ADE; EPM = erro padrão da média.

3. Capítulo 2

Exigências de energia e proteína de machos Nelore não castrados alimentados com dietas contendo diferentes *blends* vitamínicos

Dhones Rodrigues de Andrade^{A*}, Sebastião de Campos Valadares Filho^A

^ADepartamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

*Autor correspondente: Andrade, Dhones – E-mail: dhonesandrade2@gmail.com

Exigências de energia e proteína de machos Nelore não castrados alimentados com dietas contendo diferentes *blends* vitamínicos

Resumo

Objetivou-se estimar as exigências de energia e proteína para manutenção e ganho de peso de machos Nelore não castrados em terminação. Foram utilizados 50 machos Nelore não castrados, com peso corporal inicial de $258 \pm 29,2$ Kg e idade média de 8 ± 1 meses. Cinco animais foram abatidos ao início do experimento para determinação do peso e composição do corpo vazio inicial dos animais que permaneceram no experimento. Cinco animais foram alimentados ao nível de manutenção ($11,5$ g/kg peso corporal). Os 40 animais restantes foram alimentados à vontade e distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em quatro grupos de 10 animais cada, aos quais foram distribuídos os tratamentos: CTRL – sem suplementação de vitaminas; Vit B– suplementação de vitaminas do complexo B (tiamina, niacina e biotina); Vit ADE – suplementação de vitaminas A, D e E; e Vit ADE + Vit B – suplementação de vitaminas A, D e E, e, vitaminas do complexo B (tiamina, niacina e biotina). As dietas foram isoprotéicas (120 g/kg matéria seca [MS]) e constituídas de silagem de milho (30%) e concentrado (70 %) com base na MS total da dieta. O experimento teve duração total de 170 dias, sendo 30 dias de adaptação e 140 dias para coletas de dados. Após os abates, foram obtidas duas amostras compostas para cada animal, denominadas carcaça e não carcaça. As exigências de energia líquida (ELm) e metabolizável (EMm) para manutenção foram, respectivamente, de $76,6$ e $117,2$ kcal/PCVZ^{0,75}.dia, as quais foram obtidas através da relação exponencial entre a produção de calor e o consumo de energia metabolizável, enquanto a eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção foi de $65,36\%$. As equações obtidas para estimação das exigências de energia (ELg) e proteína (PLg) líquida para ganho foram: ELg (Mcal/dia) = $0,0546 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{0,8122}$ e PLg (g/dia) = $238,2 \times GPCVZ - 18,5288 \times ER$. As eficiências de

utilização da energia metabolizável para ganho e da proteína metabolizável para ganho foram, respectivamente, 33,82% e 36,12%. Conclui-se que as ELM e EMM de machos Nelore não castrados em terminação são de 76,6 e 117,2 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, respectivamente; e que as ELg e PLg podem ser obtidas pelas respectivas equações: ELg (Mcal/dia) = 0,0546 × PCVZ^{0,75} × GPCVZ^{0,8122} e PLg (g/dia) = 238,2 × GPCVZ – 18,5288 × ER.

Palavras-chave: composição corporal, vitaminas hidrossolúveis, vitaminas lipossolúveis, zebuínos

Introdução

A correta estimativa das exigências nutricionais dos animais criados nos trópicos é condição essencial para a melhoria do desempenho do rebanho zebuíno puro e cruzado. O BR-CORTE (Valadares Filho *et al.* 2016) tem atendido às expectativas locais, se adequando às características produtivas utilizadas, com ampliação de categorias animais e regimes de alimentação adotados. Contudo, o banco de dados precisa ser constantemente atualizado e ampliado, o que justifica a realização de novos estudos que englobam a determinação das exigências nutricionais dos animais.

Ademais, o aprofundamento de pesquisas na área de nutrição e a crescente adoção das tecnologias geradas por pecuaristas brasileiros revelam novas lacunas de conhecimento que precisam ser preenchidas de forma a fornecer estimativas mais exatas e precisas possíveis para as exigências nutricionais dos bovinos. Nesse contexto, o uso da suplementação vitamínica em dietas de bovinos de corte é um exemplo dessas tecnologias.

Na literatura há efeitos deletérios ao uso de vitaminas lipossolúveis sobre a deposição de gordura e alteração no metabolismo energético podendo resultar em alterações no desenvolvimento do tecido adiposo e muscular (Campos *et al.* 2020). Além disso, a

suplementação com vitaminas do complexo B, pode afetar as exigências de energia via reações de descarboxilação e de catalises por transferases para o metabolismo energético dos carboidratos (tiamina - B1), constituindo enzimas importantes para o processo de respiração celular (niacina – B3) e importante coenzima nas reações de carboxilação e síntese de proteína, sendo uma das mais importantes (piruvato carboxilase) envolvida na conversão do piruvato em oxalacetato, participando da via da gliconeogênese (biotina – B7) (Lean *et al.* 2013). Dessa forma, a suplementação vitamínica em dietas de bovinos de corte pode afetar diretamente o metabolismo energético e proteico e, conseqüentemente, influenciar as exigências nutricionais desses nutrientes.

Assim, hipotetizou-se que a suplementação com blends de vitaminas A, D, e E, de vitaminas do complexo B (B1, B3 e B7) ou suas combinações altera a composição corporal e conseqüentemente as exigências de energia e proteína de machos Nelore não castrados superprecoces. Portanto, objetivou-se estimar as exigências de energia e proteína bem como suas eficiências de utilização, de machos Nelore não castrados superprecoces em terminação alimentados com diferentes *blends* vitamínicos.

Material e Métodos

O Comitê de Ética no Uso de Animais de Produção (CEUAP) da Universidade Federal de Viçosa aprovou todos os procedimentos envolvendo animais (protocolo N° 037/2018).

Animais, instalações, dietas e delineamento experimental

O experimento foi conduzido nas instalações do confinamento experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Foram utilizados 50 machos Nelore não castrados com idade média de 8 ± 1 meses e peso corporal (PC) médio de $258 \pm 29,2$ kg provenientes do setor de Bovinocultura de Corte do

Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. O experimento foi realizado seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com duração de 170 dias, sendo 30 de adaptação dos animais as condições experimentais (ambiente e alimentação) e 140 dias para a coleta de dados.

