

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**DESEMPENHO DE NOVILHOS EM PASTEJO RECEBENDO 25-
OH VITAMINA D3 NA RECRIA E TERMINAÇÃO**

Fernanda Simões Mudado

CAMPO GRANDE, MS
2022

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**DESEMPENHO DE NOVILHOS EM PASTEJO RECEBENDO 25-
OH VITAMINA D3 NA RECRIA E TERMINAÇÃO**

**PERFORMANCE OF GRAZING NELLORE YOUNG BULLS
SUPPLEMENTED WITH 25-OH VITAMIN D3 IN GROWING AND
FINISHING PHASES**

Fernanda Simões Mudado

Orientadora: Profa. Dra. Aline Gomes da Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Henrique Jorge Fernandes

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal.

**CAMPO GRANDE, MS
2022**



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Certificado de aprovação

FERNANDA SIMÕES MUDADO

DESEMPENHO DE NOVILHOS EM PASTEJO RECEBENDO 25-OH VITAMINA D3 NA RECRIA E TERMINAÇÃO

PERFORMANCE OF GRAZING NELLORE YOUNG BULLS SUPPLEMENTED WITH 25-OH VITAMIN D3 IN GROWING AND FINISHING PHASES

Dissertação apresenta à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Mestra em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

Aprovado em: 30-08-2022

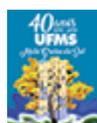
BANCA EXAMINADORA:

Dra. Aline Gomes da Silva
(UFMS) – (Presidente)

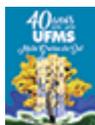
Dr. Alexandre Perdigão
(DSM-Tortuga)

Dr. Henrique Jorge Fernandes
(UEMS)

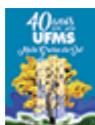
Dr. Victor Valério de Carvalho
(DSM-Tortuga)



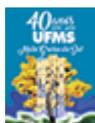
Documento assinado eletronicamente por **ALEXANDRE PERDIGAO, Usuário Externo**, em 27/09/2022, às 16:26, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Aline Gomes da Silva, Professora do Magistério Superior**, em 27/09/2022, às 17:07, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Henrique Jorge Fernandes, Usuário Externo**, em 29/09/2022, às 18:51, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Victor Valério de Carvalho, Usuário Externo**, em 25/10/2022, às 14:13, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3582066** e o código CRC **0B26FD86**.

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Referência: Processo nº 23104.001236/2021-33

SEI nº 3582066

*Dedico este trabalho aos meus pais,
que sempre me apoiaram em minha trajetória.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me permitido viver esta oportunidade. Agradeço ao meu pai por todo apoio e conselhos durante a trajetória, agradeço à minha mãe pelos conselhos. Ao Lucas, meu noivo, por todo suporte, amor e companheirismo, além de sempre estar presente e ajudar quando eu precisei. À toda minha família e amigos, vocês, que são essenciais em minha vida, muito obrigada!

Agradeço à minha amiga e companheira de mestrado, Melissa, sem você seria mais difícil, você deixou as coisas mais leves e agradeço por seu companheirismo. Agradeço também ao pessoal que nos ajudou na fazenda: Isabelle, Yohana, Thomás, Diego, Maria, Josivaldo e Regis. A todos os funcionários da fazenda. Agradeço também ao Perdigão e ao Victor, que além de fazerem parte da banca de defesa, foram nossos mentores durante os experimentos, obrigada pelos ensinamentos!

Agradeço também à minha orientadora, professora Aline, por todo aprendizado, direcionamento, paciência e conselhos, sou muito grata em ter sido sua primeira orientada. Ao professor Henrique, meu coorientador, agradeço por todo aprendizado e direcionamento.

Aos meus amigos de Campo Grande: Thiago, Murilo, Juliana, Larissa, Andrei, Gabriela, Thalles, Fabiano e Adriano, que foram minha família durante esse período, sem vocês não seria a mesma coisa.

Ao Programa de Pós-graduação Ciência Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, à UFMS, e à Capes, pela oportunidade, estrutura e financiamento. Aos técnicos dos laboratórios da UFMS por todo suporte durante as análises, em especial ao Rafael, Ingrid e Herbert.

Agradeço também à DSM|Tortuga, por confiarem a mim este projeto, por todo auxílio durante a execução e pelo financiamento do projeto.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para este projeto, muito obrigada!

RESUMO

MUDADO, F. S. **Desempenho de novilhos em pastejo recebendo 25-OH vitamina D3 na recria e terminação.** 2022. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS.

O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, tendo a maior parte de sua produção de forma extensiva. Uma das ferramentas mais utilizadas para intensificação do sistema de produção é a suplementação, no entanto, tipos diferentes de suplementação podem ser indicados para cada categoria animal, composição do pasto e objetivo. É possível ainda combinar o uso de aditivos nos suplementos para melhor resposta animal, tornando a estratégia mais viável economicamente. Entre os aditivos disponíveis, a monensina é o aditivo mais utilizado e tem o objetivo de melhorar o desempenho animal e melhorar a eficiência alimentar. Porém, as barreiras e exigências do mercado com relação ao uso de antibióticos fazem necessário o estudo de alternativas aos aditivos antibióticos. Dessa forma, o objetivo com este trabalho é avaliar o uso da 25-OH Vit D3 como uma alternativa ao uso da monensina para novilhos Nelore em crescimento e terminação em pastejo sobre o desempenho, medidas corporais e características de carcaça. No Experimento 1 foram utilizados 150 animais com peso corporal médio (PC) de 300 ± 23 kg. Os tratamentos consistiram de suplemento proteico (Fosbovi® Proteico 30, DSM, Brasil), com ou sem Monensina Sódica (320 mg/kg) ou suplemento proteico-energético (Fosbovi® proteico-energico 25, DSM, Brasil); todos os suplementos foram avaliados com ou sem adição de 25-OH Vit D3 (Hy-D®, DSM, Brasil). No Experimento 2, foram utilizados 240 animais com peso corporal médio (PC) de 390 ± 16 kg. Os tratamentos consistiram no mesmo suplemento proteico-energético utilizado no Experimento 1. Os animais que receberam diferentes tratamentos no Experimento 1 apresentaram GMD e PC final semelhantes ($P > 0,05$). A adição de monensina no suplemento proteico reduziu o crescimento das medidas biométricas ($P < 0,05$), exceto para o crescimento da altura de cernelha ($P > 0,05$). Os animais que receberam 25-OH Vit D3 no suplemento

proteico-energético tiveram maior crescimento da largura das costelas ($P < 0,05$). No Experimento 2, os animais que receberam 25-OH Vit D3 pesaram 8,0 kg a mais ($P < 0,05$) e tiveram peso de carcaça 8,0 kg maior ($P < 0,05$). As diferenças de respostas encontradas entre os Experimentos 1 e 2 são devido a possíveis interações entre a curva de crescimento do animal e dos efeitos anabólicos da 25-OH Vit D3. Conclui-se que a suplementação com 25-OH Vit D3 é uma tecnologia promissora para bovinos de corte em terminação a pasto, melhorando o ganho e rendimento de carcaça.

Palavras-chave: aditivo, monensina, suplementação proteica, suplementação proteico-energética

ABSTRACT

MUDADO, F. S. **Performance of grazing Nelore young bulls supplemented with 25-OH vitamin D3 in growing and finishing phases.** 2022. Thesis (Master's Degree) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS.

Brazil has the largest commercial herd in the world, with most of beef production on pastures. One of the most used technologies used for intensification of production systems is supplementation, however, different types of supplements can be used depending on animal category, pasture composition and objective. It is also possible to combine the use of supplements with additives for better responses, making the strategy more economically efficient. Among the available additives for ruminant production, monensin is the most used additive and aims to improve animal performance and feed efficiency. However, trade barriers and market requirements regarding the use of antibiotics make necessary the study of alternatives to antibiotic additives. In this way, the objective with the present study was to evaluate the effect of 25-OH Vit D3 for growing and finishing grazing Nelore young bulls on performance, body measures and carcass characteristics. In Experiment 1, one hundred and fifty animals with an average body weight (BW) of 300 ± 23 kg were used. Treatments consisted of a protein supplement (Fosbovi® Proteico 30, DSM, Brazil), with or without Sodium Monensin (320 mg/kg) or a protein-energetic supplement (Fosbovi® proteico-energico 25, DSM, Brazil); all supplements were evaluated with or without the addition of 25-OH Vit D3 (Hy-D®, DSM, Brazil), in a dose adjusted to daily intake of 1 mg/animal. In Experiment 2, two hundred and forty animals with an average body weight (BW) of 390 ± 16 kg were used. Treatments consisted of the same protein-energetic supplement used in Experiment 1. Animals receiving different treatments in Experiment 1 had similar AGD and final BW ($P>0.05$). The addition of monensin in the protein supplement reduced growth of body measures ($P<0.05$), except for the growth of height at withers ($P>0.05$). Animals that

received 25-OH Vit D3 in the protein-energetic supplement had greater growth of the rib width ($P < 0.05$). In Experiment 2, animals that received 25-OH Vit D3 weighed 8.0 kg more ($P < 0.05$) and had 8.0 kg higher HCW ($P < 0.05$). Differences found in the responses of experiments 1 and 2, are possible due interactions of the animal's growth curve and 25-OH Vit D3 anabolic effects. For finishing beef cattle on grazing, supplementation with 25-OH Vit D3 presents a promising technology for beef producers, improving carcass gain and yield.

Keywords: additive, monensin, protein-energetic supplementation, protein supplementation

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA: SUPLEMENTAÇÃO E USO DE ADITIVOS NUTRICIONAIS PARA RECRIA E TERMINAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE EM PASTEJO	5
Introdução	5
Suplementação proteica e proteico-energética na recria	6
Terminação de bovinos em pastejo	8
Uso de aditivos na produção animal	10
Uso de 25-OH Vitamina D3	14
Conclusão	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO DE NOVILHOS EM PASTEJO RECEBENDO 25-OH VITAMINA D3 NA RECRIA E TERMINAÇÃO	26
INTRODUCTION	28
MATERIALS AND METHODS	28
RESULTS	33
DISCUSSION	36
IMPLICATIONS	41
LITERATURE CITED	42
Tables	45

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui o segundo maior rebanho bovino e o maior rebanho comercial no mundo, com cerca de 213,5 milhões de cabeças (IBGE, 2018). No Brasil, o segmento da bovinocultura de corte conta com um rebanho criado principalmente de forma extensiva, sendo o pasto a principal e mais econômica fonte de nutrientes para os bovinos. Contudo, na maioria das situações, a forragem não contém todos os nutrientes essenciais e na proporção adequada, de forma a atender integralmente as exigências de animais em pastejo (Paulino et al., 2005). Outro desafio é quanto a disponibilidade de pasto, pois este apresenta sazonalidade por conta de fatores climáticos, com produção da forragem concentrada no período chuvoso do ano e prejudicada na seca.

A sazonalidade da produção forrageira demanda atenção de produtores e pesquisadores, uma vez que resulta em variações significativas nas características quantitativas e qualitativas do dossel forrageiro. Como consequência, ocorrem mudanças na composição química e estrutural, que refletem diretamente no desempenho dos animais, sendo necessário, portanto, o estudo de estratégias de manejo de forragem e estratégias nutricionais, que minimizem esses efeitos.

O consumo exclusivo de forragem não atende as exigências para maximizar a produção animal, e dessa forma, a utilização de suplementos concentrados proteicos e proteico-energéticos podem otimizar o desempenho de animais em pastagens e acelerar o sistema de produção de carne, em função do abate de animais mais jovens e pesados, que atendam às exigências do mercado moderno (Santos et al., 2007).

As vitaminas estão entre os principais nutrientes afetados com a queda de qualidade das pastagens durante o período de seca e, por isso, devem ser fornecidas aos animais por meio da suplementação para corrigir deficiências nutricionais características deste período (Baruselli et

al., 2004). As vitaminas são requeridas pelo metabolismo de bovinos de corte para manutenção do funcionamento normal das funções corporais e processos metabólicos vitais. Além disso, quantidades adequadas são necessárias para permitir uma eficiente utilização de outros nutrientes (Acedo et al., 2018).

Pode-se considerar que a vitamina D é uma das vitaminas mais importantes para regulação metabólica nos bovinos. A vitamina D é um importante pró-hormônio que desempenha um papel vital na manutenção de ossos saudáveis e dos níveis séricos de cálcio.

