

**Combinação do butafosfan associado a cianocobalamina no incremento da fertilidade
em fêmeas zebuínas**

**Combination of butafosfan associated with cyanocobalamin to increase fertility in
female zebu**

**Combinación de butafosfan asociado con cianocobalamina para aumentar la fertilidad
en cebú hembra**

Recebido: 05/12/2020 | Revisado: 12/12/2020 | Aceito: 14/12/2020 | Publicado: 15/12/2020

Vanessa de Sousa Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9489-8397>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: vanessarodrigues.uft@gmail.com

Mário Antônio Vilches Júnior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7452-526X>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: mario.v.jr@hotmail.com

Ana Beatriz Bezerra Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8781-0505>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: anabezerrabeatriz2705@gmail.com

Matheus Henrique Dias Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4604-2188>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: mh130499@gmail.com

Rodolfo Olinto Rotoli Garcia Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7014-6556>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: rorgovet@hotmail.com

Fernanda Carolina Rotta Cristino Fioravante

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8276-368X>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: fernanda.fioravante@outlook.com

Fernando Oliveira Bussiman

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5417-5816>

Universidade de São Paulo, Brasil

E-mail: fernando.bussiman@usp.br

Leandro Lopes Nepomuceno

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5839-0046>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: leandro_lopes795@hotmail.com

José Américo Soares Garcia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8842-5243>

Universidade de Brasília, Brasil

E-mail: jasgarcia@unb.br

Jorge Luís Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7111-4847>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: jlferreira@mail.uft.edu.br

Resumo

O objetivo do presente estudo foi de avaliar o efeito da suplementação mineral vitamínica injetável de fósforo e vitamina B12 no desempenho reprodutivo de fêmeas bovinas da raça Nelore criadas no estado do Pará, submetidas ao protocolo de IATF. Foram utilizadas 170 vacas distribuídas em 2 tratamentos, sendo T1 (n=93) que recebeu 10 ml da suplementação injetável e T2 (n=77) que recebeu 10 ml de placebo, todos no D0 do protocolo de IATF. Todas as vacas receberam o mesmo protocolo de IATF no qual: D0 (implante intravaginal de P4 + 2 mg BE por via IM), D8 (0,5 mg PGF2 α + 300 UI eCG + 1 mg CE todos por via IM e remoção do implante de P4), D10 (IATF) e D40 (Diagnóstico gestacional com ultrassom). Os dados foram tabulados em planilhas do programa Microsoft Excel e analisados no programa Statistical Analysis System [SAS] (2009) e submetidos análise de variância pelo 7 Proc GLMMIX. A taxa de prenhez no T1 foi 61,29% (57/93) e T2 com 45,45% (35/77) com diferença significativa (P<0,05). Dessa forma, a suplementação injetável supriu algumas carências de minerais dos animais e promoveu incremento na fertilidade de vacas submetidas a protocolo de IATF.

Palavras-chave: Eficiência reprodutiva; Fósforo orgânico; Prenhez, Vitamina B12.

Abstract

The aim of the present study was to evaluate the effect of injectable vitamin mineral supplementation with phosphorus and vitamin B12 on the reproductive performance of Nellore bovine females raised in the state of Pará, submitted to the TAI protocol. 170 cows distributed in 2 treatments were used, T1 (n = 93) receiving 10 ml of injectable supplementation and T2 (n = 77) receiving 10 ml of placebo, all in the D0 of the IATF protocol. All cows received the same TAI protocol in which: D0 (intravaginal P4 + 2 mg BE implant IM), D8 (0.5 mg PGF₂ α + 300 UI eCG + 1 mg EC all IM and removal of the implant P4), D10 (IATF) and D40 (Gestational diagnosis with ultrasound). The data were tabulated in Microsoft Excel spreadsheets and analyzed using the Statistical Analysis System [SAS] (2009) and submitted to analysis of variance by the 7 Proc GLMMIX. The pregnancy rate at T1 was 61.29% (57/93) and T2 at 45.45% (35/77) with a significant difference (P <0.05). Thus, injectable supplementation provided some mineral deficiencies in the animals and promoted an increase in the fertility of cows submitted to the TAI protocol.