Inicialmente, todos os animais foram identificados, pesados e tratados contra ecto e endoparasitas. Durante o período de adaptação (30 dias), todos os animais receberam a mesma dieta *ad libitum*, sendo a relação volumoso: concentrado diminuída gradualmente (em intervalos de 10%) a cada 5 dias a partir da relação 70:30 até se alcançar a relação 30:70 com base na matéria seca (MS) total da dieta. Os animais foram mantidos em baias coletivas com piso de concreto e área total de aproximadamente 25 m², providas de comedouros e bebedouros eletrônicos (modelo AF-1000 Master; Intergado Ltda., Contagem, Minas Gerais, Brasil; Chizzotti *et al.* 2015).

Ao fim do período de adaptação, todos os animais foram pesados após jejum de sólidos de 16 h (Peso Corporal em Jejum) e aleatoriamente distribuídos em três grupos: referência (5 animais), manutenção (5 animais) e *ad libitum* (40 animais). Os cinco animais designados ao grupo referência foram abatidos ao início do experimento para estimação do peso de corpo vazio (PCVZ) e composição do corpo vazio inicial dos demais animais que permaneceram no experimento. Os cinco animais designados ao grupo manutenção receberam alimentação restrita a 11,5 g/kg PC. Os 40 animais restantes foram novamente distribuídos aleatoriamente em quatro grupos com dez animais cada, aos quais os respectivos tratamentos experimentais foram designados: CTRL – sem suplementação vitamínica; Vit B – suplementação com *blend* de vitaminas do complexo B (B1 = 28,9 mg/kg MS, B3 = 111,1 mg/kg MS e B7 = 3,3 mg/kg MS); Vit ADE – suplementação com *blend* de vitaminas A, D e E (A = 6.666,7 UI/kg MS, D = 5.111,1 UI/kg MS (13% D3 e 87% Hy-D®) e E = 70 UI/kg MS) e Vit ADE + Vit B. As quantidades suplementadas de cada *blend* de vitaminas para cada tratamento seguiram as

recomendações da Optimum Vitamin Nutrition - OVN[®] (OVN 2016), recomendada pela empresa DSM[®].

A relação entre o PCVZ e o PC em jejum (PCJ) obtida dos animais referência foi utilizada para estimar o PCVZ inicial dos animais remanescentes; sendo também usada a relação entre o peso de carcaça e o PCJ dos animais referência para estimação do peso de carcaça inicial dos animais remanescentes no experimento.

Os *blends* de vitaminas foram fornecidos misturados ao concentrado juntamente com o núcleo mineral. Assim, foram utilizadas quatro dietas experimentais, constituídas de 300 g/kg de silagem de milho e 700 g/kg de concentrado com base na MS total da dieta. O concentrado foi composto de fubá de milho (906,1 g/kg), farelo de soja (55,0 g/kg), ureia/sulfato de amônio (14,2 g/kg), na proporção 9:1, virginiamicina (1,80 g/kg; V-Max[®] 2) e núcleo mineral contendo as vitaminas (22,9 g/kg). A composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais está apresentada na Tabela 1.

As dietas foram isoprotéicas (com aproximadamente 120 g de proteína bruta/kg MS), e formuladas para um ganho médio diário de 1,2 kg/dia de acordo com o BR-CORTE(Valadares Filho *et al.* 2016). Na Tabela 2 estão descritas as proporções dos ingredientes no concentrado e nas dietas e sua composição química (base da MS).

A silagem de milho e o concentrado foram pesados separadamente, posteriormente misturados mecanicamente, com auxílio de um betoneira de 120 L, e fornecidos aos animais às 7h00 e 16h00. O teor de MS da silagem de milho foi calculado (AOAC 2012; método 934.01) a cada três dias para ajustar o teor de MS da dieta fornecida. Diariamente, realizou-se o controle de oferta da dieta para que as sobras fossem mantidas entre 5 e 10% do oferecido (com base na matéria natural).

Os animais foram pesados ao início do experimento e a cada 28 dias para o monitoramento do ganho médio diário (GMD). Contudo, para avaliação do GMD foram

consideradas apenas as pesagens realizadas nos dias 1 e 140 dias experimentais, as quais foram precedidas por um período de jejum de sólidos de 16 h com livre acesso à água.

Coletas de amostras e procedimentos de abate

O consumo dos animais foi mensurado diariamente por meio de cocho eletrônico (modelo AF-1000 Master; Intergado Ltda., Contagem, Minas Gerais, Brasil; Chizzotti *et al.*, 2015) durante os 140 dias de coleta de dados. Uma amostra de silagem de milho foi coletada diariamente e posteriormente congelada a -20°C . A cada 7 dias, uma amostra composta de silagem de milho foi submetida à secagem parcial em estufa de circulação forçada (55°C) e moída em moinho de facas (1 mm e 2 mm) para posteriores análises laboratoriais. Os ingredientes do concentrado foram amostrados diretamente dos silos da fábrica de ração nos dias das misturas dos mesmos. Esses ingredientes foram analisados separadamente e formaram a composição de cada mistura de concentrado utilizada.

Devido à dimensão do experimento foram elaboradas amostras compostas para cada período experimental (28 d) proporcionalmente à quantidade de cada mistura do concentrado e à quantidade de silagem de milho fornecida aos animais.

Ao final do experimento, todos os animais foram abatidos no Frigorífico Escola da Universidade Federal de Viçosa. Antes dos abates, os animais foram submetidos a 16 h de jejum de sólidos. O abate foi realizado via concussão cerebral e secção da jugular para sangramento total do animal, seguido da retirada de couro, cabeça e membros e órgãos e vísceras do corpo do animal.

Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas metades e em seguida, resfriadas em câmara fria a 4°C por aproximadamente 24 h. Passado esse tempo, as carcaças foram pesadas para avaliação do peso de carcaça fria (PCARCF). Posteriormente, a seção compreendida entre a 9^a e a 11^a costela da carcaça esquerda de cada animal foi retirada (Hankins

e Howe 1946) pesada e dissecada em ossos, músculo e gordura. Após a separação e pesagem de cada componente físico da seção, foi feita a trituração individual de ossos e conjunta de carne + gordura e retirada amostras de aproximadamente 300g (matéria natural), as quais foram acondicionadas em bandejas de alumínio, previamente pesadas, e congeladas a -40°C para posterior liofilização.