Alguns estudos vêm sendo conduzidos para entender a interação e importância da suplementação de vitamina D no organismo de bovinos de corte associado ao metabólito da vitamina D3, 25-hidroxicolecalciferol (25-OH Vit D3), possibilitando explorar melhor os seus efeitos em bovinos de corte em termos de fisiologia, desempenho, qualidade de carne, parâmetros sanguíneos e expressão gênica (Póltorak et al., 2017; Cho et al., 2006; Carnagey et al., 2008).

Em face do acima exposto, os objetivos com o presente trabalho foram: Capítulo 1 - revisar os efeitos da suplementação proteica e proteico-energética nas fases de recria e terminação a pasto e descrever os efeitos no metabolismo e desempenho da suplementação com vitamina D para animais de produção; e, Capítulo 2 - avaliar o efeito da suplementação com 25-OH Vitamina D3 na recria e terminação novilhos Nelore em pastejo sobre o desempenho, medidas biométricas e características de carcaça.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEDO, T. S.; GOUVEA, V. N.; VASCONCELLOS, G. S. F. M. Suplementação vitamínica para bovinos de corte: bases científicas e benefícios produtivos. In: XI Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte, 2018.
- BARUSELLI, P.S.; et al. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Animal Reproduction Science*, v. 82–83, p. 479–486, 2004.
- CARNAGEY, K. M.; et al. Use of 25-hydroxyvitamin D3 and dietary calcium to improve tenderness of beef from the round of beef cows. *Journal of Animal Science*, Albany, v. 86. p. 1637-1648, 2008.
- CHO, Y.M.; et al. Effects of 25-hydroxyvitamin D3 and manipulated dietary cation-anion difference on the tenderness of beef from cull native Korean cows. *Journal of Animal Science*, Albany, v. 84, p. 1481-1488, 2006.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da pecuária Municipal. 2018
- PAULINO, M. F.; et al.; 2005. Fontes de energia em suplementos múltiplos de auto-regulação de consumo na recria de novilhos mestiços em pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período das águas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, p. 957-962.
- PÓLTORAK, A.; Moczowska, M.; Wyrwicz, J.; Wiwrbicka, A. Beef Tenderness Improvement by Dietary Vitamin D3 Supplementation in the Last Stage of Fattening of Cattle. *Journal of Veterinary Research*. v. 61, n. 1, p. 59–67, 2017.

SANTOS, F.A.P., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (ed.). Simpósio sobre Bovinocultura de Corte:
Requisitos de qualidade na bovinocultura de corte. 6, Piracicaba, 2007. Anais...
Piracicaba: FEALQ, Piracicaba, 2007 p. 183-219.

CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA: SUPLEMENTAÇÃO E USO DE ADITIVOS NUTRICIONAIS PARA RECRIA E TERMINAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE EM PASTEJO

Resumo: O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, tendo a maior parte de sua produção de forma extensiva. Com o aumento populacional e a forte exigência de mercado com relação a sustentabilidade, é necessário aumentar a produção sem aumentar as áreas de pastagem. Uma das ferramentas utilizadas com esse objetivo é a suplementação, que possibilita fornecer adequado suprimento nutricional, elevando os ganhos em desempenho. Existem tipos diferentes de suplementação indicados para cada categoria animal, composição do pasto e objetivo. A terminação a pasto associado ao uso de suplementação proteico-energética é uma das estratégias utilizadas para produzir um maior número de animais em uma área de pastagem reduzida, tendo como benefícios redução da idade ao abate, maior rendimento de carcaça e aumento na taxa de desfrute. Além da suplementação, é possível combinar o uso de aditivos nos suplementos para melhor resposta animal, tornando a estratégia mais viável economicamente. Entre os aditivos disponíveis, a monensina é o aditivo mais estudado e o mais utilizado na pecuária brasileira, com objetivo de melhorar o desempenho animal e melhorar a eficiência alimentar. Porém, as barreiras e exigências do mercado com relação ao uso de antibióticos, fazem necessário o estudo de alternativas aos aditivos antibióticos. Estudos vem sendo conduzidos com o metabólito da vitamina D3, 25-OH Vit D3, como uma alternativa ao uso da monensina. A suplementação com 25-OH Vit D3 influencia o crescimento muscular, atua no estímulo das células satélites e na expressão de genes anabólicos, podendo refletir em melhor desempenho animal.

Palavras-chave: desempenho, monensina, proteico, proteico-energético, vitamina D3.

Introdução

Durante o período de chuvas, as plantas forrageiras apresentam grande produção de massa de forragem com alto valor nutricional, entretanto, no período seco ocorre redução na produção e diminuição da qualidade da forrageira (Campos et al., 2017). Para isto, a forrageira deve ser considerada como um recurso nutricional basal de elevada complexidade, já que sua capacidade de fornecimento de nutrientes para produção animal varia qualitativa e quantitativamente no decorrer do ano (Gurgel et al., 2017). Para suprir a demanda nutricional dos animais é preciso suplementar, alimentar e corrigir as deficiências de nutrientes da forragem, garantindo assim a lucratividade para o produtor.

De acordo com Adrighetto et al. (2006), o pleno desenvolvimento do organismo de um animal depende da associação dos nutrientes que compõem os alimentos, uma vez que, o valor nutritivo de um alimento pode ser modificado conforme a composição da ração. A utilização da ferramenta de suplementação é uma estratégia fundamental no sistema de produção de bovinos de corte a pasto, no entanto, para otimização dos resultados, é importante analisar cada sistema de produção para adequar a suplementação ideal.

Devem ser levadas em consideração as características do alimento basal utilizado, tais como valor nutritivo, estrutura e massa de forragem, estrutura física para fornecimento da suplementação, manejo na propriedade, fase da curva de crescimento do animal e desempenho esperado, entre outros. E, a partir destas informações, indicar o suplemento que contemple este conjunto de características, objetivando atendimento das exigências dos animais em função das metas produtivas desejadas (Detmann et al., 2010).

Suplementação proteica e proteico-energética na recria

Para diminuir o ciclo de produção, é necessário buscar alternativas de suplementação alimentar que complementem a dieta dos animais, como por exemplo, os suplementos proteico, energético e mineral (Garcia et al., 2017) ou a combinação destes.

Na suplementação da dieta de animais em pastejo, de acordo com Reis et al. (2010) é importante a adoção de um plano nutricional ascendente, que permita o atendimento das exigências de manutenção e ganho de acordo com peso do animal, sendo que a utilização de altas quantidades de concentrado na época seca implicam na necessidade de proporcionar ao animal condições nutricionais na época das águas, fase seguinte, que permitam ganhos de peso semelhantes ou superiores, a fim de não comprometer os resultados obtidos durante a seca.

Segundo Siqueira et al. (2008) assim como ocorrem oscilações na oferta e qualidade do pasto durante o ano, a demanda de nutrientes dos animais também varia, e muitas vezes essa relação é conflitante, ou seja, aumento da demanda do animal com diminuição da oferta de pasto. Desta forma, é necessário aliar a quantidade e a qualidade da forragem com a demanda animal, com o uso correto de suplementação.

As respostas a suplementação são maiores na época seca do ano (Poppi & McLennan, 2007), sendo devidas, principalmente, a incrementos de 45 a 65% na taxa de degradação da fibra em detergente neutro potencialmente degradável (FDNpd) da forragem de baixa qualidade, quando é utilizado a suplementação exclusiva com compostos nitrogenados (Paulino et al., 2006).

Em revisão feita por Santos et al. (2007), três estudos com suplementação na época das águas, com diferentes doses e fontes suplementares apontaram que suplementação na dose de 6 g/kg do PC tanto proteica, como energética, como proteico-energética (com forragem

disponível apresentando mais de 11% de PB) melhora o ganho de peso, taxa de lotação e produção de carne por área.

Neste mesmo estudo, foram avaliados quatro experimentos desenvolvidos com o objetivo de avaliar a suplementação na época das águas sobre o desempenho subsequente dos animais no confinamento (Santos et al., 2007). De forma geral, os autores concluíram que animais suplementados durante a fase de recria em pasto têm desempenho superior durante a terminação em confinamento, em comparação com animais não suplementados, dessa forma, as estratégias de suplementação utilizadas na recria interferem no desempenho durante a fase de terminação.

Diferentes estratégias de suplementação durante a recria de novilhas da raça Nelore foram avaliadas por Casagrande (2010), e foi verificado que o ganho adicional com uso de suplemento proteico-energético na recria se mantém durante a fase de terminação, seja no confinamento ou no pasto e, desta forma, reduziu o tempo necessário para engorda dos animais em relação ao uso de suplemento mineral. Conseqüentemente, animais que apresentaram maiores ganhos de peso tiveram maior peso corporal ao final da recria, reduzindo idade de abate ou resultando no abate de animais mais pesados.

A suplementação proteica para bovinos em pastejo tem sido usada para promover a adequada suplementação de proteína e elementos minerais, melhorar a qualidade da dieta, aumentar o consumo de nutrientes e melhorar o aproveitamento do pasto consumido pelo animal (Beleossoff, 2009). Ramalho (2006), em análise de viabilidade econômica, observou benefícios em sistemas com suplementação a pasto, que foram atribuídos à maior lotação na pastagem, ao aumento no ganho de peso dos animais na pastagem e no confinamento, e ao maior peso de abate, com melhor rendimento de carcaça.

Aspecto importante a ser observado na suplementação dos animais em recria é que a intensificação do sistema deve ser feita de maneira crescente, de forma que os ganhos almejados em certo período devem ser inferiores ou iguais àqueles esperados para a época subsequentes (Medeiros et al., 2010). Assim, a suplementação a pasto e a utilização de aditivos nesses suplementos apresentam grande potencial para aumentar a produtividade.

Terminação de bovinos em pastejo

As pastagens raramente estão em estado de equilíbrio na relação entre suprimento e demanda, mesmo na época das águas. Quando não existe a possibilidade de produção contínua, com desempenho superior ou igual à fase anterior, somente com o uso de pastagens, o uso de suplementos alimentares adicionais são necessários, para viabilizar o ajuste nutricional requisitado para a terminação de bovinos em pastejo.

São inúmeras as estratégias alimentares para conseguir terminar os animais precocemente, contornando o efeito da sazonalidade das pastagens com maiores lucros para o sistema de produção, desde a fase da recria até a terminação. Durante a fase de terminação, o fornecimento de concentrado proteico-energético para animais em pastejo é uma alternativa que pode resultar em maior peso de abate, com boa qualidade de carcaça e animais abatidos com menor idade, fatores que possibilitam o aumento da taxa de desfrute do rebanho e os resultados econômicos do sistema de produção (Paulino et al., 2010).

A tendência em otimizar os componentes do sistema presume aumentar a densidade de nutrientes nos sistemas de produção; assim, uma vez atingido o potencial máximo de produção em pastagens exclusivas, a suplementação com concentrados torna-se uma ferramenta importante para se aumentar a produção por animal, com impacto positivo na eficiência de utilização da terra (Paulino et al., 2010). Dessa forma, a intensificação do sistema de criação de bovinos é uma das formas de se preservar os ecossistemas naturais, pois não só permite a

redução da abertura de novas áreas para exploração pecuárias, como também aumenta a produtividade nas áreas já exploradas.

A suplementação para bovinos em pastejo constitui o ato de fornecer uma fonte de nutrientes adicionais para o sistema, contudo, podem ocorrer desvios entre os resultados observados e os esperados, por conta das possíveis interações entre forragens e suplementos. O fenômeno do efeito associativo assume que um alimento influencia positivamente a digestibilidade de outro quando fornecidos em combinação. Estas interações são devidas a mudanças no consumo e/ou na digestibilidade dos componentes fibrosos da forragem. Uma estratégia adequada de suplementação seria maximizar o uso de forragem por meio da otimização de sua digestão, incremento da taxa de passagem dos resíduos indigestíveis e aumento do consumo. Portanto, o cenário ideal de um programa de suplementação para animais em pastejo é satisfazer as exigências dos animais por meio de uma ação associativa entre a forragem basal e as fontes suplementares, potencializando os efeitos associativos positivos e minimizando as interações negativas (Paulino et al., 2010).