Keywords: Reproductive efficiency; Organic phosphorus; Pregnancy, Vitamin B12.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la suplementación vitamínica mineral inyectable con fósforo y vitamina B12 sobre el desempeño reproductivo de hembras bovinas Nellore criadas en el estado de Pará, sometidas al protocolo IATF. Se utilizaron 170 vacas distribuidas en 2 tratamientos, T1 (n = 93) recibiendo 10 ml de suplementación inyectable y T2 (n = 77) recibiendo 10 ml de placebo, todos en el D0 del protocolo IATF. Todas las vacas recibieron el mismo protocolo IATF en el que: D0 (P4 intravaginal + 2 mg BE implante IM), D8 (0,5 mg PGF₂ α + 300 UI eCG + 1 mg EC todo IM y extracción del implante P4), D10 (IATF) y D40 (Diagnóstico gestacional con ecografía). Los datos se tabularon en hojas de cálculo de Microsoft Excel y se analizaron utilizando el Sistema de análisis estadístico [SAS] (2009) y se sometieron al análisis de varianza por el 7 Proc GLMMIX. La tasa de embarazo en T1 fue 61,29% (57/93) y T2 en 45,45% (35/77) con una diferencia significativa (P <0,05). Por lo tanto, la suplementación inyectable proporcionó algunas deficiencias minerales en los animales y promovió un aumento en la fertilidad de las vacas sometidas al protocolo IATF.

Palabras clave: Eficiencia reproductiva; Fósforo orgánico; Embarazo; Vitamina B12.

1. Introdução

A eficiência reprodutiva do rebanho é o aspecto que, isoladamente, mais afeta a produtividade e rentabilidade do sistema de produção (Bergamaschi; Machado & Barbosa, 2007). No Brasil, esse é um problema que assola os rebanhos, mas essa realidade vem mudando nos últimos anos com a adoção de biotecnologias, estratégias reprodutivas e a correta suplementação animal para as diferentes categorias de animais (Sartori, 2010).

As exigências nutricionais, vitamínicas e minerais variam conforme peso vivo, categoria, estado fisiológico, e fatores ambientais (Niacino 2015). Para fêmeas bovinas a fase reprodutiva é tida como período no qual há maior exigência de suplementação mineral e vitamínica, porém deficiências nutricionais em outros períodos críticos da vida, como puberdade, parto e pico de lactação, também podem afetar a eficiência reprodutiva (Hurley & Doane, 1989; Meschy, 2010).

Os minerais representam apenas cerca de 5% do peso corporal, mesmo assim, possuem grande influência na produção do animal, acarretando acréscimos ou decréscimos na produtividade do sistema (Filappi et al., 2005). Os minerais apresentam três funções principais no organismo animal, sendo elas: composição estrutural dos tecidos corporais, fluidos corporais e catalizadores de sistemas enzimáticos (Underwood, 1999). Nos países tropicais, a produção de bovinos de corte tem as forrageiras como a principal fonte de alimento. Entretanto, bovinos criados exclusivamente a pasto possuem deficiências em minerais como fósforo (P), sódio (Na), iodo (I), cobre (Cu), cobalto (Co) e selênio (Se), sendo o P um dos minerais mais importantes (Moraes, 2001; Wunsch et al., 2006; Nicodemo, Laura & Moreira, 2008).

O fósforo (P) participa de diversas reações enzimáticas no animal, pois é constituinte de ativadores enzimáticos, como o ATP e dos ácidos nucléicos, também está presente nos ossos, atua como tampão no rúmen, na produção de leite, formação do tecido muscular, metabolismo hepático de carboidrato e tem ação importante durante a gliconeogênese em que os compostos intermediários devem ser fosforilados (Costa, 2006; Lima, 2017). Segundo Dayrell et al., (1973) e Moraes, (2001) bovinos com deficiência de fósforo apresentam menor crescimento, perda de peso, diminuição na fertilidade e produção de leite, mau estado nutricional e deformações ósseas.

Além do fósforo, o cobalto (Co) também é outro elemento importante no desempenho e na saúde geral dos animais, pois os microrganismos ruminais podem utilizá-lo para produzir vitamina B12, o qual possui papel no metabolismo de lipídeos, ácidos nucléicos e

carboidratos. Além disso, a vitamina B12 também contribui para a gliconeogênese, pois é um cofator da enzima methilmalonil-Coa mutante, que afeta positivamente o ciclo de Krebs e a taxa de gliconeogênese (Graham, 1991; Keneded, 1990; Costa, 2006). Portanto, uma deficiência de cobalto afetará o metabolismo energético do animal e resultará em baixos índices produtivos e reprodutivos. Para compensar a falta de cobalto na alimentação animal, tem-se proposto a utilização de suplementação injetável com vitamina B12.

