

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**GUSTAVO CASTRO MAGALHÃES MABUB MUANIS**

**SUPLEMENTAÇÃO MINERAL E VITAMÍNICA INJETÁVEL (KIT ADAPTADOR®  
MIN E VIT, BIOGÉNESIS BAGÓ) NA FERTILIDADE DE RECEPTORAS DE  
EMBRIÕES BOVINOS**

**VIÇOSA - MINAS GERAIS**

**2020**

**GUSTAVO CASTRO MAGALHÃES MABUB MUANIS**

**SUPLEMENTAÇÃO MINERAL E VITAMÍNICA INJETÁVEL (KIT ADAPTADOR®  
MIN E VIT, BIOGÉNESIS BAGÓ) NA FERTILIDADE DE RECEPTORAS DE  
EMBRIÕES BOVINOS**

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

Orientadora: Cristina Mattos Veloso  
Coorientador: Milton Maturana Filho

**VIÇOSA - MINAS GERAIS**

**2020**

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

T

M941s  
2020  
Muanis, Gustavo Castro Magalhães Mabub, 1989-  
Suplementação mineral e vitamínica injetável (Kit  
Adaptador® Min e Vit, Biogénesis Bagó) na fertilidade de  
receptoras de embriões bovinos / Gustavo Castro Magalhães  
Mabub Muanis. – Viçosa, MG, 2020.  
25 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Cristina Mattos Veloso.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.22-25.

1. Reprodução animal. 2. Antioxidantes. 3. Transferência de  
embriões. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de  
Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.082

**GUSTAVO CASTRO MAGALHÃES MABUB MUANIS**

**SUPLEMENTAÇÃO MINERAL E VITAMÍNICA INJETÁVEL (KIT ADAPTADOR®  
MIN E VIT, BIOGÊNESIS BAGÓ) NA FERTILIDADE DE RECEPTORAS DE  
EMBRIÕES BOVINOS**

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

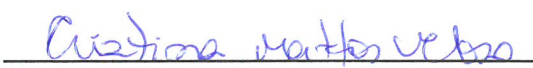
APROVADA: 18 de junho de 2020.

Assentimento:



---

Gustavo Castro Magalhães Mabub Muanis  
Autor



---

Cristina Mattos Veloso  
Orientadora

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me abençoar sempre e me conceder a oportunidade de aprendizagem e crescimento durante esta caminhada.

Aos meus pais Jorge e Sônia, pelo apoio e amor incondicional.

A Biogénesis Bagó, pela confiança e oportunidade para o meu desenvolvimento profissional.

Ao Departamento de Zootecnia, por todas as oportunidades oferecidas e pela excelência no ensino.

À Professora Cristina Mattos Veloso, pela dedicação, paciência e oportunidade de aprendizado adquirido.

Ao Dr. Milton Maturana Filho, pela amizade, pelo incentivo e pela orientação.

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

Enfim, a todos aqueles que contribuíram para realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos!

## RESUMO

MUANIS, Gustavo Castro Magalhães Mabub, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2020. **Suplementação mineral e vitamínica injetável (Kit Adaptador® Min e Vit, Biogénesis Bagó) na fertilidade de receptoras de embriões bovinos**. Orientadora: Cristina Mattos Veloso. Coorientador: Milton Maturana Filho.

Minerais como Se, Mn, Zn e Cu e vitaminas como A e E exercem papel fundamental na atividade antioxidante. Em situações em que ocorre estresse dos animais, principalmente pelo manejo, como o realizado no programa de transferência de embriões em tempo fixo (TETF), a suplementação mineral e vitamínica injetável tem sido associada ao aumento da fertilidade de fêmeas bovinas, demonstrando ser excelente opção para suprir as necessidades desses elementos, além de ser economicamente viável. O objetivo deste estudo foi avaliar as taxas de aproveitamento, concepção e prenhez de vacas e novilhas receptoras de embriões, que receberam suplementação mineral e vitamínica (Kit Adaptador® Min e Vit, Biogénesis Bagó). Utilizou-se, nesta pesquisa, um delineamento inteiramente casualizado, sendo os grupos experimentais: Controle (n = 234) e Kit Adaptador® (n = 310). O protocolo hormonal usado foi: dia zero (D0) = inserção do implante com 1 g de progesterona (P4) (Cronipres® Mono Dose, Biogénesis Bagó, Brasil) + aplicação de 2 mg de benzoato de estradiol (BE) (Bioestrogen®, Biogénesis Bagó, Brasil); e dia oito (D8) = retirada do implante intravaginal de P4 + aplicação de 300 UI de gonadotrofina coriônica equina (eCG-PMSG) (Ecegon®, Biogénesis Bagó, Brasil) + 75 µg de D-Cloprostenol (PGF2α) (Croniben®, Biogénesis Bagó, Brasil) + 1 mg cipionato de estradiol (CE) (Croni-Cip®, Biogénesis Bagó, Brasil). A aplicação do suplemento injetável foi efetuada nos dias zero (D0) e oito (D8) do protocolo, pela via subcutânea, na dosagem de 1 mL x 100 kg, que corresponde a uma dose do Kit Adaptador® Min: 0,10 mg/kg de cobre; 0,4 mg/kg de zinco; 0,10 mg/kg de manganês; e 0,05 mg/kg de selênio e Kit Adaptador® Vit: 17,5 mg/kg de vitamina A e 0,5 mg/kg de vitamina E. A avaliação do parâmetro ovariano foi com base na presença ou não de corpo lúteo (CL) no momento da TETF, que foi realizada no dia 17 (D17). O diagnóstico de gestação foi feito por ultrassonografia (Mindray DP2200 Vet, com probe linear de 5,0 MHz), 30 dias após a TETF. Os dados obtidos foram analisados, utilizando-se o programa SAS versão 9.4 (SAS/STAT®, SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2017). Houve efeito da suplementação na taxa de concepção (Controle = 45,1%; e Kit Adaptador® = 49,8%) e na taxa de prenhez (Controle = 35,1%; e Kit Adaptador® = 37,8%) de vacas e novilhas (P < 0,05). Avaliando as duas categorias separadamente, houve efeito positivo (P < 0,05) na taxa de concepção das vacas (Controle = 45,5%; e Kit Adaptador® = 47,4) e das novilhas (Controle =

43,2%; e Kit Adaptador<sup>®</sup> = 60%) e na taxa de prenhez das novilhas (Controle = 35,5%; e Kit Adaptador<sup>®</sup> = 48,2%). A suplementação foi benéfica ( $P < 0,05$ ) na taxa de concepção (Controle = 29,1%; e Kit Adaptador<sup>®</sup> = 50%) e na taxa de prenhez (Controle = 22,5%; e Kit Adaptador<sup>®</sup> = 39,2%) em receptoras com escore de condição corporal (ECC) abaixo de 2,5 (escala de 1 a 5). Foi observado efeito positivo ( $P < 0,05$ ) na taxa de concepção (Controle = 46,1%; e Kit Adaptador<sup>®</sup> = 54,6%) e na taxa de prenhez (Controle = 36,1%; e Kit Adaptador<sup>®</sup> = 40,4%) das receptoras da raça Nelore. A taxa de aproveitamento foi inferior nas fêmeas suplementadas (Controle = 78,3%; e Kit Adaptador<sup>®</sup> = 73,9%). Concluiu-se que a suplementação mineral e vitamínica injetável em receptoras de embriões melhorou as taxas de concepção e prenhez, o que trouxe efeito benéfico na fertilidade de receptoras de embriões com baixo ECC.