Índices de aumento de produtividade como o ganho médio diário, redução da idade ao abate, maior rendimento e qualidade de carcaça, liberação das pastagens categorias do rebanho e aumento na taxa de desfrute, são alguns dos maiores benefícios trazidos pela suplementação com uso de concentrado (Lima, 2014).

A meta de um programa de suplementação para bovinos em pastejo é maximizar o consumo e a utilização da forragem (Paulino et al., 2010; Paulino et al., 2012). O fornecimento de pequenas quantidades suplementos de natureza proteica-energética é indicado para a fase de recria e terminação, podendo ser fornecidos durante toda a vida do animal. Esses suplementos podem ser fornecidos entre 0,1 e 0,4% do peso vivo do animal dependendo do ciclo de produção em uso. Para um sistema mais intensivos de terminação pode-se utilizar uma

faixa até 1,0% do peso corporal do animal de suplemento proteico-energético (Paulino et al., 2012).

Para se obter eficiência com a estratégia, deve-se respeitar a fisiologia digestiva dos bovinos. Neste contexto, o equilíbrio do ecossistema ruminal deve sempre ser buscado, pois está associado à maior eficiência de crescimento microbiano e maior digestão dos componentes nutritivos dos alimentos, resultando em maior consumo voluntário e potencial produtivo dos ruminantes (Antunes e Rodriguez, 2006). Desse modo, mesmo aumentando a taxa de lotação é importante disponibilizar uma área de pastejo com quantidade suficiente para utilizar o pasto como volumoso da dieta, com intuito de regular a saúde ruminal.

Uso de aditivos na produção animal

Os aditivos são usados para melhorar a eficiência de utilização dos alimentos, estimular o crescimento ou beneficiar, de alguma forma, a saúde e o metabolismo dos animais. Desta forma, os aditivos são tecnologias que estão disponíveis e vem sendo cada vez mais utilizados para animais em pastejo.

A composição da dieta influencia o perfil de ácidos graxos voláteis oriundos da fermentação, aos quais se tem atribuído as diferenças na composição do ganho. Dietas com maiores quantidades de concentrado caracterizam-se por alta produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, provocando baixos valores de pH. Nesse caso, é importante o uso de aditivos adequados na dieta para que limite a queda do pH ruminal e garanta a eficiência de utilização dos nutrientes (Reis et al., 2011).

Um tipo de aditivo amplamente utilizado na produção animal são os ionóforos. São um tipo de antibiótico que, seletivamente deprimem ou inibem o crescimento de microorganismos do rúmen. Eles são produzidos por diversas linhagens de *Streptomyces* e foram inicialmente

utilizados como coccidiostáticos para aves, mas a partir da década de 1970 começaram a ser utilizados na dieta de ruminantes como promotores de crescimento (Embrapa, 2001).

A monensina é o ionóforo mais comumente utilizado como aditivo alimentar na produção de animais ruminantes, é um antibiótico produzido pela fermentação metabólica de microrganismos como *Streptomyces cinnamomensis* (Melo, 2017). Sua utilização é feita com o intuito de melhorar o ganho médio diário e a eficiência alimentar dos bovinos (Bertipaglia, 2008). Seu uso para animais em pastejo deve estar vinculado à preocupação de melhorar o processo digestivo ou minimizar as perdas de nutrientes (Bertipaglia, 2008).

A monensina aumenta a permeabilidade da membrana celular alterando o fluxo iônico, com entrada dos cátions Na^+ e H^+ e saída de K^+ , o que altera a concentração de íons H^+ e diminui o pH do citoplasma (Marino & Medeiros, 2015). Na tentativa de regular o pH e expulsar Na^+ , ATP é gasto, o que promove queda da reserva energética da célula, alterando a divisão celular e levando os microrganismos à morte (Russel & Strobel, 1989).

Contudo, o que faz da monensina e outros ionóforos benéficos para a fermentação ruminal é o efeito antibiótico seletivo. Os ionóforos agem principalmente sobre as bactérias Gram-positivas, favorecendo o desenvolvimento das Gram-negativas. As Gram-negativas possuem dupla membrana celular, dessa forma, a membrana interna não sofre efeitos da ação dos ionóforos (Russell & Wallace, 1997).

Os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) são resíduos da fermentação dos microrganismos e são a principal fonte de energia para ruminantes, variando entre 50 a 70% da energia digestível do alimento (Kozloski, 2002). Dos ácidos graxos de cadeia curta mais importantes no rúmen, o propionato é o de maior eficiência energética e é produzido por microrganismos que não são susceptíveis à monensina, enquanto o acetato e o butirato, de menor eficiência energética, são produzidos por microrganismos sensíveis à monensina

(Tedeschi et al., 2011). Portanto, a inclusão de monensina na dieta modifica a proporção de AGCC produzidos, melhorando a eficiência energética no rúmen.

Entre alguns dos efeitos da monensina, o aumento do desempenho animal é um dos principais, sobretudo devido às alterações na fermentação ruminal e algumas dessas respostas também podem ocorrer por mudanças metabólicas que não envolvem alterações na fermentação ruminal (Oliveira et al., 2005). Além da atuação no rúmen, a monensina pode atuar também no intestino grosso, favorecendo o desenvolvimento de algumas bactérias, de modo que o metabolismo da bactéria beneficiada pode afetar o desempenho do animal hospedeiro, proporcionando vantagens metabólicas ou nutricionais (Mouro et al., 2006).

Com a atuação seletiva da monensina, inibindo as bactérias gram-positivas, estimulando as bactérias gram-negativas fermentadoras de ácido láctico e produtoras de ácido succínico, espera-se maior efeito desses aditivos em dietas com maior participação de concentrado do que em dietas com uma proporção maior de volumoso (Thompson et al., 2016).

Em dietas que contém elevados níveis de carboidratos facilmente fermentáveis, a monensina tende a levar a diminuição da ingestão de alimentos, sem afetar o ganho de peso, melhorando assim a conversão alimentar. Quando os ruminantes são alimentados com dietas contendo elevadas quantidades de volumosos, a monensina pode diminuir a ingestão, e também melhora o ganho de peso e a conversão alimentar, contribuindo assim para um melhor desempenho dos animais das seguintes formas: melhora do metabolismo do nitrogênio no rúmen, aumento do metabolismo energético do rúmen, e em dietas com alto concentrado previne desordens metabólicas, como a acidose láctica crônica, a cetose e o timpanismo (Rangel et al., 2008).

Embora tenha sido bastante estudado o uso da monensina em dietas de confinamento desde os anos 1970, somente mais recentemente pesquisadores têm direcionado esforços em

estudos para identificar possíveis benefícios do aditivo na produção de bovinos de corte em sistema de pastejo. Vendramini et al. (2018) observaram que a suplementação de 200 mg/dia de monensina melhorou o desempenho e diminuiu a infestação de coccídeos nas fezes de bezerros de corte mantidos em pastagem de bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüggé) recebendo nível elevado (1 ou 2% do PC) de suplementação. Em contraste, Moriel et al. (2019) não observaram efeito da adição de monensina (200 mg/dia) sobre o desempenho de novilhas mantidas em pastagem de bahiagrass recebendo 2 kg/dia de melão + 0,5 kg/dia de caroço de algodão.

De acordo com um estudo conduzido por Bertipaglia (2008), na transição águas/secas a suplementação proteica apresentou comportamento aditivo no consumo de matéria seca, no entanto, quando monensina foi adicionada, isoladamente, provocou redução no consumo de forragem em 18%, no entanto, animais deste tratamento durante o período de transição águas/secas apresentaram ganhos 22% superiores, indicando que a inclusão deste aditivo no suplemento proteico melhora a eficiência de utilização da dieta (Bertipaglia, 2008).

Fernandes et al. (2012) avaliaram os efeitos da monensina (200 mg/kg) adicionada em suplemento proteico de baixo consumo (0,1% do PC/dia) em comparação ao controle (sem aditivos), e ao uso de uma mistura de óleos essenciais sobre o desempenho de animais em pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandú no período das águas. Os autores verificaram ganho adicional de 200 g/animal/dia com a utilização de monensina (aumento de 33,9%) em relação aos animais que não receberam aditivos. Os animais que receberam monensina apresentaram ainda ganhos 130 g/animal/dia superiores (aumento de 16,46%) em relação a mistura de óleos essenciais testada pelos autores.

Essa melhoria no ganho de peso provocada pela monensina pode ser verificada em uma análise de vários experimentos realizada por Goodrich et al. (1984), na qual constataram que

bovinos a pasto recebendo suplementação com monensina tiveram aumento de 0,082 kg no ganho de peso (em média 13,5% de aumento).

Uso de 25-OH Vitamina D3

A utilização de antibióticos e outros aditivos sintéticos como melhoradores de desempenho na alimentação animal foi banida pela União Europeia em 2006 pela EFSA (Autoridade Europeia da Segurança do Alimento), embasados no princípio da precaução, via regulação 1831/2003/EC. A ação teve início em 1999, com a proibição do uso de antibióticos como aditivos alimentares na Dinamarca, e em 2006 em toda União Europeia. A preocupação está associada ao eventual desenvolvimento de microrganismos resistentes pelo uso indiscriminado de antibióticos na dieta animal, o qual seria capaz de causar resistência cruzada a ação terapêutica dos antibióticos empregados na medicina humana (Santos, 2016). Nesse sentido, a entrada de produtos cárneos provenientes de sistemas de produção em que animais recebam estes tipos de aditivos, também têm sua entrada proibida.

A crescente visão negativa aos antibióticos ofertados em dietas aos animais, pode ser determinante na sua retirada da pecuária (Millen, 2008). Para consumidores leigos, aditivos são comumente confundidos com “hormônios”, causando rejeição negativa imediata (Névoa et al., 2013). Uma importante vertente de pesquisas, no entanto, tem empenhado estudos na avaliação de compostos secundários de plantas como aditivos na alimentação animal, bem como outros produtos considerados “naturais” (Santos, 2016).

Mediante tais restrições, torna-se cada vez mais necessária a descoberta de aditivos alternativos aos ionóforos, assim como a realização de estudos com os aditivos já existentes e associações entre eles, aumentando assim a consistência das informações. Uma alternativa que vem sendo estudada é o fornecimento de vitamina D em sua forma mais metabolizável, a 25-OH Vit D3.

As vitaminas D2 e D3 não são biologicamente ativas, necessitando ser convertidas a sua forma ativa por duas reações de hidroxilação. A vitamina D3 ingerida é absorvida no intestino, transportada pelos vasos linfáticos, circulando no sangue venoso junto à proteína ligada à vitamina D3 (Ellis et al., 2000). A primeira hidroxilação acontece na posição C25 sendo catalisada pela 25-hidroxilase após ser captada pelo fígado. O produto da reação, 25-hidroxicolecalciferol (25-OH Vit D3), é a forma predominante circulante no plasma em condições normais, sendo uma importante forma de armazenamento da vitamina (Horst & Littledike, 1982).

O metabólito 25-OH Vit D3 é uma forma relativamente inativa da vitamina D3 e deve ser hidroxilado pelo rim antes que a molécula se torne biologicamente ativa. A 25-hidroxicolecalciferol é hidroxilada unida à proteína transportadora (transcalciferina) na porção C1 por ação da enzima mitocondrial 1α -hidroxilase específica, o resultado é a formação de 1,25-OH₂ Vit D3, forma ativa da vitamina D (Robert et al., 2002). Dessa forma, o fornecimento dietético de 25-OH Vit D3 encurta a rota metabólica da vitamina D, com potenciais resultados e respostas mais rápidas.

Para fins de produção animal, a Unidade Internacional (UI) de vitamina D equivale a 0,025 μ g da forma D3. Para bovinos, o requerimento utilizado é de 275 UI (6,875 μ g de colecalciferol) por kg de matéria seca (NRC, 1996). A vitamina D obtida através da dieta é absorvida no intestino, em associação com lipídios e presença de sais biliares (Holick, 2006), e apenas aproximadamente 50% da vitamina D ingerida pelos ruminantes é absorvida (McDowell, 1989).

Os efeitos mais importantes da vitamina D envolvem o aumento absorção de Ca e P pelo trato gastrointestinal. A 1,25-OH₂ Vit D3 estimula a síntese de proteínas que controlam a absorção de ativa de Ca pelo intestino (DeLuca, 2004). Quando um animal é alimentado com uma dieta contendo menos Ca do que o necessário, a proporção de Ca dietético absorvida é

aumentada. Ao contrário, quando um animal consome mais Ca do que o necessário, a proporção de Ca absorvido é diminuído (Liesegang & Risteli, 2005). Dessa forma, o aumento da produção de 1,25-OH₂ Vit D₃ resulta na correção da hipocalcemia aumentando a absorção intestinal de Ca e a reabsorção renal de Ca.