A combinação de Cianocobalamina (vitamina B12) e Butafosfan (Fósforo orgânico) tem efeito positivo na gliconeogênese (Kreip et al., 2011), melhora o metabolismo energético da fêmea e pode promover melhores resultados reprodutivos. Portanto, para compreender os efeitos e mecanismos das deficiências minerais na reprodução, é necessário traçar estratégias nutricionais para suprir as deficiências dos bovinos criados a pasto e melhorar o nascimento e a qualidade dos bezerros (Hostetler et al., 2003).

Diante do exposto, o presente estudo visa avaliar o efeito dessa suplementação mineral e vitamínica durante o período de IATF no desempenho reprodutivo de vacas Nelore criadas na região sudeste do Pará.

2. Metodologia

O projeto de pesquisa foi executado de acordo com todas as práticas de manejo animal e bem-estar, e seguiram as recomendações do Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (Concea, 2013) para a proteção dos animais usados para experimentação animal e outros fins científicos. A pesquisa realizada foi de caráter quantitativa e seguiu um padrão universal, que permite a reprodutibilidade dos experimentos, conforme proposto por Pereira et al. (2018).

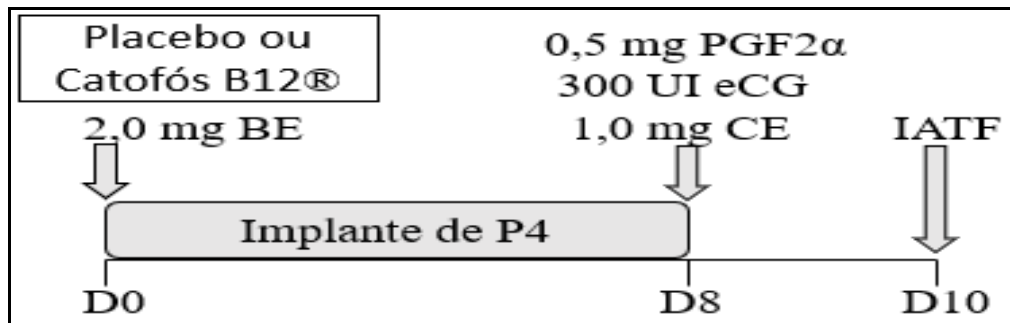
O estudo foi realizado em uma fazenda de rebanho bovino de corte comercial, localizada na zona rural do município de Santana do Araguaia no estado do Pará, Brasil (Latitude 9° 18' 0" S, Longitude 50° 6' 0" Oeste, 170 m acima do nível do mar), no período de maio a julho de 2020. O clima da região, segundo a classificação Koppen é tropical com estação seca (AW) com média de precipitação anual de 2.000 mm.

Foram utilizadas 170 fêmeas bovinas multíparas da raça Nelore com idade média de 38,5 ($\pm 3,4$) e peso médio de 380 kg ($\pm 26,52$) e escore de condição corporal (ECC) médio de 3, de acordo com a escala de 1 a 5 pontos (Meneghetti & Vasconcelos, 2008). Todas as fêmeas passaram por avaliação ginecológica e foram consideradas aptas a reprodução.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois tratamentos, sendo o tratamento

1 (T1) constituído por 93 animais e o tratamento 2 (T2) ou grupo controle com 77 animais. Os animais do T1 receberam 1 g de Butafosfan (fósforo orgânico) e 0,5 mg de Cianocobalamina de uma formulação comercial (Catofós B12®, JA Saúde Animal, Brasil) por via IV no D0 do protocolo de IATF, enquanto o T2 recebeu 10 ml de Placebo (Figura 1).

Figura 1. Esquema de protocolo hormonal de IATF utilizado nos animais suplementados ou não com vitamina B12 + fósforo orgânico.



Fonte: Autores, (2020).