O trato gastrintestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) de cada animal foi esvaziado e lavado. Os órgãos foram pesados separadamente. O peso dos componentes não carcaça (CNC) foi composto pela soma dos pesos do coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, diafragma, mesentério, cauda, língua, traqueia, esôfago, trato reprodutivo, trato gastrointestinal lavado, cabeça (sem couro), couro (corpo, cabeça e membros), membros e sangue. O PCVZ foi calculado pela soma dos CNC e peso da carcaça de cada animal.

O rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestinos delgado e grosso, coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, diafragma, mesentério, língua, traqueia, esôfago e trato reprodutivo foram processados em um triturador industrial, por 20 minutos, e uma amostra composta e homogênea de órgãos e vísceras foi coletada. O couro dos membros e da cabeça de cada animal foram removidos, e as demais partes foram trituradas em moedor de ossos (LUSANA, modelo TOL10, Araguari, Brasil) para coleta de uma amostra homogênea de cabeça e membros. O couro foi amostrado em diferentes regiões, onde duas destas representaram o ombro, três regiões representando a linha dorsal, duas regiões representando a linha ventral, duas representando a parte traseira, uma representando cada membro, e uma representando a cabeça, totalizando todas as regiões do couro do animal. A seguir o couro foi cortado manualmente em pequenos pedaços (4 cm^2) e uma amostra homogênea foi coletada. Amostras de sangue foram coletadas logo após a sangria total.

Amostras de aproximadamente 300g (matéria natural) de órgãos e vísceras, cabeça e membros, couro e sangue foram acondicionadas individualmente em bandejas de alumínio previamente pesadas. Em seguida, foram liofilizadas (Liotop, modelo LP 510, São Carlos, Brasil), por 72 h para quantificação da matéria seca parcial.

Todas as amostras foram liofilizadas (AOAC 2012; método 934.01) para obtenção da amostra seca ao ar. Após esse processo, as amostras foram moídas em moinho de facas (marca FORTINOX/modelo STAR FT-80, Piracicaba, Brasil) utilizando N líquido. Duas amostras por animal denominadas “seção HH (carne + gordura e ossos)” e “não carcaça (órgãos e vísceras + cabeça e membros + couro + sangue)”, foram retiradas para determinação da composição química corporal. A amostra da seção HH foi constituída pelas amostras liofilizadas de ossos e carne + gordura e a amostra não carcaça foi composta pelas amostras liofilizadas de órgãos e vísceras, cabeça e membros, sangue e couro. Em ambos os casos, as amostras foram compostas com base na proporção de cada tecido nos animais.

Análises laboratoriais e cálculos

As amostras de silagem de milho, ingredientes do concentrado e fezes foram analisadas quanto aos teores de MS (AOAC, 2012; método 934.01), matéria orgânica (MO; AOAC, 2012; método 930.05), N total (AOAC, 2012; método 981.10), extrato etéreo (EE; AOAC, 2006; método 945.16), matéria mineral (MM; AOAC, 1990; método 924.05) e fibra em detergente neutro (FDN; Mertens et al., 2002), sendo esta última realizada sem a adição de sulfito de sódio, mas com adição de alfa-amilase termoestável ao detergente (Ankom Tech. Corp., Fairport, NY). As concentrações de FDN foram corrigidas para cinzas (Mertens *et al.* 2002) e compostos residuais de N (Licitra *et al.* 1996). O teor de proteína bruta (PB) foi calculado pelo produto entre o conteúdo de N total e o fator 6,25. A análise dos teores de fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (FDNi) foi realizada de acordo com Valente *et al.* (2011). Os carboidratos

não fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com o proposto por Detmann e Valadares Filho, (2010) a partir da equação: $CNF = 100 - [(\%PB \text{ dieta} - \%PB \text{ derivada da ureia} + \% \text{ ureia}) + \%FDN + \%EE + \%MM]$, onde CNF = carboidratos não fibrosos; %PB = proteína bruta da dieta; FDN = fibra em detergente neutro da dieta; EE = teor de extrato etéreo da dieta; MM = teor de cinzas da dieta. Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foram estimados através da soma dos nutrientes digestíveis, em que $NDT = PB_{\text{digestível}} + 2,25 \times EE_{\text{digestível}} + FDN_{\text{digestível}} + CNF_{\text{digestível}}$ (NRC 2001).

As amostras da seção HH e não carcaça foram analisadas quanto aos teores de MS (AOAC 2012; método 934.01), PB (AOAC 2012; método 981.10), EE (AOAC 2006; método 945.16) e MM (AOAC 1990; método 924.05) para determinação da composição química do corpo vazio a partir das equações propostas por Marcondes *et al.* (2010; 2012) para machos Nelore não castrados.

$$\text{Extrato etéreo (\%)} = \%EE_{CVZ} = 2,75 + 0,33 \times \%EE_{HH} + 1,80 \times \%GV$$

$$\text{Proteína bruta (\%)} = \%PB_{VCZ} = 10,78 + 0,47 \times \%PB_{HH} - 0,21 \times \%GV$$

$$\text{Água (\%)} = \%A_{CVZ} = 38,31 + 0,33 \times \%A_{HH} - 1,09 \times \%GV + 0,50 \times \%OV$$

em que, EE_{CARC} = extrato etéreo na carcaça (%); EE_{HH} = extrato etéreo na seção HH (%); PB_{CARC} = proteína bruta na carcaça (%); PB_{HH} = proteína bruta na seção HH (%); A_{CARC} = água na carcaça (%); A_{HH} = água na seção HH (%); EE_{CVZ} = extrato etéreo no corpo vazio (%); EE_{HH} = extrato etéreo na seção HH (%); PB_{VCZ} = proteína bruta no corpo vazio (%); PB_{HH} = proteína bruta na seção HH (%); A_{CVZ} = água no corpo vazio (%); A_{HH} = água na seção HH (%); GV = gordura visceral no corpo vazio (%); OV = órgãos e vísceras no corpo vazio (%).