Palavras-chave: Antioxidantes. Minerais. TETF. Vitaminas.

## ABSTRACT

MUANIS, Gustavo Castro Magalhães Mabub, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2020. **Injectable mineral and vitamin supplementation (Kit Adaptador<sup>®</sup> Min e Vit, Biogénesis Bagó) in the fertility of bovine embryo recipients.** Advisor: Cristina Mattos Veloso. Co-advisor: Milton Maturana Filho.

Minerals like Se, Mn, Zn and Cu and vitamins like A and E play a fundamental role in antioxidant activity. In situations in which animal stress occurs, mainly due to management, such as the management performed in the fixed-time embryo transfer program (FTET), injectable mineral and vitamin supplementation has been associated with increased fertility in bovine females, demonstrating to be an excellent option to meet the needs of these elements, being economically viable. The objective of this study was to evaluate the utilization rate, the conception rate and the pregnancy rate of embryo receiving cows and heifers that received mineral and vitamin supplementation (Kit Adaptador<sup>®</sup> Min and Vit, Biogenesis Bagó). The study was carried out using a completely randomized design, being the experimental groups: Control (n = 234) and Kit Adaptador<sup>®</sup> (n = 310). The hormonal protocol used was: day zero (D0) = implant insertion with 1 g of progesterone (P4) (Cronipres<sup>®</sup> Mono Dose, Biogenesis Bagó, Brazil) + application of 2 mg of estradiol benzoate (EB) (Bioestrogen<sup>®</sup>, Biogenesis Bagó, Brazil); and day eight (D8) = removal of the P4 intravaginal implant + application of 300 IU of equine chorionic gonadotropin (eCG-PMSG) (Ecegon<sup>®</sup>, Biogénesis Bagó, Brazil) + 75 µg of D-Cloprostenol (PGF2α) (Croniben<sup>®</sup>, Biogénesis Bagó, Brazil) + 1 mg of estradiol cypionate (EC) (Croni-Cip<sup>®</sup>, Biogénesis Bagó, Brazil). The application of the injectable supplement was performed on days zero (D0) and eight (D8) of the protocol, subcutaneously, at a dosage of 1 mL x 100 kg, which corresponds to a dose of Kit Adaptador<sup>®</sup> Min: 0.10 mg/kg of copper; 0.4 mg/kg of zinc; 0.10 mg/kg of manganese and 0.05 mg/kg of selenium and Kit Adaptador<sup>®</sup> Vit: 17.5 mg/kg of vitamin A and 0.5 mg/kg of vitamin E. The evaluation of the ovarian parameter was based on the presence or absence of a corpus luteum (CL) at the time of FTET, which was performed on the seventeenth day (D17). The pregnancy diagnosis was made by ultrasound (Mindray DP2200 Vet, with a 5.0 MHz linear probe), 30 days after FTET. The data obtained were analyzed using the SAS program version 9.4 (SAS/STAT<sup>®</sup>, SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2017). There was effect of supplementation on conception rate (Control = 45.1%; Kit Adaptador<sup>®</sup> = 49.8%) and on pregnancy rate (Control = 35.1%; Kit Adaptador<sup>®</sup> = 37.8%) of cows and heifers ( $P < 0.05$ ). Evaluating the two categories separately, the effect was positive ( $P < 0.05$ ) on the conception rate of cows (Control = 45.5%; Kit Adaptador<sup>®</sup> = 47.4) and heifers



(Control = 43.2%; Kit Adaptador<sup>®</sup> = 60%) and in the pregnancy rate of heifers (Control = 35.5%; Kit Adaptador<sup>®</sup> = 48.2%). Supplementation was beneficial ( $P < 0.05$ ) in the conception rate (Control = 29.1%; Kit Adaptador<sup>®</sup> = 50%) and in the pregnancy rate (Control = 22.5%; Kit Adaptador<sup>®</sup> = 39.2 %) in recipients with a body condition score (ECC) below 2.5 (scale from 1 to 5). A positive effect ( $P < 0.05$ ) was observed in the conception rate (Control = 46.1%; Kit Adaptador<sup>®</sup> = 54.6%) and pregnancy rate (Control = 36.1%; Kit Adaptador<sup>®</sup> = 40.4%) of Nelore breed recipients. The utilization rate was lower in supplemented females (Control = 78.3%; Kit Adaptador<sup>®</sup> = 73.9%). By the results obtained, it is possible to conclude that injectable mineral and vitamin supplementation in embryo recipients improved the conception rate and the pregnancy rate, having a beneficial effect on the fertility of embryo recipients with low BCS.

Keywords: Antioxidants. Minerals. FTET. Vitamins.

## SUMÁRIO

	Pág.
I. INTRODUÇÃO.....	9
II. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
III. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	17
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
V. CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS.....	22

## I. INTRODUÇÃO

A suplementação estratégica de vitaminas e minerais tem sido associada ao aumento da fertilidade em bovinos, pois nutrientes como selênio, zinco e cobre estão ligados a atividades metabólicas e antioxidativas, tanto nos tecidos reprodutivos como nos ovócitos. A utilização da suplementação injetável de microminerais e vitaminas tem aumentado a taxa de ciclicidade e a de prenhez em vacas e novilhas (LOLLATO *et al.*, 2017; GONÇALVES *et al.*, 2018; MATURANA *et al.*, 2018).

Muitas vezes, os animais são expostos a vários estressores em um curto espaço de tempo (ARAÚJO *et al.*, 2010), como desmame, formação de novos lotes, situações de manejo, exposição a novos ambientes (estresse psicológico), ferimentos, estresse térmico, fadiga, restrições alimentar e hídrica durante o transporte (estresse físico), assim como uma perturbação nas funções endócrina ou neuroendócrina como resultado dos outros tipos de estresse (estresse fisiológico).

Todos os estressores são diretamente relacionados com perdas econômicas gigantescas na indústria de carne. Essas perdas econômicas incluem, além das taxas de mortalidade dos animais, os custos associados com desperdício de alimentos, baixa fertilidade, compra de medicamentos e redução do desempenho dos animais doentes (LOERCH; FLUHARTY, 1999). Portanto, utilizar estratégias de manejo nutricional e injetáveis, que previnem as doenças estimuladas pelo estresse, beneficiarão o bem-estar e a produtividade animal, o que promove maior rentabilidade do sistema de produção de bovinos de corte (LOLLATO *et al.*, 2017; GONÇALVES *et al.*, 2018; MATURANA *et al.*, 2018).