No D0 foi iniciando o protocolo de IATF com a inserção do implante intravaginal de progesterona (P4) (Sincrogest implante, Ouro Fino, São Paulo, Brasil) e administração de 2,0 mg de benzoato de estradiol (BE) (Sincrodiol, Ouro Fino, São Paulo, Brasil) por via IM. No D8 foi removido o implante de progesterona e administrado 0,5 mg de prostaglandina F2 α (PGF2 α) (Sincrocio, Ouro Fino, São Paulo, Brasil), 300 UI de gonadotrofina coriônica equina (eCG) (SincroeCG, Ouro Fino, São Paulo, Brasil) e 1,0 mg de cipionato de estradiol (CE) (SincroCP, Ouro Fino, São Paulo, Brasil), todos por via IM. A inseminação artificial em tempo fixo (IATF) foi realizada no D10 após 48 horas da remoção do implante (Figura 1). A inseminação artificial foi realizada com sêmen de três (02) touros e o diagnóstico gestacional foi realizado 30 dias após a IATF por via transretal com aparelho de ultrassonografia (modelo MINDRAY DP-2200 VET, com transdutor linear de 10 Mhz).

Os dados foram tabulados em planilhas do programa Microsoft Excel® e analisados no programa Statistical Analysis System [SAS] (2002) pelo procedimento GLIMNMIX. Após verificação da normalidade dos resíduos, os dados foram submetidos à análise de variância usando os efeitos dos tratamentos, touro e interação tratamento x touro, como fontes de variação. No modelo, o efeito do touro foi considerado fixo, e os efeitos dos tratamentos como aleatórios. As médias foram comparadas através do teste t com nível de significância de 5%.

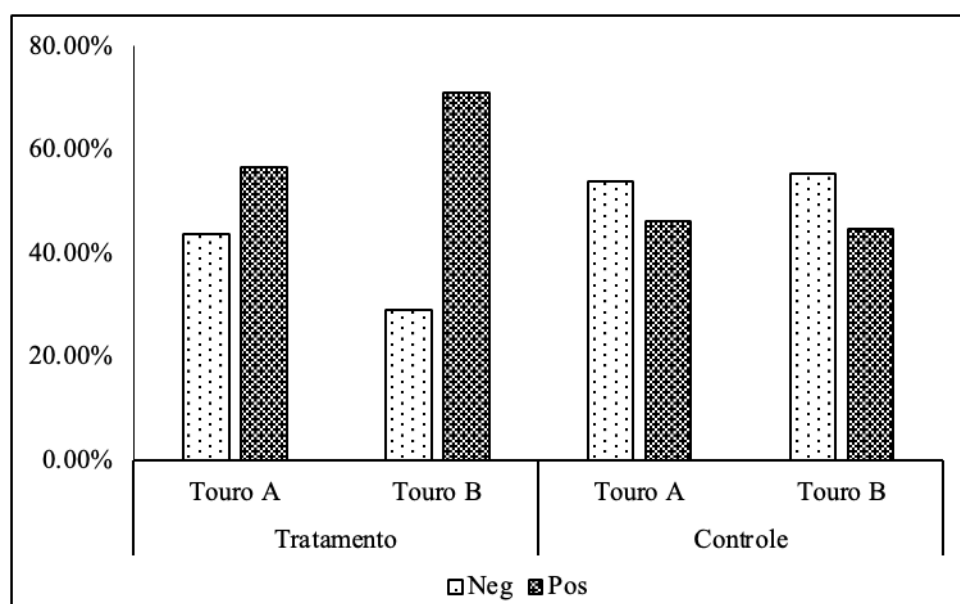
3. Resultados e Discussão

A taxa de prenhez geral foi de 54,11% (92/170), sendo considerado um resultado dentro da média nacional, segundo dados do GERAR (2019) (Zoetis Brasil, 2019). O tratamento 1 obteve taxa de 61,29% (57/93) e o tratamento controle obteve 45,45% (35/77), sendo observada diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos.

A taxa do grupo controle (T2) foi inferior à média nacional, enquanto que o grupo suplementado com vitamina B12 associado ao fósforo orgânico permitiu um acréscimo de 34,85% na taxa de fertilidade em comparação ao grupo controle, segundo metodologia proposta por Pereira et al., (2015) e Wiltbank et al., (2015). Assim, os resultados apresentados no presente estudo sugerem que a associação entre a cianocobalamina (Vitamina B12) e o butafosfan (fósforo orgânico) proporcionaram maior atividade ovariana e maior taxa de prenhez.