Foram calculadas as relações entre o PCVZ em função do PCJ^[1] e entre o GMD e o ganho de PCVZ^[2] (GPCVZ) por meio de modelos não lineares propostos pelo BR-CORTE (Valadares Filho *et al.* 2016):

$$^{[1]}PCVZ = a \times PCJ^b,$$

$$^{[2]}GPCVZ = a \times GMDJ^b,$$

onde PCVZ = peso de corpo vazio, PCJ = peso de corpo jejum, GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio, GMDJ = ganho médio diário em jejum e “a” e “b” = são parâmetros da regressão

Exigências de energia e proteína

A energia corporal retida (ER) foi calculada pela diferença entre o conteúdo de energia corporal (CE) final e inicial dos animais, sendo o CE obtido a partir dos teores corporais de proteína e gordura e seus respectivos equivalentes calóricos conforme a equação preconizada pelo (ARC 1980):

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

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

O consumo de energia metabolizável (CEM) foi estimado pela equação proposta pelo BR-CORTE (Valadares Filho *et al.*, 2016): $CEM = 0,9455 \times CED - 0,303$, onde CEM = consumo de energia metabolizável e CED = consumo de energia digestível.

A produção de calor (C) foi calculada pela diferença entre o consumo de energia metabolizável (CEM) e a ER no corpo do animal. O método exponencial foi utilizado para estimar as exigências de energia para manutenção. Dessa forma, as exigências de energia líquida para manutenção (ELm, Mcal/PCVZ^{0,75}.dia) foram calculadas a partir do intercepto (β_0) da regressão exponencial entre a produção de calor e o CEM, utilizando o seguinte modelo:

$$\text{Produção de calor} = \beta_0 \times e^{(\beta_1 \times \text{CEM})},$$

em que produção de calor = Mcal/PCVZ^{0,75}.dia, CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ^{0,75}.dia), β_0 e β_1 serão parâmetros da regressão e 'e' é o número de Euler (3,718281).

O CED foi calculado com base na equação proposta pelo NRC (2001) a partir da multiplicação das concentrações de nutrientes digestíveis pelos respectivos calores de combustão, conforme equação:

$$ED = (EEd \times 9,4) + (FDNd \times 4,2) + (CNFd \times 4,2) + (PBd \times 5,6),$$

em que EEd = extrato etéreo digestível, FDNd = fibra em detergente neutro digestível, CNFd = carboidratos não fibrosos digestíveis e PBd = proteína bruta digestível.

As exigências de energia metabolizável para manutenção (EMm, Mcal/PCVZ^{0,75}.dia) foram estimadas utilizando-se o método iterativo, sendo a EMm considerada o valor em que o CEM se iguala a produção de calor (Valadares Filho *et al.* 2016). A eficiência de utilização da EMm (k_m) foi calculada pela razão entre ELM e EMm para manutenção (Valadares Filho *et al.* 2016).

As exigências de energia líquida para ganho (ELg) foram estimadas pela relação entre a energia retida no corpo e PCVZ metabólico (PCVZ^{0,75}) e o GPCVZ, segundo o modelo:

$$ELg = \beta_0 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{\beta_1},$$

em que ELg = exigência de energia líquida para ganho de peso (Mcal/dia); PCVZ^{0,75} = peso de corpo vazio metabólico (kg); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia) e β_0 e β_1 = parâmetros de regressão.

A eficiência de utilização de EM para ganho (k_g) foi calculada como a inclinação (β_0) da regressão linear entre ER e CEM, conforme modelo: $ER = \beta_0 \times CEM + \beta_1$, onde ER = energia retida no corpo inteiro (Mcal/PCVZ^{0,75}.dia); CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ^{0,75}.dia) e β_0 e β_1 = parâmetros de regressão.

O consumo de proteína metabolizável (CPM, g/dia) dos animais foi calculado pelo somatório da proteína microbiana digestível verdadeira (PMDV, g/dia) e a proteína não

degradada no rúmen digestível (PNDRD, g/dia). O consumo de PMVD foi calculado utilizando-se os valores obtidos para síntese de proteína bruta microbiana, sendo considerado que a PB microbiana (PBmic) possui 80% de aminoácidos e que esses possuem coeficiente de digestibilidade de 80% (NRC, 2001). O consumo de PNDRD foi estimado a partir da diferença entre o consumo de PB e a PBmic, multiplicado pelo valor do seu coeficiente de digestibilidade intestinal, que é de 80% (NRC 2001).

As exigências de proteína metabolizável para manutenção (PM_m) foram estimadas pelo intercepto (β_0) da regressão linear entre CPM e GPCVZ dividido pela média de $PCVZ^{0,75}$ dos animais do experimento (Valadares Filho *et al.* 2016). A regressão linear entre o CPM e GPCVZ foi realizada de acordo com o modelo: $CPM = \beta_0 \times GPCVZ + \beta_1$, onde CPM = consumo de proteína metabolizável (g/d), GPCVZ = ganho de corpo vazio (kg/d), e β_0 e β_1 = parâmetros da regressão.

A exigência líquida de proteína para ganho (PLg) foi calculada a partir do seguinte modelo, usando o GPCVZ e a ER: $PLg = \beta_0 \times GPCVZ - \beta_1 \times ER$, onde PLg = exigência de proteína líquida para ganho de peso (g/dia); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia); ER = energia retida no corpo (Mcal/ $PCVZ^{0,75}$.dia) e β_0 e β_1 = parâmetros de regressão.

A eficiência de utilização da PM para ganho (k_{pg}) foi estimada a partir do valor da inclinação (β_1) da regressão linear entre a proteína retida no corpo (PR, g/ $PCVZ^{0,75}$.dia) e o CPM (g/ $PCVZ^{0,75}$.dia; Valadares Filho *et al.* 2016), conforme modelo: $PR = \beta_0 \times CPM + \beta_1$, onde PR = proteína bruta retida no corpo inteiro (g/ $PCVZ^{0,75}$.dia), CPM = consumo de proteína metabolizável (g/ $PCVZ^{0,75}$.dia) e β_0 e β_1 = parâmetros de regressão.