A vitamina D provoca uma elevação de Ca e P no plasma, devido ao estímulo dos mecanismos de bombas específicas, no intestino, ossos e rins. Estas três fontes de Ca e P, assim, proporcionam uma espécie de reservatório que irão permitir que a vitamina D eleve os níveis de Ca e de P necessários no sangue para a mineralização dos ossos de forma normal e para outras funções atribuídas ao Ca (McDowell, 1992).

A manutenção no nível de P no sangue ocorre similarmente pelos fatores que promovem o nível de Ca (Mantin, 1993). O nível de P no sangue bovino oscila mais que o de Ca, em função da grande quantidade que se recicla via saliva e sua absorção no rúmen e intestino (González et al., 2000). O aumento da absorção de P no intestino, causado pela vitamina D, é considerado um processo secundário, ou seja, ocorre devido à maior absorção de Ca. No entanto, alguns trabalhos sugerem que a absorção de Ca e P são processos independentes e controlados pela vitamina D (McDowell, 1992).

Em animais ruminantes, uma alta concentração plasmática de P inibe a produção de 1,25-OH₂ Vit D₃. No entanto, baixas concentrações de P não estimulam a produção de 1,25-OH₂ Vit D₃ através deste mecanismo (Breves et al., 1985). A incapacidade de aumentar a produção de 1,25-OH₂ Vit D₃ parece ser uma das razões pelas quais os ruminantes não podem aumentar a taxa de absorção ativa de P quando consumindo dietas com baixo teor de P. O transporte de fósforo é realizado ativa e passivamente. O processo ativo é estimulado por 1,25-OH₂ Vit D₃ no intestino delgado (Wasserman & Taylor, 1973) e é eficaz tanto para dietas adequadas ou não em P para ruminantes (Wilkins et al., 2010).

No entanto, a produção de 1,25-OH₂ Vit D₃ nos bovinos é predominantemente influenciada pela produção de PTH, e a produção de PTH é exclusivamente influenciada pelo Ca, explicando por que o excesso de Ca é um problema em dietas deficientes em P. Embora o gado tenha a capacidade de absorver P, o mecanismo é efetivamente controlado pela concentração de Ca no plasma (McGrath et al., 2013).

Existem dois objetivos independentes de suplementar com 25-OH Vit D₃, a primeira é fornecer vitamina D dietética na insuficiência ou falta de exposição solar direta. A segunda é para fornecer 25-OH Vit D₃ em doses farmacológicas para obter benefícios à saúde ou à produção (McGrath et al., 2013). A relação entre a dose de 25-OH Vit D₃ e concentração de 25-OH Vit D₃ no plasma parece ser influenciado por fatores como peso, produtividade, sexo, estação, acesso à luz solar direta e dieta.

A suplementação com 25-OH Vit D₃ tende a aumentar a concentração do metabólito ativo 1,25-OH₂ Vit D₃. No entanto, alterações na fisiologia animal resultantes da administração de 25-OH Vit D₃ são improváveis de serem causados por um aumento na produção ou concentração plasmática de 1,25-OH₂ Vit D₃ (Rowling et al., 2007). Rowling et al. (2007) demonstraram que em camundongos brancos normais, concentrações plasmáticas elevadas de 25-OH Vit D₃ reduziram a concentração de 1,25-OH₂ Vit D₃ endógeno. Isso sugere que em camundongos normais, o 25-OH Vit D₃ substituiu o 1,25-OH₂ Vit D₃. As concentrações adequadas de Ca, que inibem a secreção de PTH, reduzem subsequentemente a produção de 1,25-OH₂ Vit D₃.

Quando administrado em concentrações elevadas, 25-OH Vit D₃ pode substituir a atividade de 1,25-OH₂ Vit D₃ sem a necessidade de PTH (Rowling et al., 2007). Assim, doses além do necessário de 25-OH Vit D₃ aumentam a absorção de Ca pelo trato gastrointestinal, independentemente da exigência do animal. Além disso, ativa a absorção de P do trato gastrointestinal, mesmo quando a concentração de Ca no plasma não permite a secreção de

PTH, permitindo assim uma melhor absorção de P quando o gado consome dietas com baixo teor de P (McGrath et al., 2013).

A suplementação com o metabolito da vitamina D3 também influencia o crescimento muscular, atuando no estímulo das células satélites e na expressão de genes anabólicos. As células satélites (CS) são células tronco musculares, mononucleares, precursoras das células musculares, localizadas entre o sarcolema e a lâmina basal, em estado quiescente e, quando ativadas, se proliferam, diferenciam e se fundem às células musculares doando seus núcleos às mesmas (Muir et al., 1965; Hawke & Garry, 2001). Estudo em frangos de corte, conduzido por Hutton et al. (2014), notaram maior densidade nuclear total das células satélites, e maior quantidade de células mitoticamente ativas, quando alimentados com 25-OH Vit D3, o efeito foi significativamente expresso no músculo peitoral.

Os avanços da biologia molecular permitiram observar que todo processo de crescimento está fundamentado na expressão de genes e que a expressão dos mesmos pode estar na dependência do estágio de desenvolvimento animal, das condições fisiológicas e ambientais que incluem nutrição, manejo, sanidade, entre outros (De Antonio, 2010).

De acordo com estudo em bovinos confinados suplementados com 25-OH Vit D3, realizado por Martins (2020), não foi confirmada a diferença na expressão de genes. Porém, houve uma tendência à maior expressão dos genes anabólicos mTOR, IGF1 e IGF2 nos animais suplementados quando comparados aos animais do grupo sem suplementação com 25-OH Vit D3. Não houve diferença estatística na expressão de genes relacionados ao catabolismo muscular, como Atrogin-1, FOXO1 e Murf1. A expressão do fator de crescimento da miostatina (MSTN) também evidenciou tendência à maior expressão no grupo de animais suplementados.

Além dos efeitos no metabolismo ósseo e muscular, pesquisas com bovinos em terminação têm mostrado que a maciez da carne pode ser aumentada pela suplementação dietética de vitamina D3, pela mobilização de cálcio para o músculo (Montgomery et al., 1999). Sendo assim, ocorre o aumento da absorção de cálcio intestinal, o que resulta em maior quantidade de cálcio ligado às proteínas presentes no intestino. O cálcio livre é absorvido para corrente circulatória e é utilizado em diferentes tecidos, enquanto o cálcio remanescente é depositado no músculo (Stan et al., 2003).

Conclusão

A utilização de suplementação, como estratégia de manejo, na recria e terminação intensifica o sistema de produção, gerando resultados econômicos ao pecuarista. A monensina vem sendo utilizada como aditivo para a intensificação do sistema. Mas, por pressão do mercado externo, a busca por alternativas a monensina, ou associações a ela, vem sendo cada vez mais necessárias. Uma dessas alternativas é o metabólito da vitamina D3 25-OH Vit D3, que se mostra um aditivo promissor por elevar o ganho de peso, o ganho, e o rendimento de carcaça, em diferentes espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição animal**. São Paulo: Paym Gráfica e editora LTDA, 2006.
- ANTUNES, R. C.; e RODRIGUEZ, N. M. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. 2006p.229-248. **In: Nutrição de ruminantes**, 1 ed. BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. ed. Funep, Jaboticabal.
- BELEOSOFF, B.S. Efeito da estrutura do pasto e de diferentes suplementos sobre o consumo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu diferida por bezerras nelore. 2009. 80p. **Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília.**
- BERTIPAGLIA, L.M.A. Suplementação protéica associada a monensina sódica e *Saccharomyces cerevisiae* na dieta de novilhas mantidas em pastagens de capim-marandu. 2008. 102f. **Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.**
- BREVES G., ROSS R., HÖLLER H. Dietary phosphorus depletion in sheep: effects on plasma inorganic phosphorus, calcium, 1,25-(OH)₂-Vit.D₃ and alkaline phosphatase and on gastrointestinal P and Ca balances. 1985 **The Journal of Agricultural Science** 105, 623–629. doi:10.1017/S0021859600059530
- BRITO, J. I. M. Avaliação nutricional e metabólica de bovinos Nelore em terminação intensiva à pasto com aditivos. 2019 xiii, 61 f.: il. color. ; 30 cm. **Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Sinop, 2019.**
- CASAGRANDE, D.R. Suplementação de novilhas de corte em pastagem de capim marandu submetidas a intensidades de pastejo sob lotação contínua. Jaboticabal, SP, 2010. 127p. **Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010.**
- CAMPOS, F.S., et al. Alternativa de forragem para caprinos e ovinos criados no semiárido. 2017 **Nutri Time**, 14(2), 5004-5013.
- CHRISTESON, R.H. Biochemical markers of bone metabolism: An overview. **1997 Clinical Biochemistry** 30, 573–593. doi:10.1016/S0009-9120(97)00113-6
- DE ANTONIO, Juliana. Efeito da temperatura e da restrição alimentar sobre o desempenho, composição de carcaça e padrões de expressão de genes do eixo somatotrófico em frangos de corte. 2010. xv, 68 f. Dissertação (mestrado) - **Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010.** Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/96608>>.
- DELUCA HF Overview of general physiologic features and functions of vitamin D. 2004 **The American Journal of Clinical Nutrition** 80, 1689–1696
- DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C. Otimização do uso de

recursos forrageiros basais. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7, 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2010. p. 191–240

ELLIS, M.; MCKEITH, F.; SOSNICKI, A. Nutritional Influences on Pork Quality. Des Moines: **American Meat Science Association**, p. 345, 2000.

EMBRAPA, **Uso de Aditivos na Dieta de Bovinos de Corte**. Documentos 106, out., 2001.

FERNANDES, R. M.; SIQUEIRA, G.R.; ROTH, M.T.; MORETTI, M.M.; RESENDE, F.D.; CAMPOS, W.C. Aditivos manipuladores da fermentação ruminal na suplementação protéica de bovinos Nelore durante a recria. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 49, Brasília, 2012. **Anais...** Brasília: SBZ, 2012, CD-ROM.

GARCIA, C. A., CIDRÃO, K., SPERS, R. C., COLOMBO, D., & TREVIZAN, B. A. Produção de cordeiros em regime de pasto, com suplementação mineral e proteica em cochos privativos. 2017 **Revista Unimar Ciências**, 25(1-2).

GOODRICH, R.D.; GARRETT, J.E.; GAST, D.R.; KIRICK, M.A.; LARSON, D.A.; MEISKE, J.C. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1484-1498, 1984.

GOFF JP, Littledike ET, HorstRLEffect of synthetic bovine parathyroid hormone in dairy cows: Prevention of hypocalcemic parturient paresis. 1986 **Journal of Dairy Science** 69, 2278–2289. doi:10.3168/jds.S0022-0302(86)80666-X

GOFF JP, Reinhardt TA, Horst RL Enzymes and factors controlling vitamin D metabolism and action in normal and milk fever cows. 1991 **Journal of Dairy Science** 74, 4022–4032. doi:10.3168/jds.S0022-0302(91)78597-4

GONZÁLEZ, F. H. D.; Barcelos, J. O.; Ospina, H.; Ribeiro, L. A. O. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: González, F. H. D. **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 31- 52, 2000.

GURGEL, A. L. C., DIFANTE, G. S., EMERENCIANO Neto, J. V., Souza, J. S., Veras, E. L. L., Costa, A. B. G., ... & Roberto, F. F. S. Estrutura do pasto e desempenho de ovinos em capim-massai na época seca em resposta ao manejo do período das águas. 2017 **Boletim de Indústria Animal**, 74(2), 86-95.

HAWKE, T. J.; GARRY, D. J. Myogenic satellite cells: physiology to molecular biology. **J Appl Physiol**, v. 91, n. 2, p. 534-51, 2001.

HOLICK, M.F.; GARABEDIAN, M. Vitamin D: photobiology, metabolism, mechanism of action, and clinical applications. In: Favus, M.J. Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism. 6. ed. Washington DC: **The American Society for Bone and Mineral Research**, p.106-114, 2006.