Durante o metabolismo normal de uma célula, ocorre o processo de oxidação, que gera os radicais livres (RL). Entre esses, estão as espécies reativas de oxigênio (ERO), consideradas as mais lesivas, por causa da alta capacidade delas de reagirem com outros compostos celulares. As ERO são controladas por um sistema de defesa antioxidante, em que a vitamina E (tocoferol) desempenha importante papel. O estresse aumenta a geração de radicais livres, utilizando em maior quantidade as substâncias antioxidantes. Quando essas são insuficientes para neutralizar os RL, o animal entra em estresse oxidativo (CHIRASE *et al.*, 2004; PREGEL *et al.*, 2005).

Os antioxidantes protegem e reparam os danos que os RL podem causar. Para o correto funcionamento desse sistema, a ação das metaloenzimas é necessária, principalmente a da superóxido dismutase, que é dependente dos teores plasmáticos de cobre, zinco e selênio. Também outras enzimas, como a glutathione peroxidase, participam desse processo, além de outras substâncias, como as vitaminas A e E, que apresentam a capacidade de captar radicais

livres, reparar e proteger membranas celulares e modular a atividade de enzimas do sistema antioxidante.

Nos casos de lesão celular, tanto os microminerais como as vitaminas lipossolúveis, por estarem presentes nos processos de diferenciação celular, bem como na expressão gênica, que pode auxiliar na recuperação da atividade do tecido, faz-se necessário que seus teores plasmáticos estejam elevados. Das vitaminas lipossolúveis, a vitamina D, que atua no metabolismo do cálcio e fósforo, nos países tropicais, é a menos importante a ser suplementada. Porém, em razão do importante número de animais estabulados e da grande amplitude de produtos comerciais disponíveis com a associação das vitaminas A, D e E, o uso da vitamina D não pode ser negligenciado (POND, 2005).

Situações em que ocorre aumento da produção de radicais livres são comuns nos ambientes intensivos de produção, em que se prima pela otimização dos índices zootécnicos, que normalmente aumentam a exigência metabólica do animal. Nessas situações, se não houver adequada concentração de substâncias antioxidantes, possivelmente os animais entram em estresse oxidativo, com predisposição a enfermidades (MATURANA *et al.*, 2018).

O estresse é um mecanismo de defesa, uma modificação progressiva dos mecanismos fisiológicos para permitir que o indivíduo responda ao agente estressor. Embora seja um mecanismo de proteção, causa numerosas alterações estruturais e funcionais no organismo e pode aumentar a susceptibilidade a doenças e, ou, induzir alterações fisiológicas. A resposta do organismo ao estresse é o aumento da produção e liberação de hormônios, neurotransmissores e eicosanoides. Por conseguinte, pode provocar alterações em todos os órgãos e sistemas, sendo o sistema imunológico (LEWIS; McKAY, 2009) e o reprodutor grandemente atingidos (BISPO; PEREIRA, 1994).

Nos organismos aeróbicos, durante os processos metabólicos, na proliferação celular e na defesa contra agentes agressores (microrganismos), são produzidos radicais livres. Entre esses, pequenas quantidades de ERO são constantemente produzidas. A quantidade ideal desses metabólitos é mantida pelo sistema de defesa antioxidante, que evita danos celulares que as ERO poderiam causar. O dano celular ocorre quando há aumento da produção de ERO e, ou, diminuição das defesas antioxidantes (HATAMOTO, 2004).

Em decorrência do estresse, grandes alterações são causadas no organismo, que podem levar ao estresse oxidativo, definido como acúmulo de ERO, que causa danos ao DNA, aos lipídios, aos carboidratos, às proteínas e a outros componentes celulares (NICHII, 2003). As ERO que apresentam implicações para o organismo animal são, principalmente, o ânion superóxido ( $O_2^-$ ), o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), o radical peroxil ( $LOO^\cdot$ ) e o radical

hidroxila ( $\text{OH}^-$ ) (SIKKA, 1996). Esses reagem especialmente com fosfolipídios insaturados, glicolipídios e colesterol, que são importantes componentes das membranas celulares de células de todo o corpo, causando peroxidação lipídica (GIROTTI, 1998).

A produção equilibrada de ERO e enzimas antioxidantes faz parte das funções fisiológicas (AITKEN, 1994; AITKEN; BAKER, 2004). Porém, a produção excessiva desses metabólitos ou a falha do sistema antioxidante causa redução da fertilidade (JONES, MANN, 1977), oxidação de proteínas, lipídeos e DNA de células de todo o organismo (AITKEN; BAKER, 2004; SIKKA, 2004) e diminuição da imunidade (LEWIS; McKAY, 2009; BISPO; PEREIRA, 1994).

Para que as respostas imunes e reprodutivas sejam eficientes, é necessário destacar que todos os nutrientes requeridos na dieta são importantes. No entanto, alguns desses nutrientes parecem ter uma associação muito mais estreita com essa resposta. O organismo desenvolve sistemas de defesa antioxidante para controlar os processos oxidativos e se proteger dos danos que esses poderiam causar. As defesas podem ser classificadas em primárias e secundárias. As defesas primárias, formadas pelas enzimas catalase, superóxido dismutase (SOD) e glutathione peroxidase, atuam na prevenção, inativando as ERO antes dessas oxidarem os lipídios. As secundárias, constituídas, entre outros, pela vitamina E (tocoferol) e pelo butilhidroxitolueno (BHT), agem no reparo dos danos causados pelas ERO e também na promoção da eliminação dessas (HATAMOTO, 2004).

A vitamina E é lipossolúvel e apresenta importante papel no reparo dos danos causados pelas ERO e também na eliminação delas (HATAMOTO, 2004). A suplementação dessa vitamina em humanos levou à melhora da glicemia e ação da insulina (PAOLISSO *et al.*, 1993). Em bovinos abatidos, proporcionou estabilização na cor da carne desses animais por inibição da oxidação de lipídios (FAUSTMAN *et al.*, 1998; GRANIT, *et al.*, 2001). Em bovinos confinados, levou à melhora na resposta imune humoral e recuperação de enfermidade respiratória, além de aumento no ganho de peso e rendimento de carcaça, quando do abate desses animais (RIVERA *et al.*, 2002). Em suínos submetidos à vibração (uma simulação de transporte), proporcionou menor produção de cortisol, lactato e epinefrina (PEETERS *et al.*, 2005).