Análises estatísticas

As exigências nutricionais foram estimadas por meio de modelos lineares e não lineares construídos por meio dos procedimentos REG e NLIN do SAS (versão 9.4), respectivamente, sendo os últimos ajustados pelo método de Gauss-Newton.

Resultados e discussão

Fatores de conversão e exigências de energia e proteína

A equação obtida para a relação entre o PCVZ e o PCJ foi: $PCVZ = 0,7479 \times PCJ^{1,0334}$, onde: PCVZ = peso de corpo vazio (kg); PCJ = peso de corpo jejum (kg), levando em consideração os animais referências e os animais alimentados *ad libitum*.

A relação entre o GPCVZ e o GMDJ foi obtida pela equação: $GPCVZ = 0,9574 \times GMD^{0,9467}$, onde: GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg); GMD = ganho médio diário (kg), considerando os animais referências e dos tratamentos na formulação da equação.

A equação obtida relacionando a produção de calor e o CEM foi: Produção de Calor = $0,0766 \times e^{(3,5979 \times CEM)}$ (Fig. 1). Assim, a E_{Lm} foi de 76,6 Kcal/PCVZ^{0,75}./dia, enquanto a E_{Mm} foi de 117,2 Kcal/ PCVZ^{0,75}.dia. A k_m foi obtida pelo processo iterativo, onde o consumo de energia metabolizável foi igual a produção de calor, obtendo-se um valor de 0,65.

O ajuste da equação da ER em função do PCVZ e do GPCVZ foi: $ELg = 0,0546 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{0,8122}$, onde ELg = exigência de energia líquida para ganho de peso (Mcal/dia); PCVZ^{0,75}= peso de corpo vazio metabólico (kg); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia)

Para obter a E_{Mg} a partir da exigência de ELg, se faz necessário conhecer o valor de k_g. No presente estudo, obteve-se um valor de 0,338, sendo esse obtido com base na inclinação da relação linear entre a ER e o CEM (Fig. 2, R² = 0,58).

A PMm foi de 3,73 g/PCVZ^{0,75}, sendo esse valor foi obtido a partir de uma regressão linear entre o CPM e o GPCVZ dividido pela média do PCVZ^{0,75} dos animais do estudo (Fig. 3; R² = 0,76).

A PLg foi obtida pela equação: PLg = 238,8 × GPCVZ – 18,53 × ER, em que PLg = exigência líquida de proteína para ganho de peso (g/dia); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia); ER = energia retida no corpo inteiro (Mcal/PCVZ^{0,75}.dia).

A K_{pg} foi de 0,36, e esse valor foi gerado com base na inclinação da regressão linear entre a PR e o CPM (Fig. 4; R² = 0,44).

É reconhecido que bovinos de corte (Zebuínos e Taurinos) podem apresentar diferenças metabólicas e fisiológicas, que podem resultar em diferenças na utilização de nutrientes (Valadares Filho *et al.* 2016).

A seguir são apresentadas uma comparação das necessidades energéticas e proteicas estimadas pelas equações propostas neste estudo com os valores estimados pela última atualização do NRC para bovinos de corte (NASEM 2016) e do BR-CORTE- 2016 (Valadares Filho *et al.* 2016).

Considerando um novilho com 346 kg de PCJ, 1,19 kg/d de GMD, 314 kg de PCVZ e GPCVZ de 1,13 kg/d (médias dos animais deste estudo), as exigências de ELm, ELg, PMm e PLg foram calculadas pelas equações propostas neste estudo e os mesmos valores estimados com as equações do BR-CORTE (2016) e do NASEM (2016) foram: 5,72, 5,60 e 6,18 Mcal/d para ELm; 4,49, 5,16 e 5,41 Mcal/d para ELg; 278,5, 288,8 e 304,8 g/d para PMm e 185,5, 191,6 e 159,8 g/d de PLg, respectivamente. Comparando os valores calculados pelas equações propostas neste estudo, a ELm e a ELg estimados pelo NASEM (2016) foram 0,46 e 0,92 Mcal/dia maiores, a PMm foi 26,3 g/d superior e a PLg foi 25,7 g/d inferior aos valores calculados pelas equações desenvolvidas no presente estudo. Em relação aos valores estimados pelo BR-CORTE (2016), a ELm foi 0,12 Mcal/d menor e os valores de ELg, PMm e PLg foram

aproximadamente 0,67 Mcal/d, 10,3 e 6,1 g/d maiores aos calculados pelas equações aqui propostas.

Em relação a ELm, os valores obtidos pelas equações do NASEM foram maiores aos gerados pela equação deste estudo. Todos os valores descritos no BR-CORTE (2016) mostram que zebuínos apresentam menores requerimentos de ELm para manutenção em relação aos taurinos.

A ELg e PMm estimada pelas equações do NASEM (2016) apresentaram valores superiores às equações propostas por este estudo. As exigências líquidas de proteína para ganho foram menores quando calculadas pelo NASEM (2016). Isto possivelmente é decorrente de uma maior quantidade de energia no corpo de animais taurinos. Pois um maior teor de gordura implica em menor concentração corporal de proteína.

Na Tabela 3 encontra-se o resumo das equações e valores gerados e utilizados neste trabalho.

Conclusão

As ELm e EMm Nelore não castrados são de 76,6 e 117,2 Kcal/PCVZ^{0,75}.dia, respectivamente. As ELg e PLg podem ser obtidas pelas respectivas equações: ELg (Mcal/dia) = $0,0546 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{0,8122}$ e PLg (g/dia) = $238,2 \times GPCVZ - 18,53 \times ER$. As Km e Kg estimadas para machos Nelore não castrados foram de: 0,65 e 0,338, respectivamente. A Kpg estimadas para machos Nelore não castrados em terminação foi de 0,36.

Suporte Financeiro

Este trabalho teve apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Zootecnia (INCT - CA); a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e DSM.

Declaração de conflito de interesse

Os autores não têm interesse comercial ou financeiro que possa vir a ser interpretado como conflito de interesse.

Padrões éticos

O experimento foi conduzido seguindo a aprovação do Comitê de Ética para Uso de Animais de Produção para todos os procedimentos envolvendo os animais aqui descritos (protocolo CEUAP/ DZO/ UFV 037/2018).