HOLICK, M. F. Vitamin D deficiency. 2007 **New England Journal of Medicine**, 357(3), 266–281. doi:10.1056/NEJMra070553

HORST, R. L., LITLEDIKE, E. T. Comparison of plasma concentrations of vitamin D and its metabolites in young and aged domestic animals. **Comparative Biochemistry and Physiology**. v. 73b, p. 485, 1982.

HUTTON KC, Vaughn MA, Litta G, Turner J, Starkey JD. Effect of vitamin d status improvement with 25-hydroxycholecalciferol on skeletal muscle growth characteristics and satellite cell activity in broiler chickens. **Journal of Animal Science**. 2014; 92(8): 3291-3299.

KOZLOSKI, G. B. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 139 p. 2002.

LIESEGANG A, RISTELI J Influence of different calcium concentrations in the diet on bone metabolism in growing dairy goats and sheep. 2005 **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition** 89, 113–119. doi:10.1111/j.1439-0396.2005.00548.x

LIMA, B. S. Suplementação de alto consumo na terminação de tourinhos nelore em pastagem de *B. brizantha* cv. marandu. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, **Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinária. Jaboticabal – SP**. 2014. <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/115926/000811359.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

MARINO, C. T.; MEDEIROS, S. R. Aditivos alimentares na nutrição de bovinos de corte. In: MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. (ed.). **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Brasília: Embrapa, 2015. p. 97-106.

MARTINS, T. E. Efeitos da suplementação de 25-hidroxi-vitamina D3 na dieta de bovinos de corte confinados. **Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil (DISSERTAÇÃO)**. Ano de Obtenção: 2020

MARTIN, L. C. T. Nutrição mineral de bovinos de corte, **Livraria Nobel**, São Paulo, 1993.

McDOWELL, L. R. **Vitamins in animal nutrition**. San Diego: Academic Press Inc., p. 486, 1989.

McDOWELL, L. R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press Inc., p. 33-92, 1992.

McGRATH J. Vitamin D mediated Ca and P metabolism in bovine and the potential for manipulation with 25-hydroxy vitamin D3. 2013 **PhD thesis, University of New England**, Armidale, NSW, Australia.

MEDEIROS, S.R.; ALMEIDA, R.; LANNA, D.P.D. Manejo da recria - Eficiência do crescimento da desmama à terminação. In: Pires, A.V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba, FEALQ, v.1, p.760, 2010.

MELO, A. C. B. Efeitos da adição de óleo funcional e/ou monensina sódica em dietas de alta energia para bovinos nelore confinados. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) – Universidade Estadual Paulista**. Campus de Dracena/Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, SP, 2017.

MILLEN, D. D. Desempenho, avaliação ruminal e perfil metabólico sanguíneo de bovinos jovens confinados suplementados com monensina sódica ou anticorpos policlonais. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.**

MOURO, G. F. et al. Fontes de carboidratos e ionóforo em dietas contendo óleo vegetal para ovinos: digestibilidade, balanço de nitrogênio e fluxo portal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2144-2153, 2006.

MONTGOMERY, J.L.; Horst, R.L.; Hoy, D.A.; Carr, M.A.; Hilton, G.G.; Price, B.D.; Miller, M.F. Effects of dietary modifications using vitamin D3 on calcium content and vitamin D residues in tissue and liver. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 173, 1999, Suppl. 1.

MORIEL, P., J. M. B. VENDRAMINI, C. CARNELOS, M. B. PICCOLO, AND H. M. SILVA. Effects of monensin on growth performance of beef heifers consuming warm-season perennial grass and supplemented with sugarcane molasses. **Trop. Anim. Health**, v.51, p.339-344, 2019.

MUIR, A. R.; KANJI, A. H.; ALLBROOK, D. The structure of the satellite cells in skeletal muscle. **J Anat**, v. 99, n. Pt 3, p. 435-44, 1965

NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7ed. Washington, D.C: National Academy Press, 1996.

NÉVOA, M. L. et al. Antimicrobianos e prebióticos nas dietas de animais não ruminantes. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**, v.12, n. 2, abr/jun. p.85-95, 2013.

OLIVEIRA, J. S.; ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.6, n.11, p.1695-7504, Nov., 2005.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica. In: PEREIRA et al (ed), SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 3., 2006. **Viçosa. Anais...**, Viçosa, p.359-392, 2006.

PAULINO, M. F.; et al.; Fontes de energia em suplementos múltiplos de auto-regulação de consumo na recria de novilhos mestiços em pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período das águas. 2005. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 957-962.

PAULINO, M.F.; Detmann, E.; Valadares Filho, S.C.; Silva, A.G.; Cabral, C.H.A.; Valente, É.E.L.; Barros, L.V.; Paula, N.F.; Lopes, S.A.; Couto, V.R.M. Bovinocultura programada. VII **SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE**, 7, 2010, Viçosa. Anais... VII SIMCORTE, p.267-297, 2010.

PAULINO, M.F.; Detmann, E.; Silva, A.G.; Almeida, D.M; Marques, D.E.C; Valente, E.E.L; Maciel, I.F.S; Cardenas, J. E.G; Martins, L.S; Barro, L.V; Paula, N.F; Ortega, R.E.M; Lopes,

S.A; Carvalho, V.V. Suplementação Nutricional Estratégica para Recria e Terminação de Bovinos Precoces. **V Simpósio Nacional sobre Produção e Gerenciamento da Pecuária de Corte**, 5, 2012 Viçosa. Anais... V SIMCORTE, p.32-48, 2012.

PRAMYOTHIN, P., & Holick, M. F. Vitamin D supplementation: Guidelines and evidence for subclinical deficiency. 2012. **Current Opinion in Gastroenterology**, 28(2), 139–150. doi:10.1097/MOG.0b013e32835004dc

POPPI, D. P.; McLENNAN, S. R. Otimizando o desempenho de bovinos em pastejo com suplementação proteica e energética. In: Simpósio sobre bovinocultura de corte: Requisitos de qualidade na bovinocultura de corte, 6, **Anais...Piracicaba:FEALQ**, 2007. p. 163-182.

RANGEL, A. H. N. et al. Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.2, p.174-182, 2008.

RAMALHO, T.R.A. Suplementação protéica ou energética para bovinos recriados em pastagens tropicais. 2006. 64p. **Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba**.

REIS, R. A.; OLIVEIRA, A. A.; SIQUEIRA, G. R.; GATTO, E. Semi-confinamento para produção intensiva de bovinos de corte. p.195-222. In: Anais **do 1º Simpósio Matogrossense de Bovinocultura de Corte, Cuiabá, MT**, Brasil. 2011.

REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; CASAGRANDE, D.R. Suplementação alimentar para bovinos em pastagens. In: Pires, A.V. **Bovinocultura de corte. Piracicaba, FEALQ**, v.1, p.760, 2010.

ROBERT, K. M; Peter, A. M.; Daryl, K. G. **Harper bioquímica. 9. ed.** São Paulo: Ateneu, 2002.

ROWLING MJ, Gliniak C, Welsh J, Fleet JC. High dietary vitamin d prevents hypocalcemia and osteomalacia in CYP27B1 knockout Mice. 2007. **The Journal of Nutrition** 137, 2608–2615.

RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 55, n. 1, p. 1-6, 1989.

RUSSELL, J. B.; WALLACE, R. J. Energy-yielding and energy consuming reactions. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem. 2ªed.** London: Blackie Academic & Professional. p. 267-268, 1997.

SANTOS, R. L. C. Avaliação da monensina, da virginiamicina e do óleo funcional na suplementação da dieta de bovinos. **Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília.**2016.

SANTOS, F.A.P., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (ed.). Simpósio sobre Bovinocultura de Corte: Requisitos de qualidade na bovinocultura de corte. 6, Piracicaba, 2007. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, Piracicaba, 2007 p. 183-219.

SILVA, J.F.C. Mecanismos reguladores de consumo. **Nutrição de ruminantes. 2 ed. Jaboticabal:Funep**, p.61-81, 2011.

SIQUEIRA, G.R.; RESENDE, F.D.; ROMAN, J.; REIS, R.A; BERNARDES, R.A. et al. Uso estratégico de forragens conservadas em sistemas produção de carne. In: Jobim, C.C. et al (Eds) **III Simpósio sobre utilização de forragens conservadas**. Maringá: Masson, 2008. p.41-88.

SLYTER, L. L. 1976. Influence of acidosis on rumen function. **Journal Animal Science** 43:910-929.

STAN, F.J.G; Boulart, I.; Hoenderop, J.G.J.; Bindels, M.J.R. Regulation of epithelial Ca channels TRPV 5 and TRPV 6 by 1 α 25-dihydroxy vitamin D3 and dietary Ca. **The journal of steroid biochemistry and molecular biology**, Amsterdam. v. 89-90, p. 303-308, 2003.

TEDESCHI, L. O.; CALLAWAY, T. R.; MUIR, J. P.; ANDERSON, R. C. Potential environmental benefits of feed additives and other strategies for ruminant production **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 291-309, 2011.

THOMPSON, A. J. et al. Ionophore strategy affects growth performance and carcass characteristics in feedlot steers. **Journal Of Animal Science**, v. 94, n. 12, p. 5341-5349, 2016.

VENDRAMINI, J. M. B., MORIEL, P., COOKE, R. F., ARTHINGTON J. D., SILVA DA H. M., PICCOLO, M. B., SANCHEZ, J. M. D., GOMES, V., CAMPOS, P. A. M. Effects of monensin inclusion into increasing amount of concentrate on growth and physiological parameters of early-weaned beef calves consuming warm-season grasses. **Journal of Animal Science**, v.96, p.5112-5123, 2018.

WASSERMAN RH, Taylor AN. Intestinal absorption of phosphate in the chick: Effect of vitaminD3 and other parameters. 1973 **The Journal of Nutrition** 103(4), 586–599.

WILKENS MR, Mrochen N, Breves G, Schröder B. Effects of 1,25-dihydroxyvitamin D3 on calcium and phosphorus homeostasis in sheep fed diets either adequate or restricted in calcium content. 2010. **Domestic Animal Endocrinology** 38, 190–199.

CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO DE NOVILHOS EM PASTEJO RECEBENDO 25-OH VITAMINA D3 NA RECRIA E TERMINAÇÃO

Artigo científico redigido com base nas normas para publicação na Revista Journal of Animal Science.

PERFORMANCE OF GRAZING NELLORE YOUNG BULLS SUPPLEMENTED WITH 25-OH VITAMIN D3 IN GROWING AND FINISHING PHASES

Abstract: The objective was to evaluate the effect of 25-OH Vit D3 for growing and finishing grazing Nellore young bulls on performance, body measures and carcass characteristics. In Experiment 1, one hundred and fifty animals with an average body weight (BW) of 300 ± 23 kg were used. Treatments consisted of a protein supplement (Fosbovi® Proteico 30, DSM, Brazil), with or without Sodium Monensin (320 mg/kg) or a protein-energetic supplement (Fosbovi® proteico-energico 25, DSM, Brazil); all supplements were evaluated with or without the addition of 25-OH Vit D3 (Hy-D®, DSM, Brazil), in a dose adjusted to daily intake of 1 mg/animal. In Experiment 2, two hundred and forty animals with an average body weight (BW) of 390 ± 16 kg were used. Treatments consisted of the same protein-energetic supplement used in Experiment 1. Animals receiving different treatments in Experiment 1 had similar AGD and final BW ($P > 0.05$). The addition of monensin in the protein supplement reduced growth of body measures ($P < 0.05$), except for the growth of height at withers ($P > 0.05$). Animals that received 25-OH Vit D3 in the protein-energetic supplement had greater growth of the rib width ($P < 0.05$). In Experiment 2, animals that received 25-OH Vit D3 weighed 8.0 kg more ($P < 0.05$) and had 8.0 kg higher HCW ($P < 0.05$). There are possible interactions of the animal's growth curve and effects of 25-OH Vit D3. For finishing beef cattle on grazing, supplementation with 25-OH Vit D3 presents a promising technology for beef producers, improving carcass gain and yield.

Keywords: monensin, protein supplement, protein-energetic supplement, vitamin D3.

INTRODUCTION

The search for technologies to maximize and improve productivity and profitability of beef production is a consequence of the economic pressure and progressive demand of world's population for animal protein. The improvements in efficiency and production observed on beef systems in the last decades are a result of genetic improvement, refined nutrition, and the use of food additives in the diets.