Foi demonstrado, *in vitro*, que a vitamina E, além de captar os radicais livres, repara e protege membranas celulares (GIROTTI, 1998; MACHLIN, 1984) e também mantém os níveis da superóxido dismutase no plasma seminal (BECONI *et al.*, 1991). Segundo Bradford *et al.* (2003), a ação do tocoferol sobre a modulação da atividade enzimática pode ser maior do que a sua ação sobre a estrutura da membrana. Além de o tocoferol agir como antioxidante, ele atua

em vários outros mecanismos celulares e orgânicos, como a regulação da transcrição de genes, agregação plaquetária e adesão monocitária (BRADFORD *et al.*, 2003).

Já a vitamina A possui propriedades anticarcinogênicas e antimutagênicas. Ela é necessária às células epiteliais, ao crescimento ósseo e à visão noturna. Em relação à vitamina D, embora a principal ação dela esteja relacionada com o metabolismo do cálcio e fósforo, a fim de manter os níveis normais desses elementos no organismo, essa também atua no sistema imune (POND, 2005).

Considerando-se as alterações induzidas pelo estresse oxidativo, é fundamental que se dê especial atenção a métodos que o quantifiquem e possibilitem seu entendimento, e que, dessa forma, levem a meios de controlá-lo ou minimizá-lo, para manter o bem-estar e a saúde animal e, conseqüentemente, a fertilidade (PEETERS *et al.*, 2005).

O grande interesse por essas estratégias, que aumentam os mecanismos de defesa ao estresse oxidativo, tem sido especialmente direcionado para o estudo dos efeitos da suplementação com minerais orgânicos injetáveis. Dentre os vários nutrientes necessários, os microminerais e as vitaminas têm sido os mais estudados. Uma grande vantagem do uso da suplementação de micronutrientes e vitaminas lipossolúveis injetáveis é o baixo custo dessa, que apresenta uma relação custo-benefício favorável, quando é aplicada de maneira conjunta com as demais medidas recomendadas (OLDHAM *et al.*, 1991).

Vários micronutrientes (minerais e vitaminas) têm relação direta com o funcionamento adequado do sistema imune e reprodutivo, o que, conseqüentemente, afeta a capacidade da vaca de uma nova gestação. Os primeiros estudos que estabeleceram essa relação foram feitos na década de 1980, sobre o efeito do selênio e da vitamina E (OLDHAM *et al.*, 1991; WEISS, 2002).

De maneira resumida, a maioria dos micronutrientes que influencia o sistema imune atua como substâncias antioxidantes, que nada mais são do que sistemas ou compostos que previnem ou reduzem os efeitos negativos da ação dos radicais livres (FAUSTMAN *et al.*, 1998; GRANIT *et al.*, 2001).

O selênio (Se) é um micronutriente que desempenha papel essencial na função do sistema imune, visto que é um componente das enzimas antioxidantes superóxido dismutase e da glutathione peroxidase, que exercem importante atribuição na proteção das células e dos tecidos contra a ação dos radicais livres produzidos pelo metabolismo oxidativo das células; em especial, nos leucócitos, que são as células de defesa do sistema imune, durante a fagocitose e os mecanismos de eliminação dos microrganismos. As deficiências de Se resultam em diminuição da função do neutrófilo, que é uma das primeiras células de defesa responsáveis

para eliminar bactérias invasoras da glândula mamária. As vacas que recebem suplementação de Se em quantidades adequadas apresentam casos de mastite clínica com menor duração e com menor severidade dos sintomas. Esses efeitos benéficos da suplementação com Se podem ser atribuídos à diminuição dos danos celulares causados pelos radicais livres (OLDHAM *et al.*, 1991; WEISS, 2002).

Com uma função biológica semelhante à do Se, a vitamina E proporciona maior estabilidade e previne a degradação de lipídios presentes em membranas biológicas. Essa vitamina tem impacto direto na produção de vários mediadores da inflamação e apresenta efeitos estimulatórios do sistema imune, podendo ser encontrada em grandes quantidades em forragens verdes. No entanto, a concentração dessa vitamina diminui significativamente à medida que a planta envelhece e durante processos de conservação de forragens, como a ensilagem. Sendo assim, recomenda-se a suplementação de vitamina E (WEISS, 2002).

A vitamina A e o seu precursor, o  $\beta$ -caroteno, são nutrientes que se destacam pelas suas funções na visão, no crescimento celular normal e na integridade de epitélios e mucosas. A vitamina A possui um papel importante na resposta ao estresse, que apresenta efeito depressor do sistema imune. Por sua vez, o  $\beta$ -caroteno pode atuar de maneira independente da vitamina A, como substância antioxidante, inativando radicais livres e protegendo membranas contra a degradação delas. Ambos, vitamina A e  $\beta$ -caroteno, apresentam efeitos estimulatórios do sistema imune e aumento da resistência a doenças (FAUSTMAN *et al.*, 1998; GRANIT, *et al.*, 2001; WEISS, 2002).

O cobre é um nutriente essencial para a síntese de hemoglobina, além de desempenhar atribuições antioxidantes por meio da enzima cobre-dependente, chamada superóxido dismutase, podendo ser encontrado também na ceruloplasmina. Essas duas proteínas são importantes para a função do sistema imune, em parte por causa da ação protetora contra radicais livres produzidos pelo metabolismo celular e, adicionalmente, em razão da função moduladora do sistema imune. Estudos indicam que a deficiência de cobre em vacas reduz a capacidade bactericida dos leucócitos, principalmente no período peri-parto. Quando essa deficiência estiver associada a outras, como a de vitamina E, vitamina A e  $\beta$ -caroteno, ocorre a diminuição da capacidade de resposta imune da vaca (LOLLATO *et al.*, 2017; GONÇALVES *et al.*, 2018; MATURANA *et al.*, 2018).

Além das funções desempenhadas no metabolismo normal, o zinco (Zn) tem sido associado à função imune. O Zn é, juntamente com o cobre, um componente do sistema antioxidante superóxido dismutase, que apresenta papel protetor das membranas celulares

contra a ação oxidativa dos radicais livres. As deficiências de Zn podem resultar em maior susceptibilidade a infecções secundárias, que podem ser revertidas pela suplementação desse componente (OLDHAM *et al.*, 1991; Weiss 2002; FAUSTMAN *et al.*, 1998; GRANIT, *et al.*, 2001).

Nos países subtropicais, a produção de vacas de corte tem as forrageiras como a principal fonte de alimento. Em diversas regiões, os níveis de Cu e Zn são deficientes nas pastagens, principalmente no Brasil (WUNSCH *et al.*, 2005; NICODEMO *et al.*, 2008). Portanto, a suplementação com Cu e Zn injetável é necessária, principalmente no final da gestação e também nos períodos de manejo reprodutivo, quando as exigências estão aumentadas (MESCHY, 2010). O cobre (Cu) e o zinco (Zn) são considerados essenciais para o bom funcionamento do sistema imunológico.

