

**UNIVERSIDADE BRASIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL
CAMPUS DESCALVADO**

BRÍGIDA GABRIELA DE JESUS SALES SOUSA FARTO

**CUSTO-BENEFÍCIO DO USO DE SUPLEMENTO MINERAL
INJETÁVEL “*OFF-LABEL*” EM FÊMEAS ZEBUÍNAS ANTES DO
ÍNICIO DA ESTAÇÃO DE MONTA VISANDO INCREMENTAR O
RETORNO FINANCEIRO**

**COST-NENEFIT OF USE OF “OFF-LABEL” INJECTABLE MINERAL SUPPLEMENT
IN FEMALE ZEBUINES BEFORE THE START OF THE BREEDING SEASON WITH
AIM TO INCREASE FINANCIAL RETURN**

Descalvado – SP

2024

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL

BRÍGIDA GABRIELA DE JESUS SALES SOUSA FARTO

**CUSTO-BENEFÍCIO DO USO DE SUPLEMENTO MINERAL
INJETÁVEL “OFF-LABEL” EM FÊMEAS ZEBUÍNAS ANTES DO
ÍNICIO DA ESTAÇÃO DE MONTA VISANDO INCREMENTAR
RETORNO FINANCEIRO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Profa. Dra. Liandra Maria Abaker Bertipaglia
Orientador

Profa. Dra. Cassia Maria Barroso Orlandi
Coorientador

Descalvado – SP
2024

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Brasil,
com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

F255c Farto, Brígida Gabriela de Jesus Sales Sousa.
Custo-benefício do uso de suplemento mineral injetável “off-label” em fêmeas zebuínas antes do início da estação de monta visando incrementar o retorno financeiro / Brígida Gabriela de Jesus Sales Sousa Farto. – Descalvado: Universidade Brasil, 2024.
50f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.
Orientadora: Profa. Dra. Liandra Maria Abaker Bertipaglia.
Coorientadora: Profa. Dra. Cassia Maria Barroso Orlandi.

1. Bezerros. 2. Inseminação. 3. Manejo. 4. Pecuária de corte. I. Título.

CDD 636.20824



UNIVERSIDADE
BRASIL

TERMO DE APROVAÇÃO

Brígida Gabriela de Jesus Sales Sousa Farto

"Custo-benefício do uso de suplemento mineral injetável em fêmeas zebuínas antes do início da estação de monta"

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Mestrado em Produção Animal da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:

Profª Drª Liandra Maria Abaker Bertipaglia - orientadora

Profº Drº Gabriel Maurício Peruca de Melo – membro interno

Profª Drª Carmen Zilda Ferreira de Toledo – membro externo

Descalvado/SP, 19 de junho de 2024

Presidente da Banca Profª Drª Liandra Maria Abaker Bertipaglia

Houve alteração do Título: sim (X) não ():

CUSTO-BENEFÍCIO DO USO "OFF LABEL" DE SUPLEMENTO MINERAL INJETÁVEL, EM FÊMEAS ZEBUÍNAS, NO INÍCIO DA ESTAÇÃO DE MONTA



**UNIVERSIDADE
BRASIL**

Termo de Autorização

Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respectivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Título do Trabalho: " **Custo-benefício do uso de suplemento mineral injetável em fêmeas zebuínas antes do início da estação de monta**".

Houve alteração do Título: sim (X) não ():

CUSTO-BENEFÍCIO DO USO "OFF LABEL" DE SUPLEMENTO MINERAL INJETÁVEL, EM FÊMEAS ZEBUÍNAS, NO INÍCIO DA ESTAÇÃO DE MONTA

Autores:

Discente: Brígida Gabriela de Jesus Sales Sousa Farto

Assinatura: Brígida Gabriela de J. S. S. Farto

Orientadora: Profª Drª Liandra Maria Abaker Bertipaglia

Assinatura: [Assinatura]

Coorientadora: Profª Drª Cássia Maria Barroso Orlandi

Assinatura: [Assinatura]