Vitamin D plays a vital role in bone development and calcium homeostasis in mammals. The discovery that several animal tissues present vitamin D receptor, being able to convert calcidiol into its active form calcitriol (Prowedini, 1983) raised the interest that this vitamin would have non skeletal functions (Holick, 2002), including effects on muscles growth. In fact, some recent studies demonstrated the benefits of supplementing 25-OH Vitamin D₃ to confined beef cattle on carcass yield and in expression of genes linked to the protein synthesis and muscle growth (Acedo et al., 2018; Martins et al., 2020). But little is known about the effect of this additive on performance and carcass of grazing beef cattle.

Our hypothesis was that supplementing 25-OH Vitamin D₃ would improve performance and/or improve carcass characteristics for grazing beef cattle receiving concentrate supplements. In this context, the objective with this study was to evaluate the effects of addition of 1 mg/animal/day of 25-OH Vitamin D₃ in a protein supplement, with or without Sodium Monensin, or in a protein-energetic supplement for growing and finishing grazing Nellore young bulls on performance, body shape and carcass characteristics.

MATERIALS AND METHODS

The present study consisted of two experiments. The experiments were conducted at the I&AS Beef Center, located at Fazenda Caçadinha, in Rio Brillhante, MS, from December

2020 to April 2021 (Experiment 1) and from March to May 2021 (Experiment 2). The study, as well the animal care and handling, was approved by the Animal Care and Use Committee of the DSM | Tortuga under protocols n° 009.20 (Experiment 1) and n° BR210115 (Experiment 2).

Experiment 1 – Effects of 25-OH Vitamin D₃ on performance of growing Nellore young bulls on grazing

Experimental Design, Animals and Treatments

One hundred and fifty Nellore young bulls, with an average body weight (BW) of 300 ± 23 kg and 18 months of age were used. Animals were placed in 6 paddocks of *B. brizantha*, cv. Marandú, with approximately 7.0 ha each, equipped with electronic feeders and drinkers (Intergado®, Betim, Brazil).

The experiment was conducted in a completely randomized design, with six treatments and 25 replicates. The treatments consisted of a protein supplement (Fosbovi® Proteico 30, DSM, Brazil), with or without Sodium Monensin (320 mg/kg) or a protein-energetic supplement (Fosbovi® proteico-energico 25, DSM, Brazil); all supplements were evaluated with or without the addition of 25-OH Vitamin D₃ (Hy-D®, DSM, Brazil), in a dose adjusted to daily intake of 1 mg/animal (Table 1). Therefore, the six treatments evaluated were as follows:

1. Protein Supplement (P),
2. Protein Supplement with 25-OH Vit D₃ (P+Vit D₃),
3. Protein Supplement with Monensin (P+Mon),
4. Protein Supplement with Monensin and 25-OH Vit D₃ (P+Mon+Vit D₃),
5. Protein-Energetic Supplement (PE),

6. Protein-Energetic Supplement with 25-OH Vit D3 (PE+Vit D3).

The experiment lasted 99 days and the supplement offered was adjusted daily based on the intake of the previous day to allow refusals around 10%; thus, there was no restriction on supplement intake for any of the treatments evaluated during the experiment. To avoid possible effects of paddocks on the responses, animals (and their treatments) were rotated among the paddocks every week.

Monthly, forage was sampled to estimate the dry matter availability (Figure 1.a) and to evaluate its composition (Table 2). Samples to estimate dry matter availability were obtained by cutting, close to the ground, five random areas in each paddock, using a 0.5 x 0.5 m metal square (McMENIMAN, 1997). For each sampling, a total of thirty points (subsamples) were collected throughout the experimental area. These subsamples were weighed and combined in a pooled sample. At the same time, hand-plucked samples were collected in all paddocks for evaluation of forage chemical composition.

Performance and Body Measures

At the beginning and at the end of the experiment, animals were weighed after 16h of total fasting. The average daily gain (ADG) was calculated as the difference between initial and final BW divided by the duration of the experiment. Additionally, the animals were weighed whenever they drunk water, by the electronic weighing system (Intergado®) installed underneath the drinkers. In this case, ADG was calculated as the difference between the average BW in the three initial and final days of the experiment divided by the duration of the experiment (days).

At the beginning and at the end of the experiment, body measures were taken from 10 animals from each treatment. The rump width (the maximum distance between ventral points of the tubercosae), rib width (the largest width of the abdomen), height at withers (from the

highest point of the shoulder blade to the ground) and rump height (from the ventral point of the tubercosae to the ground) were recorded with a height stick. The heart girth (the body circumference immediately posterior to the front legs) was measured with a flexible tape. All body measures were taken as suggested by Fernandes et al. (2010).

At the end of the experiment, the area of the Longissimus muscle (LMA) and the subcutaneous fat thickness (SFT) between the 12th-13th ribs of 10 animals of each treatment was measured by a trained technician with an ultrasound scan (Model KX5600 VET. Kaixin® Company, Xuzhou, China), using a linear probe (17 cm at 3.5 Mhz). Vegetable oil was used to ensure adequate acoustic contact.

Statistical Analysis

Data were evaluated in a complete randomized design, where animal was the experimental unit and initial BW was used as a covariate. Means were compared by orthogonal contrasts to assess the effects of: Type of Supplement (Protein x Protein-Energetic supplement), Use of Monensin in the Protein Supplement, Use of 25-OH Vit D3 in the Protein Supplement, Use of 25-OH Vit D3 in the Protein Supplement with Monensin and Use of 25-OH Vit D3 in the Protein-Energetic Supplement. PROC GLIMMIX of SAS On Demand software (SAS Institute Inc., Cary, CA) was used to perform all statistical analyses and a significance level of 5% was adopted.

Experiment 2 – Effects of 25-OH Vitamin D₃ on performance of grazing finishing Nellore young bulls

Experimental Design, Animals and Treatments

Two hundred and forty Nellore young bulls, with an average body weight (BW) of 390 ± 16 kg and 18 months of age were used. Animals were placed in twenty-four paddocks of B.

brizantha, cv. Marandú (ten animals by paddock), with approximately 2.4 ha each, equipped with feeders and drinkers.

The experiment was conducted in a complete randomized block design, with two treatments and 240 replicates, with animals as experimental unit. Blocks were composed based on pasture availability in the paddocks at the beginning of the study, adding up to three blocks (four paddocks per block). The treatments consisted of the same protein-energetic supplement used in Experiment 1 (Fosbovi® Proteico-Energético 25, DSM, Brazil), with or without the addition of 25-OH Vitamin D3 (Hy-D®, DSM, Brazil), in a dose adjusted to ensure a daily intake of 1.0 mg/animal/day (PE and PE+Vit D3; Table 1).

The experiment lasted 92 days and the amount of supplement offered was adjusted weekly based on the daily intake of the previous week, to allow refusals around 10%; thus, there was no restriction on supplement intake during the experiment.

Forage dry matter availability (Figure 1.b) and its composition (Table 2) were collected and analyzed as described for Experiment 1.

Performance and Carcass

At the beginning and at the end of the experiment, animals were weighed after 16h of solids and water fasting. The average daily gain (ADG) was calculated as the difference between initial and final BW divided by the duration of the experiment.

Additionally, at the end of the experiment, 120 animals were slaughtered (60 animals per treatment, the five heaviest animals in each paddock). Animals were slaughtered in a commercial slaughterhouse with Federal Inspection System (JBS S/A, Unidade 2, Campo Grande, MS) in accordance with humane procedures required by Brazilian legislation. The animals were stunned by the cerebral concussion, followed by exsanguination from the jugular vein, removal of the hide and evisceration. The carcasses were divided longitudinally and

weighed to obtain the hot carcass weight (HCW, kg) and hot carcass yield (CY, %), that was estimated by dividing the weight of the two half carcasses by the fasting BW on the previous day to slaughter.

Statistical Analysis

Data were evaluated in a complete randomized block design, with animal as the experimental unit. Blocks and paddocks were included as random effects in the model and initial BW was used as a covariate. PROC GLIMMIX of the SAS On Demand Software (SAS Institute Inc., Cary, CA) was used to perform all statistical analyses. When necessary, treatment means were compared by the Student's t test. A significance level of 5% was adopted for all statistical analyses.

RESULTS

Experiment 1

Animals receiving different treatments had similar shrunk ADG and final BW ($P>0.05$; Table 3). When evaluating BW and the ADG throughout the experimental period using the Intergado® system data (without fasting; Table 4), similar results were observed to BW and ADG with 16h fast, with an addition of an effect of lower ADG when Monensin was added to the protein supplement ($P<0.05$), that was not detected by the previous methodology. Moreover, there was a tendency for lower BW for animals receiving protein supplement with monensin ($P<0.10$). When partitioning these data in the three subperiods of 33 days, however, interesting data were observed. The lower ADG due to the addition of Monensin in the protein supplement, despite being numerical since the 1st subperiod, only became significant on the 2nd and 3rd subperiods ($P<0.05$).

On the other hand, the use of 25-OH Vit D3 in the protein supplement reduced ADG in the 1st subperiod of the experiment ($P<0.05$). Similar pattern was not observed for the

subsequent subperiods ($P>0.05$). Nonetheless, at the end of the experiment, BW was similar between animals that received protein supplement with or without 25-OH Vit D3 due to a tendency for higher ADG of the animals that received 25-OH Vit D3 in the 3rd subperiod ($P<0.10$). Finally, in the protein supplement with Monensin, the use of 25-OH Vit D3 provided an increase on ADG of 222 g/d in the 1st subperiod, and a decrease on ADG in the 3rd subperiod of 136 g/d.

There was no effect of addition of 25-OH Vit D3 on protein-energetic supplement on performance ($P>0.05$). It is interesting to note, however, the little variation among subperiods on ADG for animals receiving protein-energetic supplement from the 1st to the 3rd subperiod. There was a reduction of 272 g/d for animals not receiving 25-OH Vit D3 in the supplement and a considerably lower reduction of only 72 g/d on ADG was observed for animals receiving 25-OH Vit D3.

The use of a protein-energetic supplement reduced supplementation efficiency on both, total experimental period and in the three subperiods ($P<0.05$; Table 4). Monensin further increased protein supplementation efficiency in the total period and in subperiods 2 and 3 ($P<0.05$). The increased efficiency in subperiods 2 and 3 for monensin is related to the reduction in supplement intake, that was intensified over subperiods (Silveira, 2022), while, although a reduction in ADG was observed for animals receiving monensin in the protein supplement, the effect on ADG was less pronounced.

Addition of 25-OH Vit D3 in the protein supplement increased efficiency in the total experimental period and in the 2nd subperiod ($P<0.05$). When used in the protein supplement with monensin, 25-OH Vit D3 did not present significant effect for supplementation efficiency in the total period ($P>0.05$), nonetheless, significant differences were observed in the three subperiods ($P<0.05$). The addition of 25-OH Vit D3 in the protein supplement with monensin

led to increased efficiency in the 1st subperiod and reduced efficiency in the 2nd and 3rd subperiods ($P < 0.05$).

Besides presenting lower efficiency compared to protein supplementation, efficiency of protein-energetic supplementation was not affected by the inclusion of 25-OH Vit D3 in the present study ($P > 0.05$).

When assessing body development through growth of body measures, effects of Monensin in the protein supplement and of the 25-OH Vit D3 in the protein-energetic supplement were observed (Table 5). The addition of monensin in the protein supplement reduced growth of the animals' body measures ($P < 0.05$), except for growth of height at withers ($P > 0.05$). On the other hand, animals that received 25-OH Vit D3 in the protein-energetic supplement had a 3.3 cm greater growth of the rib width ($P < 0.05$).

The ultrasound carcass data (Table 6) showed an increase of 9.6 cm² in the LMA when 25-OH Vit D3 was used with Monensin in the protein supplement ($P < 0.05$). No other effects were detected in LMA or in SFT of the animals ($P > 0.05$).

Experiment 2

At the end of the experiment, animals that received 25-OH Vit D3 as an additive in the supplement weighed 8.0 kg more than those that did not receive the additive ($P < 0.05$; Table 7). This is directly related to the additional 0.086 kg/d on ADG observed for animals receiving 25-OH Vit D3 ($P < 0.05$).