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. (1980). *The nutrient requirements of ruminant livestock*. London: Commonwealth Agricultural Bureau: The Gresham Press.
- AOAC. (1990). *Association of Official Analytical Chemists*, 15th edn. Washington, D.C.
- AOAC. (2006). *Association of Official Analytical Chemists - 18th edn - Association of Official Analytical Chemists*, 18th edn. Gaithersburg, M.D.
- AOAC. (2012). *Association of Official Analytical Chemists - 19th edn - Association of Official Analytical Chemists*, 19th edn. Arlington, VA, USA.
- CAMPOS, C.F., COSTA, T.C., RODRIGUES, R.T.S., GUIMARÃES, S.E.F., MOURA, F.H., SILVA, W., CHIZZOTTI, M.L., PAULINO, P.V.R., BENEDETI, P.D.B., SILVA, F.F. & DUARTE, M.S. (2020). Proteomic analysis reveals changes in energy metabolism of skeletal muscle in beef cattle supplemented with vitamin A. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **100**, 3536–3543.
- CHIZZOTTI, M.L., MACHADO, F.S., VALENTE, E.E.L., PEREIRA, L.G.R., CAMPOS, M.M., TOMICH, T.R., COELHO, S.G. & RIBAS, M.N. (2015). Technical note: Validation of a system for monitoring individual feeding behavior and individual feed intake in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, **98**, 3438–3442.
- DETMANN, E. & VALADARES FILHO, S.C. (2010). On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, **62**, 980–984.
- HANKINS, O.G. & HOWE, P.E. (1946). Estimation of the Composition of Beef Carcasses and Cuts. *Technical Bulletin*, 21.
- LEAN, I.J., WESTWOOD, C.T., GOLDBERGER, H.M. & VERMUNT, J.J. (2013). Impact of nutrition on lameness and claw health in cattle. *Livestock Science*, **156**, 71–87.
- LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M. & VAN SOEST, P.J. (1996). Feedbunk management evaluation

- techniques. *Animal Feed Science Technology*, **57**, 347–358.
- MARCONDES, M., PAULINO, P. & VALADARES FILHO, S. DE C. (2010). Predição da composição química corporal e da carcaça de animais Nelore puros e cruzados. *Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados: BR-CORTE*, 193.
- MERTENS, D.R., ALLEN, M., CARMANY, J., CLEGG, J., DAVIDOWICZ, A., DROUCHES, M., FRANK, K., GAMBIN, D., GARKIE, M., GILDEMEISTER, B., JEFFRESS, D., JEON, C.S., JONES, D., KAPLAN, D., KIM, G.N., KOBATA, S., MAIN, D., MOUA, X., PAUL, B., ROBERTSON, J., TAYSOM, D., THIEX, N., WILLIAMS, J. & WOLF, M. (2002). Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. *Journal of AOAC International*, **85**, 1217–1240.
- NASEM. (2016). *Nutrient Requirements of Beef Cattle, 8th Revised Edition*, 8th edn. Washington, D.C.: National Academies Press.
- NRC. (2001). *National Research Council - Nutrient requirements of dairy cattle* (Ed 7th edn). Washington, DC, USA: Natl. Acad. Press.
- OVN. (2016). Optimun vitamin nutrition - vitamin supplementation guidelines for animal nutrition-DSM. , **12**, 14.
- VALADARES FILHO, S. DE C., COSTA E SILVA, L.F., GIONBELLI, M.P., ROTTA, P.P., MARCONDES, M.I., CHIZZOTTI, M.L. & PRADOS, L.F. (2016). *Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados - BR-CORTE*, 3ª Edição. Viçosa-MG: Editora Federal de Viçosa.
- VALENTE, T.N.P., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S. DE C., CUNHA, M. DA, QUEIROZ, A.C. DE & SAMPAIO, C.B. (2011). In situ estimation of indigestible compounds contents in cattle feed and feces using bags made from different textiles. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **40**, 666–675.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Ingredientes	MS ¹	MO ²	PB ³	EE ⁴	FDNcp ⁵	CNF ⁶	FDNi ⁷
Silagem de milho	302,26	942,21	61,23	21,33	480,06	379,60	150,04
Milho fubá	881,95	987,42	84,12	35,30	114,64	753,35	21,26
Farelo de soja	882,56	931,84	502,19	6,56	136,79	286,30	16,02
Ureia + SA ⁸	994,07	994,10	2657,96	0,00	0,000	0,00	0,00
Premix OVN [®]	986,24	107,06	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
Virginiamicina ⁹	996,18	21,90	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00

¹Matéria seca; ²Matéria orgânica; ³Proteína bruta; ⁴Extrato etéreo; ⁵Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína bruta; ⁶Carboidratos não fibrosos; ⁷Fibra em detergente neutro indigestível; ⁸Proporção ureia/sulfato de amônio (SA) de 9:1; ⁹Virginiamicina V-max 2[®] (2%).

Tabela 2 - Proporções dos ingredientes no concentrado e na dieta, composição química dos concentrados e das dietas e quantidade de vitaminas suplementar (OVN[®]) com base da matéria seca