Não foi verificado efeito do touro e da interação touro x tratamento ($P > 0,05$). No entanto, as taxas de prenhez em relação aos touros variaram de 52,48% (53/101) a 56,52% (39/69) para os touros A e B, respectivamente, sendo que entre os touros não foi verificada diferenças significativas ($P > 0,05$), conforme pode ser visualizado na figura 02. Uma possível explicação para os dados apresentados relaciona-se à escolha dos touros, uma vez que, todos apresentam alta eficiência na fertilidade, segundo dados apresentados pela central de sêmen.

Figura 2. Contribuição dos touros (percentual) utilizados no experimento em relação à taxa de prenhez no rebanho.



Fonte: Autores, (2020).

No presente estudo, também não foi verificado efeito do ECC ($P > 0,05$) sobre a taxa de concepção dos grupos analisados, corroborando com Farias et al., (2018) e diferentemente do estudo realizado por Sahal et al., (2017) em que foi verificado influência do ECC na taxa de prenhez. Estudos realizados em vacas de leite que receberam doses de Butafosfan e Cianocobalamina demonstraram diminuição da concentração de ácido graxos não esterificados e tendência de diminuição de beta-hidroxibutirato (Pereira et al., 2013; Sahal et al., 2017; Chalmeh et al., 2020) sugerindo que a suplementação com Butafosfan e Cianocobalamina melhoram o metabolismo energético e reduzem o balanço energético negativo em vacas de leite.

De acordo com a literatura, Hess et al., (2005), o aumento das concentrações de beta-hidroxibutirato, ácidos graxos não esterificados e neuropeptídeo Y produzidos durante a metabolização de tecido adiposo promovem feedback negativo na secreção de GnRH. Dessa forma, sem a presença de GnRH não haverá feedback positivo sobre a secreção pulsátil de LH, resultando em não ovulação.

Ademais, segundo Leroy et al., (2008) baixas concentrações de glicose influenciam negativamente a secreção de LH, resposta ovariana às gonadotrofinas e qualidade dos oócitos, além de promoverem altas concentrações de beta-hidroxibutirato e ácido graxo não esterificado que afetam a qualidade do oócito. Ainda sobre essa condição, esses efeitos podem promover inibição da taxa de maturação, levando a taxas de fertilização, clivagem e formação de blastocisto relativamente baixas, devido a indução de apoptose do oócito e necrose do complexo cumulus-oócito (Rabiee et al., 1997; Leroy et al., 2005).

A taxa de prenhez dos animais que receberam suplementação mineral e vitamínica foi de 61,29% (57/93) contra 45,45% (35/77), dos animais do grupo controle. Essa diferença pode ser atribuída a capacidade da suplementação mineral e vitamínica em favorecer possíveis fatores que poderiam comprometer o desempenho reprodutivo animal (metabolismo energético, carência alimentar e fatores climáticos), uma vez que as fontes vitamínicas e minerais são de absorção imediata. Ademais, vale salientar, que na região do experimento, durante o período experimental, os índices de precipitação foram 93% inferiores ao período chuvoso, considerando-se as médias dos meses finais de 2019 (setembro a dezembro) e iniciais de 2020 (janeiro a maio).

Reis et al., (2012) trabalhando com doadoras da raça Gir observaram que as fêmeas que receberam uma solução injetável de Butafosfan e Cianocobalamina tiveram melhores resultados no número de estruturas recuperadas, oócitos viáveis e embriões e taxa de oócitos viáveis superior ($P < 0,05$) em relação às não tratadas, porém a taxa de prenhez foi semelhante

($P > 0,05$). Lima et al., (2017) trabalhando com doadoras da raça Jersey observaram resultados similares, no qual o grupo tratado obteve maior ($P < 0,05$) número de estruturas aspiradas, oócitos recuperados e oócitos viáveis devido ao aumento da glicemia e a diminuição da concentração sanguínea de ácido graxo não esterificado auxiliou positivamente na foliculogênese e desenvolvimento do oócito. Tais resultados evidenciam os efeitos benéficos da associação de Butafosfan e Cianobolamina sobre o desenvolvimento folicular que podem estar relacionados a melhora do metabolismo energético.

Em outros estudos, Souza et al., (2014) verificaram que novilhas aneloras acíclicas que receberam administração de uma formulação comercial de Butafosfan e Cianocobolamina apresentaram taxa de prenhez semelhante às novilhas cíclicas, sugerindo que tais formulações proporcionaram incremento na fertilidade de novilhas zebuínas. Da mesma forma, Penteado et al., (2017) trabalhando com solução injetável de P, Cu, Se e Mg observaram que a administração dos minerais proporcionou maior taxa de prenhez ($P < 0,05$) em comparação ao grupo controle.