The higher BW at the end of the experiment reflected in a higher carcass weight of the animals that received 25-OH Vit D3 ($P < 0.05$). In fact, these animals had 8.0 kg higher HCW compared to those that did not receive the additive. The fact that the animals receiving 25-OH Vit D3 entirely directed the BW gain to carcass deposition reflected on the hot carcass yield of

these animals, which was 0.9 percentage points higher than the carcass yield of animals that did not receive the additive ($P < 0.05$).

DISCUSSION

Experiment 1

The similar performance of animals that received protein and protein-energetic supplements is noteworthy. This can be explained by the effect of substitution, resulting in a reduction of the pasture intake in favor of a higher intake of the protein-energetic supplement (Euclides, 2002). Thus, despite the greater supplement intake (Silveira, 2022) and greater nutritional supply, when the protein-energetic supplement was provided, it was not able to improve ADG or final BW of the animals. This reinforces that, during the rainy season, when pastures have good quality and availability, feeding a protein supplement is sufficient for animals to perform properly, having no return for the financial investment in the use of protein-energetic supplements.

The lower ADG and tendency to lower final BW due to the addition of Monensin in the protein supplement, evidenced by the Intergado® system data (BW without fasting) points out that the deleterious effects of Monensin on animal performance appear to become important from the second month of supplementation for grazing animals, which can be related to the more drastic (and significant) reduction on supplement intake caused by this additive on 2nd and 3rd subperiods (Silveira, 2022).

The use of 25-OH Vit D3 in the protein supplement (with or without Monensin) or in the protein-energetic supplement was not able to increase ADG or the final BW. This could be explained by the adequate amount of P in animals' diets, in addition to the physiological status of high deposition of protein and efficiency of growth of the animals in the present experiment,

that could limit the ability of the supplementation with 25-OH Vit D3 to express, on ADG, any improvement in their metabolism or physiology. Besides no major effects on BW and ADG, 25-OH Vit D3 improved efficiency when added to the protein supplement even though no P restriction was imposed in animals' diets. This raises the hypothesis that, in P deficient diets 25-OH Vit D3 could have important effects not only on performance, but also in efficiency.

The lower growth of body measures of the animals receiving Monensin in the protein supplement is consistent with the lower ADG of these animals (pointed by Intergado® System data). Despite the lower growth of most body measures, growth of height at withers of animals receiving monensin was similar to the animals not receiving this additive, which could lead, in a longer period of evaluation, to a not desirable changes in animals' body shape, resulting in taller animals, with higher development of the front quarters.

Despite the differences observed for growth of body measures during the experiment, it was not sufficient to significantly change any of the final body measures among treatments. The greater growth of the rib width of animals that received 25-OH Vit D3 in the protein-energetic supplement may indicate some changes in body composition of these animals (Fernandes et al., 2010). If we associate the greater growth of the rib width with a numerical lower growth in the rump height, and in the height at withers of animals in this treatment, this points to a change of the body shape towards to a more desirable frame for beef production (Perotto et al., 1999).

Acedo et al. (2018) and Carvalho and Perdigão. (2019), studying the use of 25-OH Vit D3 for cattle finished in confinement, reported a positive effect of 25-OH Vit D3 on carcass yield and carcass weight of the animals, with no effects on ADG. In addition, in the study of Martins et al. (2020), the higher carcass yield of the animals that received 25-OH Vit D3 was justified by a trend towards greater expression of the genes related to muscle anabolism in the animals that received the additive. This higher muscle development can be associated to the

higher LMA (Sugisawa et al., 2003) here observed for animals fed protein supplement with 25-OH Vit D3.

In summary, feeding protein-energetic supplements in the rainy season, has no beneficial impact on animals' performance, compared to protein supplements. Additionally, under the conditions of the present experiment, despite the lack of improvement on ADG, the inclusion of 25-OH Vit D3 in the protein supplement led to a greater efficiency, muscle growth and carcass development and maturity, as evidenced by LMA.

Experiment 2

The results from Experiment 2 add to the research of Gouvêa et al. (2019), raising the hypothesis that the effect of 25-OH Vit D3 on animal weight gain is more expressive when the animals were finished on grazing. Unlike Acedo et al. (2018) and Carvalho and Perdigão, (2019), who did not observe greater ADG using 25-OH Vit D3 for animals finished in confinement, Gouvêa et al. (2019), finishing animals on pastures between August and November, found an increase in BW and in ADG, in accordance with the data here obtained.

Although the animals in the 25-OH Vit D3 group had a 1.7% increase in BW at the end of the experiment, it is important to highlight the composition of this gain, mainly in the carcass, reflecting into a higher carcass yield of these animals. Previous studies with 25-OH Vit D3 with animals in confinement, whilst did not find a significant difference in BW at slaughter, already found a positive effect of this additive on the carcass yield and the carcass weight of the animals (Acedo et al., 2018, Carvalho and Perdigão, 2019, respectively).

Using 1 mg/animal/day, Acedo et al. (2018) obtained an increase of 0.54 percentage points in the carcass yield of confined animals, lower than the 0.9 percentage points here observed. Carvalho and Perdigão, (2019), also working with confined animals, with a similar dose of 25-OH Vit D3 + 2000 mg/day of vitamin E, although did not observe a significant

effect of the additives on carcass yield, obtained an increase of 4.2 kg in carcass weight of animals supplemented with the additives.

In the study of Martins et al. (2020), the higher carcass yield of the animals that received 25-OH Vit D3 was justified by a trend towards greater expression of the genes related to muscle anabolism IGF1, IGF2, mTOR and MSTN in the groups that received the additive. The author worked with doses of 1 and 3 mg/animal/day and found no significant difference between the dosages. In general, gene expression data from Martins (2020) indicates greater anabolic potential and greater potential for protein synthesis in animals receiving 25-OH Vit D3.

This ability to direct the growth to protein carcass tissues appears to be a remarkable effect of the 25-OH Vit D3 supplementation on animal production. In other species, 25-OH Vit D3 has also shown a marked effect in increasing meat and carcass production. Piglets born from sows receiving 25-OH Vit D3 had greater weight and carcass yield (Flohr et al., 2016) and a greater number of muscle fibers and greater myoblastic activity (Starkey, 2014). This positive effect on skeletal muscle hypertrophy was further confirmed in a full cycle study, where piglets were supplemented with 25-OH Vit D3 during growth and fattening (Starkey, 2014).

In poultry, 25-OH Vit D3 supplementation stimulated satellite cell-mediated skeletal muscle hypertrophy (Hutton et al., 2014). In this study, the improvement in vitamin D status by providing 25-OH Vit D3 in the diet, caused a marked expansion of the satellite cell pool in the Pectoralis major muscle of broilers. In addition, 25-OH Vit D3 fed broiler exhibited greater nuclear density at 28 days and greater muscle fiber cross-sectional area at 49 days. Although they did not observe a significant effect, the authors noted that different muscles showed different growth responses to the supply of 25-OH Vit D3 in the diet. It was possible to observe, for example, an increase in yield of the Pectoralis major muscle, and a reduction in the yield of

the Biceps femoris muscle. Those authors hypothesized that different types of muscle fibers respond differently to increased circulating levels of 25-OH-Vitamin D.

IMPLICATIONS

Differences found in the responses of experiments 1 and 2, are possible due interactions of the animal's growth curve and 25-OH Vit D3 anabolic effects. Young animals, with lower BW, as animals in Experiment 1, have an homeorhetic metabolism towards deposition of protein tissues (Lawrence et al., 2012), which may limit the ability of the supplementation with 25-OH Vit D3 to improve ADG and muscle growth in this phase.

Nonetheless, in the finishing phase, supplementation with 25-OH Vit D3 for grazing beef cattle improves animal performance and provides greater carcass gain and yield. Increasing carcass production per animal has been, in recent decades, one of the main focuses of producers and researchers involved on beef production. In this sense, 25-OH Vit D3 presents a promising technology for beef producers. Thus, it is important to deepen the studies with the use of 25-OH Vit D3, especially regarding carcass and cuts yield and possible effects on the quality of the meat produced.

LITERATURE CITED

- Acedo, T. S.; Gouvea, V. N.; Vasconcellos, G. S. F. M.; et al. 2018. Effect of 25-hydroxy-vitamin-D3 on feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, (96 suppl_3):447-448.
- Carvalho, V. V. & Perdigão, A. 2019. Supplementation of 25-hydroxy-vitamin-D3 and increased vitamin E as a strategy to increase carcass weight of feedlot beef cattle. *Journal of Animal Science*, (97 Issue Supplement_3): 440. <https://doi.org/10.1093/jas/skz258.871>
- Euclides, V.P.B. 2002. Estratégias de suplementação em pasto: uma visão crítica. In: Simpósio de manejo estratégico de pastagem, Viçosa-MG, Anais ... Viçosa - UFV, p.437- 469.
- Fernandes, H.J.; Tedeschi, L.O.; Paulino, M.F., et al. 2010. Determination of carcass and body fat compositions of grazing crossbred bulls using body measurements. *Journal of Animal Science*. n. 88. p.1442-1453,
- Flohr, J. R.; Woodworth, J. C.; Bergstrom, J. R.; Tokach, M. D.; Dritz, S. S.; Goodband, R. D.; DeRouchey, J. M. Evaluating the impact of maternal vitamin D supplementation on sow performance: II. Subsequent growth performance and carcass characteristics of growing pigs. *Journal of Animal Science*, 94:4643-4653. 2016. <https://doi:10.2527/jas.2016-0410>
- Gouvêa, V. N.; Vasconcellos, G. S.; Acedo, T. S.; Tamassia, L. F. The 25-hydroxyvitamin D3 supplementation improves animal performance of Nellore cattle grazed in tropical grass. *Journal of Animal Science*, 97(Supplement_3):161. 2019. <https://doi:10.1093/jas/skz258.331>

- Holick, M. F. Vitamin D. The underappreciated D-lightful hormone that is important for skeletal and cellular health. *Current Opinion in Endocrinology & Diabetes*, 9:87-98. 2002.
- Hutton, K. C.; Vaughn, M. A.; Litta, G.; Turner, B. J.; Starkey, J. D. Effect of vitamin D status improvement with 25-hydroxycholecalciferol on skeletal muscle growth characteristics and satellite cell activity in broiler chickens. *Journal of Animal Science*, 92:3291-3299. 2014. <https://doi:10.2527/jas.2013-7193>
- Lawrence, T. L. J.; Fowler, V. R.; Novakofski, J. E. 2012. *Growth of Farm Animals*. 3.ed. CABI Publishing: London, UK. 352p.
- Martins, T. E.; Acedo, T. A.; Gouvêa, V. N.; et al. 2020. Effects of 25-hydroxy colecalciferol supplementation on the gene expression of feedlot cattle. Prelo.
- McMeniman, N. P. 1997. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.131-168,
- NRC. 2016. *Nutrient requirements of beef cattle*. 8.ed. Washington: National Academy Press. 494p.
- Perotto, D. ; Moletta, J.L. ; CUBAS, A.C. 1999. Características da carcaça de bovinos Canchin e Aberdeen angus e seus cruzamentos recíprocos terminados em confinamento. *Ciencia Rural*, v.29, n.2, p. 331-338,
- Prowedini, D. M.; Tsoukas, C. D.; Deftos, L. J.; Manolagas, S. C. 1,25-dihydroxyvitamin D3 receptors in human leukocytes. *Science*. 16:1181-1183. 1983.

Starkey, J. D. TRIENNIAL GROWTH SYMPOSIUM - A role for vitamin D in skeletal muscle development and growth. *Journal of Animal Science*, 92:887-892. 2014.
<https://doi:10.2527/jas.2013-7087>

Sugisawa, L.; Mattos, W. R. S.; Oliveira, H. N. O.; Silveira, A. C.; Arrigoni, M. B.; Haddad, C. M.; Chardulo, L. A. L.; Martins, C. L. Ultrasonography as a predicting tool for carcass traits of Young bulls. *Scientia Agricola*, 60:779-784. 2003.
<https://doi.org/10.1590/S0103-90162003000400026>

Tables

Table 1 Supplement composition for Experiments 1 and 2.