Itens	Concentrado				Dietas			
	CTRL	Vit B	Vit ADE	Vit ADE + Vit B	CTRL	Vit B	Vit ADE	Vit ADE+ Vit B
Proporção dos alimentos (g/kg de MS)								
Silagem de milho	-	-	-	-	300,4	300,4	300,4	300,4
Milho fubá	906,1	906,1	906,1	906,1	634,0	634,0	634,0	634,0
Farelo de soja	55,0	55,0	55,0	55,0	38,5	38,5	38,5	38,5
Ureia + SA ²	14,2	14,2	14,2	14,2	9,9	9,9	9,9	9,9
Premix OVN ^{®3}	22,9	22,9	22,9	22,9	16,0	16,0	16,0	16,0
Virginiamicina ⁴	1,8	1,8	1,8	1,8	1,2	1,2	1,2	1,2
Composição Química (g/kg de MS)								
MS ¹	885,9	885,9	885,9	885,9	560,2	560,2	560,2	560,2
MM ¹	37,3	37,3	37,3	37,3	43,4	43,4	43,4	43,4
MO ¹	962,7	962,7	962,7	962,7	956,6	956,6	956,6	956,6
PB ¹	142,6	142,6	142,6	142,6	118,2	118,2	118,2	118,2
EE ¹	32,5	32,5	32,5	32,5	29,1	29,1	29,1	29,1
FDNcp ¹	113,4	113,4	113,4	113,4	223,4	223,4	223,4	223,4
CNF ¹	686,7	686,7	686,7	686,7	594,6	594,6	594,6	594,6
Quantidades de vitaminas suplementar (Premix OVN [®])								
Vit A (UI/kg MS)	0,00	0,00	9.523,86	9.523,86	0,0	0,0	6.666,7	6.666,7
Vit D (UI/kg MS)	0,00	0,00	7.301,57	7.301,57	0,0	0,0	5.111,1	5.111,1
Vit E (UI/kg MS)	0,00	0,00	100,00	100,00	0,0	0,0	70,0	70,0
B1 (mg/kg MS)	0,00	41,29	0,00	41,29	0,0	28,9	0,0	28,9
B3 (mg/kg MS)	0,00	158,71	0,00	158,71	0,0	111,1	0,0	111,1
B7 (mg/kg MS)	0,00	4,71	0,00	4,71	0,0	3,3	0,0	3,3

¹MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína bruta; CNF = carboidratos não fibrosos; N = nitrogênio.

²Proporção ureia/sulfato de amônio (SA) de 9:1.

³Níveis de garantia por Kg do produto: Cálcio (mín) - 160,00 g/Kg; Cálcio (máx) - 185,00 g/Kg; Fósforo (mín) - 20,80 g/Kg; Enxofre (mín) - 31,25 g/Kg; Magnésio (mín) - 20,80 g/Kg; Potássio (mín) - 31,25 g/Kg; Sódio (mín) - 68,75 g/Kg; Cobalto (mín) - 10,40 mg/Kg; Cobre (mín) - 679,00 mg/Kg; Cromo (mín) - 8,35 mg/Kg; Iodo (mín) - 34,50 mg/Kg; Manganês (mín) - 1.333,00 mg/Kg; Selênio (mín) - 8,35 mg/kg; Zinco (mín) - 2.500,00 mg/Kg; Vitamina A (mín) - 500.000,00 UI/Kg; Vitamina D3 (mín) - 383.500,00 UI/Kg (13% D3 e 87% Hy-D[®]); Vitamina E (mín) - 5.250,00 UI/Kg; Vitamina B1 (mín) - 2.165,00 UI/Kg; Biotina (mín) - 250,00 mg/Kg; Niacina (mín) - 8.300,00 UI/Kg; Monensina sódica - 1.733,00 mg/Kg; Flúor (máx) - 208,00 mg/Kg.

⁴Virginiamicina V-max 2 (2%).

Tabela 3 - Resumo dos modelos de estimativas das exigências nutricionais de energia e proteína para bovinos macho Nelore não castrados

Item ¹	Equação	Unid.
PCVZ	$0,7479 \times PCJ^{1,0334}$	kg
GPCVZ	$0,9574 \times GMD^{0,9467}$	kg/dia
ER	$ER_{PCVZF} - ER_{PCVZi}$	Mcal
CEM	$0,9455 \times CED - 0,303$	Mcal/dia
CED	$(EE_d \times 9,4) + (FDN_d \times 4,2) + (CNF_d \times 4,2) + (PB_d \times 5,6)$	Mcal/dia
Produção de Calor	$0,0766 \times e^{(3,5979 \times CEM)}$	Mcal/PCVZ ^{0,75} .dia
EL _m	76,6	Kcal/PCVZ ^{0,75} /d
EM _m	117,2	Kcal/PCVZ ^{0,75} /d
K _m	0,65	-
EL _g	$0,0546 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{0,8122}$	Mcal/dia
K _g	0,338	-
CPM	$PBmic^{(dig)} + PNDR$	g/dia
PM _m	3,73	g/PCVZ ^{0,75}
PL _g	$238,2 \times GPCVZ - 18,53 \times ER$	g/dia
K _{pg}	0,36	-

¹PCVZ = peso de corpo vazio; GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio; ER = energia retida; CEM = consumo de energia metabolizável; CED = consumo de energia digestível; EL_m = energia líquida de manutenção; EM_m = energia metabolizável para manutenção; K_m = eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção; EL_g = energia líquida para ganho; K_g = eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso; CPM = consumo de proteína metabolizável; PM_m = proteína metabolizável de manutenção; PL_g = proteína líquida para ganho; K_{pg} = eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho; K_{pm} = eficiência de utilização da proteína metabolizável para manutenção; PCJ = peso corporal em jejum; GMD = ganho médio diário; PCVZF = peso de corpo vazio final; CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais; GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio; PBmic = proteína bruta microbiana; PNDR = proteína não degradada no rúmen

Lista de figuras

Fig. 1 - Efeito da suplementação vitamínica na produção de calor em função do consumo de energia metabolizável (CEM) de bovinos machos Nelore não castrados em confinamento.

Fig. 2 - Efeito da suplementação vitamínica na energia retida (ER) em função do consumo de energia metabolizável (CEM) para ganho de bovinos machos Nelore não castrados em confinamento.

Fig. 3 - Efeito da suplementação vitamínica no consumo de proteína metabolizável (CPM) em função do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) de bovinos machos Nelore não castrados em confinamento.

Fig. 4 - Efeito da suplementação vitamínica na proteína bruta retida (PBR) em função do consumo de proteína metabolizável (CPM) de bovinos machos Nelore não castrados em confinamento.