O fornecimento de misturas minerais completas *ad libitum* é a prática de suplementação mais comum. No entanto, a variação no consumo individual é alta (OLSON, 2007), e diversos fatores podem influenciar na absorção dos minerais, como a idade, a raça, o sexo, as condições ambientais, o pH intestinal, o estado fisiológico do animal e a presença de antagonistas na dieta (UNDERWOOD e SUTTLE, 2010). Mesmo recebendo níveis adequados de cobre na dieta, os animais podem apresentar sinais clínicos da deficiência (MARQUES *et al.*, 2014), sendo importante, nesse caso, uma suplementação extra.

O Brasil apresenta uma enorme disparidade nos métodos de suplementação mineral. Alguns pecuaristas suplementam os animais de maneira irregular e descontínua, fornecem apenas cloreto de sódio, diluem o núcleo concentrado mineral de forma incorreta. Além disso, ainda, existe o problema da ingestão insuficiente dos animais em razão das questões de acesso, localização, altura, espaçamento e cobertura dos cochos (PEIXOTO *et al.*, 2005).

A suplementação mineral por meio de injeções assegura que todos os animais recebam as quantidades necessárias, contorna problemas de interações indesejáveis na dieta e não necessita de absorção pelo trato gastrointestinal, que, no caso do cobre, é muito baixa (MUNDELL *et al.*, 2012; GENTHER e HANSEN, 2014). Dessa forma, o uso de injeções torna-se uma alternativa eficaz para a suplementação mineral e mais confiável para a garantia do *status* mineral adequado. Alguns trabalhos demonstraram que o uso de um composto mineral injetável, contendo cobre (Cu), manganês (Mn), selênio (Se) e zinco (Zn), melhorou o desempenho reprodutivo de bovinos de corte (SALES *et al.*, 2011; MUNDEL *et al.*, 2012), (LOLLATO *et al.*, 2017; GONÇALVES *et al.*, 2018; MATURANA *et al.*, 2018), elevou o teor de Cu no fígado (DAUGHERTY *et al.*, 2002; POGGE *et al.*, 2012), aumentou a atividade da enzima superóxido dismutase (MACHADO *et al.*, 2014), melhorou o desempenho de novilhas



de corte (RICHESON; KEGLEY, 2011) e intensificou a resposta imune humoral de bezerros de corte (ARTHINGTON; HAVENGA, 2012). No entanto, estudos avaliando a combinação apenas de cobre e zinco injetável e o seu efeito sobre a resposta imunológica de vacas de corte no período pré-parto são escassos. Além disso, o terço final da gestação é quando o feto apresenta seu desenvolvimento máximo; portanto, as exigências são maiores, justificando a atenção especial e o fornecimento extra de minerais nesse período.

Foram consideradas duas hipóteses: a suplementação mineral e vitamínica (Kit Adaptador<sup>®</sup> MIN e Adaptador<sup>®</sup> VIT, Biogénesis Bagó) melhorou a ciclicidade e taxa de aproveitamento de novilhas e vacas Nelore ou mestiças, para programas de transferência de embriões em tempo fixo (TETF); e as novilhas e vacas suplementadas com Kit Adaptador<sup>®</sup> MIN e Adaptador<sup>®</sup> VIT (Biogénesis Bagó), durante os protocolos de TETF, têm melhor taxa de prenhez e taxa de concepção na TETF.

Objetivou-se verificar o efeito da suplementação mineral e vitamínica, com Kit Adaptador<sup>®</sup> MIN e Adaptador<sup>®</sup> VIT (Biogénesis Bagó), em vacas e novilhas receptoras de embriões sobre taxa de aproveitamento, taxa de concepção e taxa de prenhez.

## II. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado com a utilização de dados disponibilizados pelas empresas Biogénesis Bagó, ABS Pecplan e MF Vetplan, referentes a um experimento conduzido nos meses de maio e junho de 2018, em 20 propriedades do Estado do Amazonas, nas cidades de Apuí, AM, e Santo Antônio do Matupí, AM.

Foram usadas 544 fêmeas Nelore e mestiças, de diferentes categorias, sendo 443 vacas e 101 novilhas.

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, sendo os grupos experimentais: Controle (n = 234) e Kit Adaptador® (n = 310).

O protocolo hormonal usado foi: Dia zero (D0) = inserção do implante com 1 g de progesterona (P4) (Cronipres® Mono Dose, Biogénesis Bagó, Brasil) + aplicação de 2 mg de benzoato de estradiol (BE) (Bioestrogen®, Biogénesis Bagó, Brasil); e Dia oito (D8) = retirada do implante intravaginal de P4 + aplicação de 300 UI de gonadotrofina coriônica equina (eCG-PMSG) (Ecegon®, Biogénesis Bagó, Brasil) + 75 µg de D-Cloprostenol (PGF2α) (Croniben®, Biogénesis Bagó, Brasil) + 1mg cipionato de estradiol (CE) (Croni-Cip®, Biogénesis Bagó, Brasil).

A aplicação do suplemento injetável foi feita nos dias zero (D0) e oito (D8) do protocolo, pela via subcutânea, na dosagem de 1 mL x 100 kg, que corresponde a uma dose de Kit Adaptador® Min: 0,10 mg/kg de cobre; 0,4 mg/kg de zinco; 0,10 mg/kg de manganês; e 0,05 mg/kg de selênio e Kit Adaptador® Vit: 17,5 mg/kg de vitamina A e 0,5 mg/kg de vitamina E.

Avaliou-se o parâmetro ovariano com base na presença ou não de corpo lúteo, (CL) no momento da TETF, que foi feita no dia 17 (D17).

O diagnóstico de gestação foi feito por ultrassonografia (Mindray DP2200 Vet, com probe linear de 5,0 MHz), 30 dias após a TETF.

As variáveis taxa de aproveitamento, taxa de concepção e taxa de prenhez foram calculadas da seguinte forma:

- Taxa de aproveitamento: número de vacas e, ou, novilhas aptas, ou seja, com a presença de corpo lúteo no momento da realização do procedimento da transferência de embriões.
- Taxa de concepção: número de vacas e, ou, novilhas gestantes em relação ao número total de vacas e, ou, novilhas transferidas.
- Taxa de prenhez: número de vacas e, ou, novilhas gestantes aos 30 dias, dividido pelo número de vacas e, ou, novilhas transferidas vezes a taxa de aproveitamento.

### III. ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram efetuadas utilizando o programa SAS versão 9.4 (SAS/STAT®, SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2017), com distribuição dos animais em delineamento inteiramente casualizado.

Os modelos estatísticos para avaliar as diferenças na taxa de prenhez foram com base na divisão do grupo de tratamento e nas variações de categoria, escore de condição corporal ou grupo racial. Em todos os modelos estatísticos, o grupo de tratamento (Controle ou Kit Adaptador®) foi incluído como fator principal da avaliação, além da apreciação voltada aos demais fatores de interesse.

A análise dos dados foi feita utilizando-se o PROC FREQ do SAS. O nível de significância utilizado para rejeitar a hipótese H0 (hipótese nula), para todos os dados obtidos, foi  $P < 0,05$ .