Item % DM	Treatment ¹					
	P	P+ Mon	P+ Vit D3	P+ Mon+ Vit D3	PE	PE+ Vit D3
DM, % NM	93.1	92.8	93.3	93.6	89.7	90.0
OM	49.2	51.4	48.4	46.9	81.4	83.6
CP	28.6	30.2	28.0	28.2	25.9	25.5
EE	2.42	2.02	2.29	1.95	2.84	2.70
NDFap	24.6	24.5	22.6	22.5	12.3	12.7
NFC	5.32	6.32	7.22	5.90	51.2	53.5
SI Exp 1 ²	0.753	0.361	0.529	0.346	1.691	1.572
SI Exp 2 ³	-	-	-	-	3.04	3.32

¹ P = Protein Supplement; P + Mon = Protein Supplement with Monensin; P + Vit D3 = Protein Supplement with 25-OH Vit. D3 (Hy-D®); P + Mon + Vit D3 = Protein Supplement with Monensin and 25-OH Vit. D3 (Hy-D®); PE = Protein-Energetic Supplement and; PE + Vit D3 = Protein-Energetic Supplement with 25-OH Vit. D3 (Hy-D®).

² Supplement Intake Experiment 1 (kg/d NM; Silveira, 2022).

³ Supplement Intake Experiment 2 (kg/d NM; Silveira, 2022).

Table 2 Chemical composition of hand plucked forage throughout Experiments 1 and 2.

Item % DM	Experiment 1			
	Dec	Jan	Feb	Mar
OM	91.1	90.2	90.7	88.9
CP	8.08	12.5	9.74	8.10
EE	2.67	2.96	3.03	2.15
NDFap	64.4	59.8	61.0	63.7
NFC	15.9	15.0	17.0	15.0

Item % DM	Experiment 2		
	Mar	Apr	May
OM	91.7	91.9	91.1
CP	7.80	7.24	6.82
EE	3.10	2.08	2.08
NDFap	63.6	60.8	58.7
NFC	17.2	22.1	23.5

Table 3 Evaluation of performance utilizing data from the Intergado® System (FBW) of growing Nellore young bulls receiving different supplementation protocols with Monensin and 25-OH Vit D3.

	Treatment ¹						SEM	P-Value for Effects of				
	P	P+ Mon	P+ Vit D3	P+ Mon+ Vit D3	PE	PE+ Vit D3		Protein x Protein- Energetic Supplement	Use of Monensin in the Protein Supplement	Use of 25- OH Vit D3 in the Protein Supplement	Use of 25- OH Vit D3 in the Protein Supplement with Monensin	Use of 25- OH Vit D3 in the Protein- Energetic Supplement
<u>BW from Intergado® System (average of 3 days of evaluation, kg)</u>												
Initial BW	358	356	358	349	356	360	5	0.96	0.79	0.98	0.29	0.57
Final BW	467	453	462	450	461	466	5	0.83	0.06	0.46	0.73	0.55
Final BW P1	401	396	393	396	395	396	5	0.74	0.38	0.24	0.99	0.91
Final BW P2	438	428	428	429	431	432	5	0.73	0.15	0.18	0.79	0.90
<u>ADG (evaluated using 3 days averaged BW, kg/d)</u>												
Total ADG	1.115	0.983	1.059	1.030	1.070	1.077	0.038	0.71	0.01	0.30	0.38	0.90
ADG P1	1.309	1.189	1.079	1.411	1.188	1.093	0.063	0.40	0.18	0.01	0.01	0.29
ADG P2	1.109	0.972	1.060	1.026	1.072	1.084	0.039	0.86	0.01	0.38	0.32	0.83
ADG P3	0.895	0.759	1.006	0.623	0.916	1.021	0.045	0.68	0.03	0.08	0.03	0.10
<u>Supplementation Efficiency (kg GMD/ kg Supplement intake/d)</u>												
Total EF	1.627	3.146	2.180	3.260	0.662	0.786	0.160	<0.01	<0.01	0.02	0.62	0.58
EF P1	1.909	2.229	1.959	3.301	0.946	0.907	0.234	<0.01	0.33	0.88	<0.01	0.91
EF P2	1.802	5.465	2.757	4.448	0.693	0.874	0.250	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.61
EF P3	1.764	4.234	2.070	2.521	0.450	0.619	0.313	<0.01	<0.01	0.50	<0.01	0.70

¹ P = Protein Supplement; P + Mon = Protein Supplement with Monensin; P + Vit D3 = Protein Supplement with 25-OH Vit. D3 (Hy-D®); P + Mon + Vit D3 = Protein Supplement with Monensin and 25-OH Vit. D3 (Hy-D®); PE = Protein-Energetic Supplement and; PE + Vit D3 = Protein-Energetic Supplement with 25-OH Vit. D3 (Hy-D®).

Table 4 Body measures and growth of body of growing Nellore young bulls receiving different supplementation protocols with Monensin and 25-OH Vit D3.

	Treatment ¹						SEM	P-Value for Effects of				
	P	P+ Mon	P+ Vit D3	P+ Mon+ Vit D3	PE	PE+ Vit D3		Protein x Protein- Energetic Supplement	Use of Monensin in the Protein Supplement	Use of 25- OH Vit D3 in the Protein Supplement	Use of 25- OH Vit D3 in the Protein Supplement with Monensin	Use of 25- OH Vit D3 in the Protein- Energetic Supplement
<u>Final body measures, cm</u>												
Rump height	142	143	144	141	143	143	1.0	0.96	0.87	0.49	0.16	0.88
Height at withers	132	133	133	133	134	133	1.0	0.35	0.33	0.51	0.74	0.45
Rib width	55.5	53.9	55.2	54.5	54.3	55.6	0.8	0.64	0.17	0.81	0.60	0.27
Rump width	43.3	42.6	44.6	42.6	42.5	44.1	0.6	0.25	0.37	0.15	0.98	0.06
Heart girth	175	176	178	177	178	176	1.0	0.95	0.94	0.08	0.31	0.16
<u>Growth of body measures during the experimental period, cm</u>												
Rump height	9.75	6.70	11.2	6.40	11.9	9.14	1.15	0.96	0.05	0.37	0.85	0.08
Height at withers	4.40	3.75	4.67	4.65	5.70	3.98	0.85	0.71	0.57	0.82	0.43	0.14
Rib width	7.39	3.80	6.11	4.80	4.35	7.65	0.96	0.43	0.01	0.35	0.44	0.01
Rump width	5.10	3.05	5.38	2.55	3.85	5.10	0.62	0.21	0.03	0.67	0.55	0.17
Heart girth	13.4	10.1	14.3	9.85	12.1	12.5	1.29	0.21	0.07	0.63	0.93	0.76

¹ P = Protein Supplement; P + Mon = Protein Supplement with Monensin; P + Vit D3 = Protein Supplement with 25-OH Vit. D3 (Hy-D®); P + Mon + Vit D3 = Protein Supplement with Monensin and 25-OH Vit. D3 (Hy-D®); PE = Protein-Energetic Supplement and; PE + Vit D3 = Protein-Energetic Supplement with 25-OH Vit. D3 (Hy-D®).

Table 5 Ultrasound carcass characteristics of growing Nellore young bulls receiving different supplementation protocols with Monensin and 25-OH Vit D3.

Carcass Characteristics ¹	Treatment ²						SEM	P-Value for Effects of				
	P	P+ Mon	P+ Vit D3	P+ Mon+ Vit D3	PE	PE+ Vit D3		Protein x Protein-Energetic Supplement	Use of Monensin in the Protein Supplement	Use of 25-OH Vit D3 in the Protein Supplement	Use of 25-OH Vit D3 in the Protein Supplement with Monensin	Use of 25-OH Vit D3 in the Protein-Energetic Supplement
LMA	53.6	55.1	54.5	64.7	56.4	53.4	1.35	0.50	0.40	0.61	<0.01	0.11
SFT	2.16	1.97	1.82	1.72	1.78	2.41	0.28	0.71	0.62	0.35	0.58	0.12

¹ LMA = *Longissimus* Muscle Area, cm²; SFT = Subcutaneous Fat Thickness, mm.

² P = Protein Supplement; P + Mon = Protein Supplement with Monensin; P + Vit D3 = Protein Supplement with 25-OH Vit. D3 (Hy-D®); P + Mon + Vit D3 = Protein Supplement with Monensin and 25-OH Vit. D3 (Hy-D®); PE = Protein-Energetic Supplement and; PE + Vit D3 = Protein-Energetic Supplement with 25-OH Vit. D3 (Hy-D®).

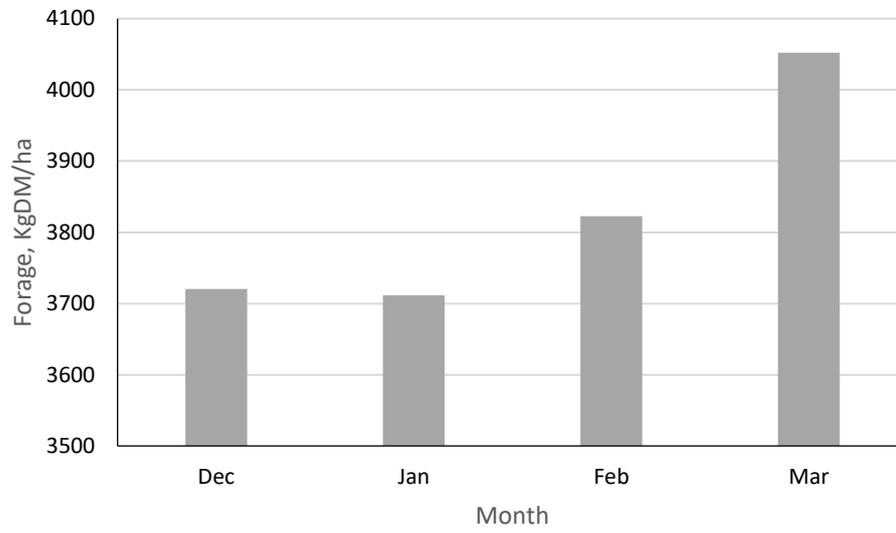
Table 6 Performance and carcass characteristics of finishing Nellore young bulls on grazing receiving protein-energetic supplement with or without 25-OH Vit D3.

Item	Treatment ¹		SEM	P-Value
	PE	PE+Vit D3		
Initial BW, kg	390	390	7.58	0.86
Final BW, kg	457	465	8.41	<0.01
ADG, kg/d	0.733	0.819	0.03	<0.01
Hot carcass weight, kg	247	255	5.59	<0.01
Hot carcass yield, %	52.8	53.7	0.21	<0.01

¹ PE = Protein-Energetic Supplement and; PE + Vit D3 = Protein-Energetic Supplement with 25-OH Vit. D3 (Hy-D®).

Figures

a)



b)

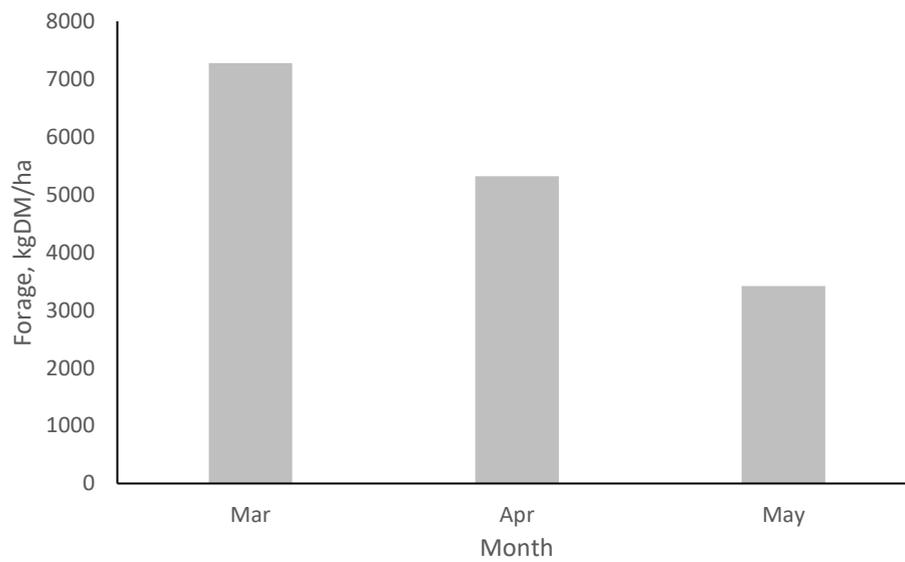


Figure 1 Pasture availability (kg DM/ha) during Experiments 1 (a) and 2 (b).