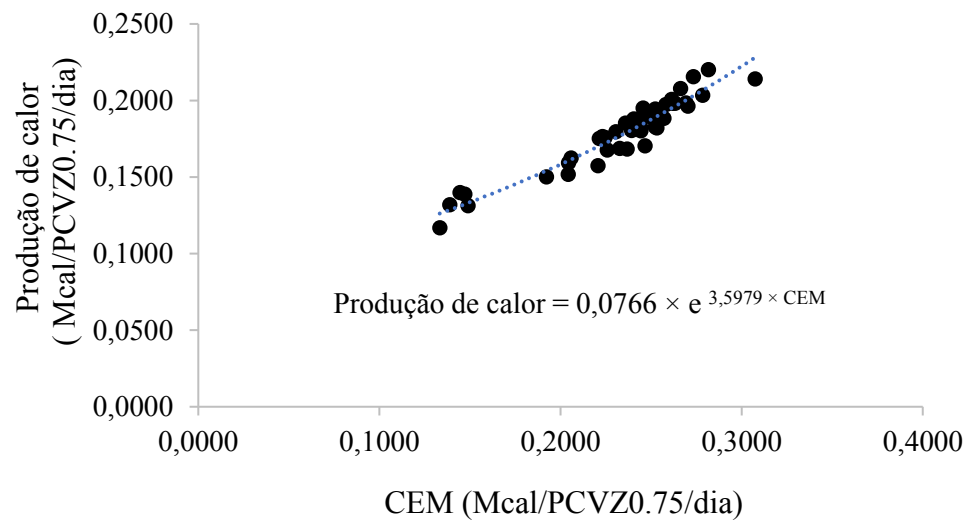


Fig. 1 – Andrade *et al.*

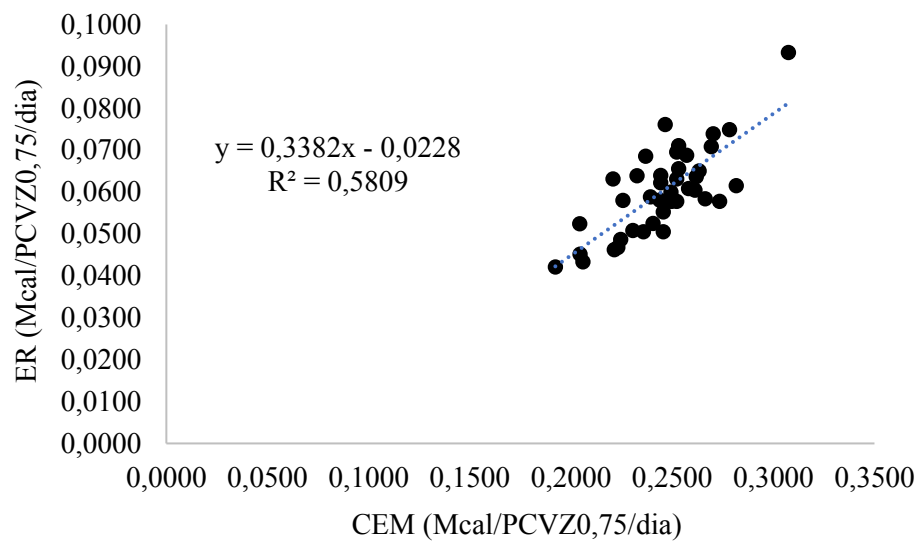


Fig. 2 – Andrade *et al.*

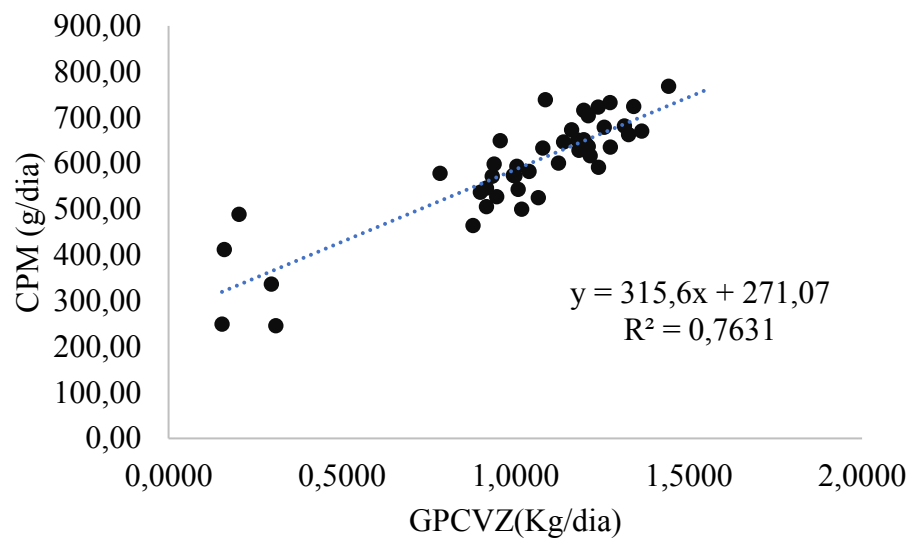


Fig. 3 – Andrade *et al.*

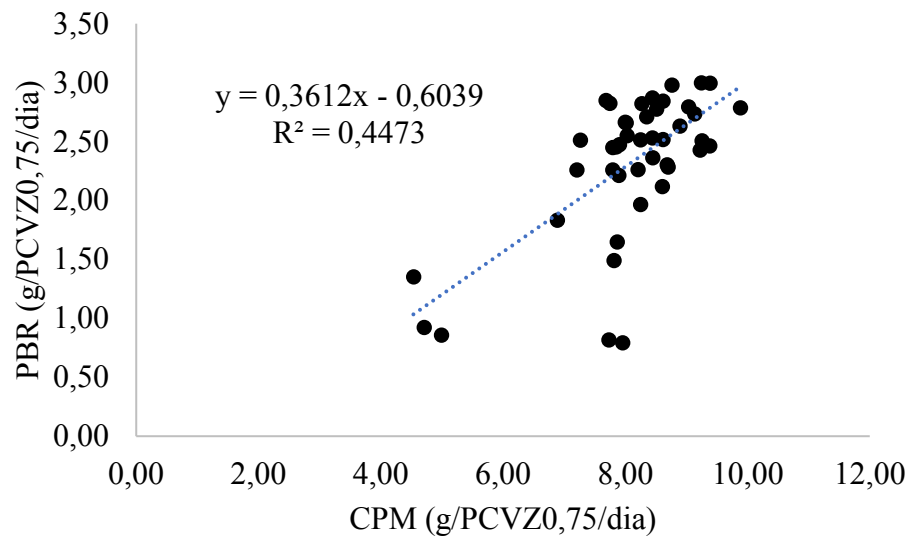


Fig. 4 – Andrade *et al.*