A importância de uma dieta rica em minerais, a condição corporal e o balanço energético exercem influência sobre os níveis hormonais, principalmente o hormônio de crescimento (GH) que tem relação direta na pulsatilidade de LH, crescimento do folículo dominante e consequente aumento nas concentrações de estradiol e progesterona (P4), ou seja, sobre o desempenho reprodutivo de fêmeas.

Segundo a literatura, fêmeas bovinas que apresentam deficiência de fósforo possuem menor atividade ovariana, menor taxa de prenhez, aumento de cistos foliculares, anestro prolongado, perda de peso e mau estado nutricional (Dayrell et al., 1973; Hurley et al., 1989; Dayrell, 1991; Moraes, 2001). Ademais, segundo Dayrell (1991) a deficiência de fósforo afeta a reprodução, pois ele é constituinte do fosfolípídio e adenosina monofosfato que participam da mediação hormonal. Já a deficiência de cobalto resulta no déficit de produção de vitamina B12 pela microbiota ruminal e o animal pode apresentar falta de apetite, perda de peso, diminuição de desempenho, anemia e desordens no fígado (Silva et al., 2017). Dessa forma, a deficiência de fósforo e cobalto pode diminuir os índices reprodutivos devido os efeitos sobre o metabolismo energético e fisiologia reprodutiva.

O uso de fósforo e vitamina B12 está relatado como um adjuvante na produção de oócitos de melhor qualidade durante o ciclo estral de diversas espécies, bem como relacionado à ovulação, porém este assunto merece maiores esclarecimentos. Dessa forma, a utilização de nutrientes que melhorem o metabolismo energético do animal e aumenta a glicemia pode promover melhor ambiente para o ovário e assim produzir folículos de melhor

qualidade e resultar em maiores índices reprodutivos.

4. Considerações Finais

Os resultados demonstraram que a utilização de fósforo orgânico associado a vitamina B12 promoveram maiores ovulações com consequente maiores taxa de prenhez do rebanho utilizado, apresentando diferença significativa ($P < 0,05$) em relação ao grupo controle. Assim, sugere-se que tal composto pode ser uma ferramenta no auxílio de melhores índices de prenhez em rebanhos que estejam submetidos a um estresse alimentar moderado.

Recomenda-se maiores estudos avaliando perfis hormonais e valores sanguíneos que poderão nortear melhor os efeitos da combinação fósforo orgânico e vitamina B12 sobre o desempenho reprodutivo de fêmeas de corte.

Agradecimentos

A Capes pela concessão de bolsa; Ao Laboratório JA Saúde Animal em especial ao grupo JA Saúde Animal-Regional Norte pela doação dos medicamentos; A Agropecuária Santa Barbara pela disponibilidade dos animais.

Referências

Barbosa, F. B., Bomjardim, H. A., Helayel, M. J. S., Faial, K. C., Oliveira, C., Malafaia, P., & Barbosa, J. D. (2016). Avaliação econômica de três tipos de suplementação mineral para bovinos de corte no Estado do Pará. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 36(7):600-604.

Bergamaschi, M., Machado, R., & Barbosa, R. (2007). Eficiência reprodutiva em bovinos. In Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Semana do estudante, 18., 2007, São Carlos, SP. Palestras. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007.

Dayrell, de S., M., Döbereiner, J., & Tokarnia, C. H. (1973). Deficiência de fósforo em bovinos na região de Brasília. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 8(6):105-114.

Filappi, A., Prestes, D., & Cecim, M. (2005). Suplementação mineral para bovinos de corte sob pastejo. Revisão. *Veterinária Notícias*, 11(2).

Graham, T. W. (1991). Trace element deficiencies in cattle. *Veterinary clinics of North America: food animal practice*, 7(1):153-215.

Hostetler, C. E., Kincaid, R. L., & Mirando, M. A. (2003). The role of essential trace elements in embryonic and fetal development in livestock. *The Veterinary Journal*, 166(2):125-139.

Hurley, W. L., & Doane, R. M. (1989). Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. *Journal of Dairy Science*, 72(3):784-804.