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 - Índices de fertilidade de vacas e novilhas que receberam ou não suplementação mineral e vitamínica injetável

	Controle		Tratado		Média		P	
	%	N	%	N	%	N	Dif	
Vacas + Novilhas (n = 544)								
Taxa de aproveitamento %	77,8	(182/234)	75,8	(235/310)	76,8	(417/544)	-2	0,06
Taxa de concepção %	45,1	(82/182)	49,8	(117/235)	47,5	(199/417)	4,7	0,03
Taxa de prenhez %	35,1	(82/234)	37,8	(117/310)	36,5	(199/544)	2,7	0,04
Vacas (n=443)								
Taxa de aproveitamento %	76,7	(145/189)	74,8	(190/254)	75,6	(335/443)	-1,9	0,07
Taxa de concepção %	45,5	(66/145)	47,4	(90/190)	46,4	(156/335)	1,9	0,03
Taxa de prenhez %	34,9	(66/189)	35,4	(90/254)	35,2	(156/443)	0,5	0,35
Novilhas (n = 101)								
Taxa de aproveitamento %	82,2	(37/45)	80,3	(45/56)	81,2	(82/101)	-1,9	0,07
Taxa de concepção %	43,2	(16/37)	60	(27/45)	51,6	(43/82)	16,8	0,01
Taxa de prenhez %	35,5	(16/45)	48,2	(27/56)	41,8	(43/101)	12,7	0,02

Houve efeito da suplementação na taxa de concepção (Controle = 45,1%; e Tratado = 49,8%) e na taxa de prenhez (Controle = 35,1%; e Tratado = 37,8%) de vacas e novilhas ( $P < 0,05$ ).

Avaliando as duas categorias separadamente, o efeito foi positivo ( $P < 0,05$ ) na taxa de concepção das vacas (Controle = 45,5%; e Tratado = 47,4%) e das novilhas (Controle = 43,2%; Tratado = 60%) e na taxa de prenhez das novilhas (Controle = 35,5%; e Tratado = 48,2%).

Santin *et al.* (2016) obtiveram resultados satisfatórios na taxa de prenhez na inseminação artificial sincronizada em tempo fixo (IATF) em vacas da raça Nelore, que receberam suplementação mineral e vitamínica injetável. Lollato *et al.* (2017) observaram os mesmos resultados em novilhas da raça Nelore. Em ambos os trabalhos, os animais receberam a suplementação mineral e vitamínica injetável 20 dias antes e no início do protocolo de IATF.

Nas pesquisas desses autores, citadas anteriormente, a primeira dose realizada 20 dias antes do início do protocolo de IATF proporcionou melhor taxa de ciclicidade dos animais, enquanto, neste trabalho, os animais receberam a primeira dose no dia zero e a segunda dose no dia 8, do protocolo de TETF, o que não permitiu melhora significativa na taxa de aproveitamento de ambas as categorias.

Tabela 2 - Índices de fertilidade de vacas e novilhas que apresentaram escore de condição corporal (ECC) inferior ou superior a 2,5 (escala de 1 a 5)

	Controle		Tratado		Média		Dif	P
	%	N	%	N	%	N		
ECC < 2,5 (n = 173)								
Taxa de aproveitamento %	77,5	(55/71)	78,4	(80/102)	78,1	(135/173)	0,9	0,91
Taxa de concepção %	29,1	(16/55)	50	(40/80)	41,5	(56/135)	20,9	< 0,001
Taxa de prenhez %	22,5	(16/71)	39,2	(40/102)	32,4	(56/173)	16,7	0,01
ECC > 2,5 (n = 371)								
Taxa de aproveitamento %	77,9	(127/163)	74,5	(155/208)	76,1	(282/371)	-3,4	0,04
Taxa de concepção %	52	(66/127)	49,7	(77/155)	50,7	(143/282)	-2,3	0,09
Taxa de prenhez %	40,5	(66/163)	37,1	(77/208)	46,3	(143/371)	-3,4	0,06

A suplementação não aumentou a taxa de aproveitamento nos animais, independentemente do ECC.

A suplementação foi benéfica ( $P < 0,05$ ) na taxa de concepção (Controle = 29,1%; e Tratado = 50%) e na taxa de prenhez (Controle = 22,5%; e Tratado = 39,2%) em receptoras com escore de condição corporal (ECC) abaixo de 2,5 (escala de 1 a 5).

Maturana *et al.* (2016) e Gonçalves *et al.* (2017) não encontraram diferença nos índices de fertilidade em relação ao ECC dos animais que receberam suplementação mineral e vitamínica injetável.

Maturana *et al.* (2019), utilizando-se de suplementação mineral e vitamínica injetável em vacas leiteiras, no período de transição, não encontraram diferença nos índices de fertilidade em relação ao ECC.

Em todos os trabalhos analisados, os animais apresentaram ECC < 2,5 e dietas totais balanceadas, diferentemente dos desta pesquisa, em que a maioria dos animais não recebeu dieta total balanceada.

Tabela 3 - Índices de fertilidade de vacas e novilhas Nelore ou mestiças

	Controle		Tratado		Média		Dif	P
	%	N	%	N	%	N		
Nelore (n = 327)								
Taxa de aproveitamento %	78,3	(130/166)	73,9	(119/161)	76,1	(249/327)	-4,4	0,03
Taxa de concepção %	46,1	(60/130)	54,6	(65/119)	50,3	(125/249)	8,5	0,01
Taxa de prenhez %	36,1	(60/166)	40,4	(65/161)	38,2	(125/327)	4,3	0,03
Mestiças (n = 217)								
Taxa de aproveitamento %	76,5	(52/68)	77,8	(116/149)	77,1	(168/217)	1,3	0,87
Taxa de concepção %	42,3	(22/52)	44,8	(52/116)	43,5	(74/168)	2,5	0,06
Taxa de prenhez %	32,3	(22/68)	34,9	(52/149)	33,6	(74/217)	2,6	0,06

Foi observado efeito positivo ( $P < 0,05$ ) na taxa de concepção (Controle = 46,1%; e Tratado = 6%) e na taxa de prenhez (Controle = 36,1%; e Tratado = 40,4%) das receptoras da raça Nelore. Já a taxa de aproveitamento foi inferior nas fêmeas suplementadas (Controle = 78,3%; e Tratado = 73,9%).

Madureira *et al.* (2017) e Maturana *et al.* (2016) também obtiveram resultados satisfatórios na taxa de prenhez de vacas da raça Nelore que receberam suplementação mineral e vitamínica injetável 20 dias antes e no início do protocolo de IATF.

Já Gonçalves *et al.* (2017) verificaram resultados aceitáveis em novilhas mestiças, que receberam suplementação mineral e vitamínica injetável 20 dias antes e no início do protocolo de TETF. Esse resultado é, principalmente, em razão de esses pesquisadores terem utilizado animais mestiços de corte (*Bos taurus x Bos indicus*), diferentemente desta pesquisa, em que foram usadas as mestiças de origem leiteira, com produção média de 10 kg de leite e, consequentemente, submetidas a um maior desafio.