Kennedy, D. G., Cannavan, A., Molloy, A., O'harte, F., Taylor, S. M., Kennedy, S., & Blanchflower, W. J. (1990). Methylmalonyl-CoA mutase (EC 5.4. 99.2) and methionine synthetase (EC 2.1. 1.13) in the tissues of cobalt-vitamin B 12 deficient sheep. *British Journal of Nutrition*, 64(3):721-732.

Lima, M. E., Pereira, R. A., Maffi, A. S., Tonello dos Santos, J., Martin, C. E., Del Pino, F. A., & Correa, M. N. (2017). Butaphosphan and cyanocobalamin: effects on the aspiration of oocytes and in vitro embryo production in Jersey cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 97(4):633-639.

Meneghetti, M., & Vasconcelos, J. L. M. (2008). Mês de parição, condição corporal e resposta ao protocolo de inseminação artificial em tempo fixo em vacas de corte primíparas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 60(4):786-793.

Meschy, F. (2010). *Mineral nutrition of domestic ruminants*. Mineral nutrition of domestic ruminants. Oxfordshire, UK

Moraes, S. D. S. (2001). *Principais deficiências minerais em bovinos de corte*. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2001.

Medeiros, S. R., Gomes, R. D. C., & Bungenstab, D. J. (2015). *Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações*. Embrapa Gado de Corte-Livro técnico (INFOTECA-E).

Nicodemo, M. L. F., Laura, V., & Moreira, A. (2008). *Nutrição mineral de bovinos de corte em pastejo-repostas de plantas forrageiras à adubação e de bovinos à suplementação da pastagem*. Embrapa Pecuária Sudeste-Documentos (INFOTECA-E).

Penteado, L., Santos, F. B., Lima, B. S., Decuadro-Hansen, G., Durel, L., Colli, M. H. A., & Baruselli, P. S. (2017, July). *Effect of Fosfosal® supplementation on pregnancy rate of FTAI of suckled Nelore cows*. In Annual Meeting of The Brazilian Embryo Technology Society (SBTE). Cabo de Santo Agostinho (p. 687).

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf

Rabiee, A. R., Lean, I. J., Gooden, J. M., Miller, B. G., & Scaramuzzi, R. J. (1997). An evaluation of transovarian uptake of metabolites using arterio-venous difference methods in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, 48(1):9-25.

Reis, P. O., Martins, C. M., Sales, J. N. S., Pulga, M. E., Brandeburgo, E. S., Duran, M., & Baruselli, P. S. (2012). Effect of the supplementation with injectable tonic, organic phosphorus based associated with vitamin B12 (B12 Catosal®) in the in vitro embryo production of Gyr donors. *Anim. Reprod*, 9:562.

SAS Institute Inc. (2004). SAS, 9.1. 3, Help and Documentation. SAS Institute Inc., Cary; NC, USA.

Silva, N. C. D., Martins, T. L. T., & Borges, I. (2017). Efeito dos microminerais na alimentação de ruminantes. *Ciência Animal*, 27(1):75-98.

Souza, J. V. L., Frade, M. C., & Frade, C. S. (2014). Incremento da fertilidade em novilhas zebuínas com uso do catosal® e robrante®. *UNISALESIANO*, 1(1):1-6.

Tokarnia, C. H., Döbereiner, J., & Peixoto, P. V. (2000). Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 20(3):127-138.

Underwood, E. J. (1999). *The mineral nutrition of livestock*. Cabi. 2.ed. England:102-103.

Wunsch, C., Barcellos, J. O. J., Prates, Ê. R., Costa, E. C. D., Montanholi, Y. R., & Brandão, F. (2006). Macrominerais para bovinos de corte nas pastagens nativas dos Campos de Cima da Serra-RS. *Ciência Rural*, 36(4):1258-1264.

Zoetis Brasil (2019). *Gerar: Benchmarking Iatf 2019*. São Paulo: Zoetis. (Informativo Técnico).

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Vanessa de Sousa Rodrigues – 20%

Mário Antônio Vilches Júnior – 10%

Ana Beatriz Bezerra Souza – 10%

Matheus Henrique Dias Rodrigues – 10%

Rodolfo Olinto Rotoli Garcia Oliveira – 7%

Fernanda Carolina Rotta Cristino Fioravante – 7%

Fernando Oliveira Bussiman – 7%

Leandro Lopes Nepomuceno – 7%

José Américo Soares Garcia – 7%

Jorge Luís Ferreira – 15%