## **V. CONCLUSÃO**

Neste estudo, observou-se que a suplementação mineral e vitamínica injetável em receptoras de embriões melhorou a taxa de concepção e a taxa de prenhez, tendo efeito benéfico na fertilidade de receptoras de embriões com baixo escore de condição corporal.

O uso da suplementação mineral e vitamínica injetável é excelente opção para produtores e técnicos como alternativa para suprir necessidades pontuais, em que ocorre estresse oxidativo nos animais. É uma estratégia extremamente eficiente e de baixo custo, o que visa a melhoria de programas de TETF.

## REFERÊNCIAS

- AITKEN, R. J. A free radical theory of male infertility. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 6, p. 19-24, 1994.
- AITKEN, R. J.; BAKER, M. A. Oxidative stress and male reproductive biology. **Reproduction, fertility and development**, v. 16, n. 5, p. 581-588, 2004.
- ARAÚJO, D. B.; COOKE, R. F.; HANSEN, G. R.; STAPLES, C. R.; ARTHINGTON, J. D. Effects of rumen-protected polyunsaturated fatty acid supplementation on performance and physiological responses of growing cattle following transportation and feedlot entry. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 4125-4132, 2010.
- ARTHINGTON, J. D.; HAVENGA, L. J. Effect of injectable trace minerals on the humoral immune response to multivalent vaccine administration in beef calves. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 1966-1971, 2012.
- BECONI, M. T.; AFFRANCHINO, M. A.; SCHANG, L. M.; BEORLEGUI, N. B. Influence of antioxidants on SOD activity in bovine sperm. **Biochemistry International**, v. 23, n. 3, p. 545-553, 1991.
- BISPO, D. L. N.; PEREIRA, O. C. M. Importância do conhecimento das alterações induzidas pelo estresse, em animais domésticos. 1994 **Interciência**. Disponível em: < <http://www.interciencia.org.ve> >. Acesso em: 21 de novembro 2019.
- BRADFORD, A.; ATKINSON, J.; FULLER, N.; RAND, R. O. The Effect of vitamin E on the structure of membrane lipid assemblies. **Journal of Lipid Research**, v. 44, n. 10, p. 1940-1945, 2003.
- CHIRASE, N. K.; GREENE, L. W.; PURDY, C. W.; LOAN, R. W.; AUVERMANN, B. W.; PARKER, D. B.; WALBORG, E. F. J.; STEVENSON, D. E.; XU, Y.; KLAUNIG, J. E. Effect of transport stress on respiratory disease, serum antioxidant status, and serum concentrations of lipid peroxidation biomarkers in beef cattle. **American Journal of Veterinary Research**, v. 65, n. 6, p. 860-864, 2004.
- DAUGHERTY, S. R.; CARSTENS, G. E.; HERD, D. B. *et al.* Effects of prenatal and prebreeding trace mineral/vitamin E injections on calf health and reproductive performance of beef cows. Texas College Station, 2002. p.39-43.
- FAUSTMAN, C.; CHAN, W. K.; SCHAEFER, D. M.; HAVENS, A. Beef color update: the role for vitamin E. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 1019-1026, 1998.
- GENTHER, O. N.; HANSEN, S. L. A multielement trace mineral injection improves liver copper and selenium concentrations and manganese superoxide dismutase activity in beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 695-704, 2014.
- GIROTTI, A. W. Lipid hydroperoxide generation, turnover, and effector action in biological systems. **Journal of Lipid Research**, v. 39, p. 1529-1542, 1998.
- GONÇALVES, R. L.; MATURANA FILHO, M.; LEMES, K. M.; SANTIN, T.; MATTIOLI, G.; LOLLATO, J. P.; PERSICO, J.; MADUREIRA, E. H. Avaliação da suplementação mineral



e vitamínica injetável (Kit Adaptador® MIN e VIT, Biogénesis Bagó) na melhoria de parâmetros ovarianos e de fertilidade em vacas Nelore. **Anais...** Reunião Anual da SBTE, 32, 2018.

GONÇALVES, R. L.; MATURANA FILHO, M.; LOLLATO, J. P. M.; MADUREIRA, E. H. Avaliação da suplementação mineral e vitamínica injetável (Kit Adaptador® MIN e VIT, Biogénesis Bagó) na melhoria da fertilidade em receptoras de embrião. **Anais...** Reunião Anual da SBTE, 31, 2017.

GRANIT, R.; ANGEL, S.; AKIRI, B.; HOLZER, Z.; AHARONI, Y.; ORLOV, A.; KANNER, J. Effects of vitamin E supplementation on lipid peroxidation and color retention of salted calf muscle from a diet rich in polyunsaturated fatty acids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n.12, p.5951–5956, 2001.

HATAMOTO, L. K. Efeito do estresse e da suplementação com vitamina E sobre parâmetros espermáticos, peroxidação lipídica de componentes seminais e atividades das enzimas antioxidantes presentes no plasma seminal de cães. 2004, 180 f. Tese - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

JONES, R.; MANN, T. Damage to spermatozoa by peroxidation endogenous phospholipids. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 50, p. 261-68, 1977.

LEWIS, K.; MCKAY, D. M. Metabolic stress evokes decreases in epithelial in epithelial barrier function. New York Academy of Sciences, **Proceedings...** p. 1165, p. 327-37, 2009.

LOERCH, S. C.; FLUHARTY, F. L. Physiological changes and digestive capabilities of newly received feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1113-1119, 1999.

LOLLATO, J. P.; MATURANA FILHO, M.; GONÇALVES, R. L.; MADUREIRA, E. H.; SIMÕES, L. G. S.; PEREIRA, M. A. Avaliação da suplementação mineral e vitamínica injetável (Kit Adaptador® MIN e VIT, Biogénesis Bagó) na melhoria da fertilidade em novilhas Nelore. **Anais...** Reunião Anual da SBTE, 31, 2017.

LOLLATO, J. P.; MATURANA FILHO, M.; GONÇALVES, R. L.; MADUREIRA, E. H. Avaliação da suplementação mineral e vitamínica injetável (Kit Adaptador® MIN e VIT, Biogénesis Bagó) na melhoria da fertilidade em primíparas Nelore. **Anais...** Reunião Anual da SBTE, 31, 2017.

MACHADO, V. S.; OIKONOMOU, G.; LIMA, S. F. *et al.* The effect of injectable trace minerals (selenium, copper, zinc, and manganese) on peripheral blood leukocyte activity and serum superoxide dismutase activity of lactating Holstein cows. **Veterinary Journal**, v. 200, p. 299-304, 2014.

MACHLIN, L. J. Vitamin E. In: **HANDBOOK of vitamins: nutritional, biochemical, and clinical aspects**. New York: Marcel Dekker, 1984. p. 99-145.

MADUREIRA, E. H.; MATURANA FILHO, M.; GONÇALVES, R. L.; LOLLATO, J. P. M.; SIMÕES, L. G. S.; PEREIRA, M. A.; CRUZ, L. Avaliação da suplementação mineral e vitamínica injetável (Kit Adaptador® MIN e VIT, Biogénesis Bagó) na melhoria da fertilidade em primíparas Nelore. **Anais...** Reunião Anual da SBTE, 31, 2017.

MATURANA FILHO, M; GODOI, P. A.; LOLLATO, J. P. M.; GONÇALVES, R. L. Efeito da suplementação mineral e vitamínica injetável durante período de transição na melhoria da saúde, produção e fertilidade de vacas leiteiras. **Anais...** Congresso Brasileiro de Buiatria, 13, 2019.

MATURANA FILHO, M; LEMES, K. M.; SILVA, M. A; SANTIN, T.; GONÇALVES, R. L.; MATTIOLI, G.; LOLLATO, J. P. M.; PERSICO, J. M. R.; MADUREIRA, E. H. Efeito da suplementação mineral e vitamínica injetável (Kit Adaptador® MIN e VIT, Biogénesis Bagó) sobre as taxas de prenhez em vacas de corte. **Anais...** Reunião Anual da SBTE, 30, 2016.

MATURANA FILHO, M.; SANTOS, J. A.; LOLLATO, J. P.; GONÇALVES, R. L.; SARAN, R. M. F.; LAURO JUNIOR, J.; SCHUTZ, C.; FAZZANO, C. J.; SOUZA, R. L. M. Avaliação de diferentes estratégias de suplementação mineral e vitamínica injetável na melhoria da fertilidade de vacas de corte em diferentes regiões do Brasil. **Anais...** Reunião Anual da SBTE, 32, 2018.

MESCHY, F. **Nutrition minérale des ruminants**. Versailles: Éditions Quae, 2010. 208 p.

MUNDELL, L. R.; JAEGER, J. R.; WAGGONER, J. W. *et al.* Effects of prepartum and postpartum bolus injections of trace minerals on performance of beef cows and calves grazing native range. **The Professional Animal Scientist**, v. 28, p. 82-88, 2012.

NICHI, M. **Sistemas de proteção enzimática e níveis de peroxidação espontânea do lipídios seminais de touros zebuínos e taurinos criados a campo na região de Dourados, MS**. 2003, 101 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

NICODEMO, M. L. F.; SERENO JR., B.; AMARAL, T. B. **Mineral na eficiência reprodutiva de bovinos**. Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. 69 p.

OLDHAM, E. R.; EBEHART, R. J.; MULLER, L. D. Effects of supplemental vitamin A or  $\beta$ -carotene during the dry period and early lactation on udder health. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3775, 1991.

OLSON, K. C. Management of mineral supplementation programs for cow-calf operations. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, v. 23, p. 69-90, 2007.

PAOLISSO, G., D'AMORE, A., GIUGLIANO, D., CERIELLO, A., VARRICCHIO, M., D'ONOFRIO, F. Pharmacologic doses of vitamin E improve insulin action in healthy subjects and non-insulin-dependent diabetic patients. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 57, n. 5, p. 650-656, 1993.

PEETERS, E.; NEYT, A.; BECKERS, F.; DE SMET, S.; AUBERT, A.E.; GEERS, R. Influence of supplemental magnesium, tryptophan, vitamin C, and vitamin E on stress responses of pigs to vibration. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 1568-1580, 2005.

PEIXOTO, P. V.; MALAFAIA, P.; MIRANDA, L. V.; CANELLA, C. F. C.; CANELLA FILHO, C. F. C.; VILAS BOAS, F. V. Eficiência reprodutiva de matrizes bovinas de corte submetidas a três diferentes tipos de suplementação mineral. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 125-30, 2003.

POGGE, D. J.; RICHTER, E. L.; DREWNOSKI, M. E. *et al.* Mineral concentrations of plasma and liver after injection with a trace mineral complex differ among Angus and Simmental cattle. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 2692-2698, 2012.

POND, W. G.; CHURCH, D.C.; POND, K. R.; SCHKNECHT, P. A. **Basic animal nutrition and feeding**. 5.ed. New Jersey: John Wiley, 2005 p. 580.

PREGEL, P.; BOLLO, E.; CANNIZZO, F. T.; BIOLATTI, B.; CONTATO, E.; BIOLATTI, P. G. Antioxidant capacity as a reliable marker of stress in dairy calves transported by road. **Veterinary Record**, v. 156, p. 53-54, 2005.

RICHESON J. T., KEGLEY E. B. Effect of supplemental trace minerals from injection on health and performance of highly stressed, newly received beef heifers. **Prof. Animal Science**, v. 27, p. 461-466, 2011.

RIVERA, J. D.; DUFF, G. C.; GALYEAN, M. L.; WALKER, D. A.; NUNNERY, G. A. Effects of supplemental vitamin E on performance, health, and humoral immune response of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 933-941, 2002.

SALES, J. N. S.; PEREIRA, R. V. V.; BICALHO, R. C. *et al.* Effect of injectable copper, selenium, zinc and manganese on the pregnancy rate of crossbred heifers (*Bos indicus* × *Bos taurus*) synchronized for timed embryo transfer. **Livestock Science**, v. 142, p. 59-62, 2011.

SAS (Statistical Analysis Systems Institute Inc.). **SAS user's guide, version 9.4**. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2017.

SANTIN,T; MATURANA FILHO, M; LEMES, K.M.; SILVA, M.A; GONÇALVES, R.L.; MATTIOLI, G.; LOLLATO, J.P.M.; PERSICO, J.M.R; CELEGHINI,E.C; MADUREIRA, E.H. Avaliação de diferentes estratégias de suplementação mineral e vitamínica injetável (Kit Adaptador® MIN e Adaptador® VIT, Biogénesis Bagó) na melhoria das taxas de prenhez em vacas de corte. **Anais... Reunião Anual da SBTE**, 30, 2016.

SIKKA, S.C. Oxidative stress and role of antioxidants in normal and abnormal sperm function. **Frontiers in Bioscience**, v. 1, n. 1, p. 78-86, 1996.

SIKKA, S.C. Role of oxidative stress and antioxidants in andrology and assisted reproductive technology. **Journal of Andrology**, v. 25, n. 1, p. 5-18, 2004.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. The mineral nutrition of livestock. 4.ed. New York: CAB International, 2010. 587 p.

WEISS, W.P. Relationship of mineral and vitamin supplementation with mastitis and milk quality. Annual National Mastitis Council, 41. **Proceedings...** Orlando, 2002. p. 37-44.

WUNSCH, C. *et al.* Microminerais para bovinos de corte nas pastagens nativas dos Campos de Cima da Serra, RS, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 903-908, 2005.