Data: 19/06/2024

RESUMO

A nutrição influencia diretamente na fertilidade de fêmeas bovinas, assim como na sobrevivência do embrião, além de garantir no pós-parto, escore corporal adequado à fêmea para retorno à reprodução. O desempenho reprodutivo influencia intensamente a receita dos sistemas de produção na bovinocultura de corte, devendo ser gerido com racionalidade. Objetivou-se avaliar o custo-benefício e o desempenho reprodutivo de novilhas e primíparas zebuínas da raça Nelore submetidas à suplementação mineral injetável “*off-label*”, antes da implementação do protocolo de Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF). O experimento foi realizado em propriedade rural, no município de Alto Alegre dos Parecis, estado de Rondônia. As novilhas e vacas primíparas foram mantidas sob pastejo em piquetes com capim *Urochloa Brizanta* e suplementação de sal mineral Big Cromo Cria. Os dois grupos (novilhas e vacas primíparas) foram divididos em subgrupos de tratamentos (57 novilhas e 75 vacas primíparas receberam a suplementação injetável de mistura de minerais, e 51 novilhas e 88 Vacas primíparas não receberam suplementação injetável de mistura de minerais). A mistura de minerais injetável utilizada foi o produto comercial Fosfosal® Virbac, na dose de 10 mL, aplicados por via intramuscular, 30 dias antes do programa de IATF. A suplementação mineral injetável em bovinos da raça Nelore “*off-label*”, tanto primíparas quanto novilhas, não demonstrou efeito significativo no aumento da taxa de prenhez. E os resultados econômicos reafirmam que essa prática não contribui para otimização eficiência econômica e da rentabilidade da produção de bezerros nessas categorias.

Palavras-chave: Bezerros; Inseminação; Manejo; Pecuária de Corte.

ABSTRACT

Nutrition directly influences the fertility of bovine females, as well as the survival of the embryo, in addition to ensuring, postpartum, an adequate body score for the female to return to reproduction. Reproductive performance intensely influences the revenue of beef cattle production systems and must be managed rationally. The objective was to evaluate the cost-benefit and reproductive performance of Nelore zebu heifers and primiparous heifers submitted to “off-label” injectable mineral supplementation, before implementing the Fixed Time Artificial Insemination (IATF) protocol. The experiment was carried out on a rural property, in the municipality of Alto Alegre dos Parecis, state of Rondônia. Heifers and primiparous cows were grazed in paddocks with *Urochloa Brizanta* grass and Big Cromo Cria mineral salt supplementation. The two groups (heifers and primiparous cows) were divided into treatment subgroups (57 heifers and 75 primiparous cows received injectable mineral mixture supplementation, and 51 heifers and 88 primiparous cows did not receive injectable mineral mixture supplementation). The injectable mineral mixture used was the commercial product Fosfosal® Virbac, at a dose of 10 mL, applied intramuscularly, 30 days before the TAI program. Injectable mineral supplementation in “off-label” Nelore cattle, both primiparous and heifers, did not demonstrate a significant effect on increasing the pregnancy rate. And the economic results reaffirm that this practice does not contribute to optimizing economic efficiency and profitability of calf production in these categories.

Key-words: Calves; Insemination; Management; Beef cattle.

DIVULGAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO

Foi realizado estudo do uso de suplemento mineral injetável “off label”, contendo os seguintes minerais: fósforo, potássio, magnésio, selênio e cobre, 30 dias antes do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo em duas categorias sendo, novilhas e vacas primíparas da raça Nelore. Cada categoria foi dividida em dois grupos, sendo o grupo que recebeu a suplementação injetável o grupo controle para avaliação do efeito do uso de minerais injetáveis sobre o processo de concepção dos animais. A suplementação mineral injetável em bovinos da raça Nelore, tanto para vacas primíparas quanto para novilhas, não demonstrou efeito significativo no aumento da taxa de prenhez. Os resultados dos índices econômicos indicam que essa prática não contribuiu para a melhora da eficiência reprodutiva visando elevar a economia e incrementar a produção de bezerros nas duas categorias de fêmeas bovinas da raça Nelore.

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1. Níveis de garantia do suplemento mineral com ureia para bovinos de corte (Big Cromo Cria®, Bigsal, Nutreco Company)	25
Quadro 2. Distribuição do número de animais dos grupos experimentais de acordo com a categoria animal avaliada.....	26
Quadro 3. Efeito da suplementação nutricional na taxa de prenhez de novilhas e primíparas entre grupos suplementados e controle.....	33
Tabela 1. Composição do Fosfosal®, proporcional a 10mL administrados como promotor do metabolismo e fonte de minerais nas novilhas Nelore anteriormente ao protocolo IATF.....	26
Tabela 2. Manejo reprodutivo conduzido com as fêmeas Novilhas da raça Nelore.....	27
Tabela 3. Manejo reprodutivo conduzido com as fêmeas Primíparas, da raça Nelore.....	27
Tabela 4. Preço dos produtos e serviços utilizados na IATF e análise econômica do uso da suplementação mineral injetável em Novilhas e Primíparas da raça Nelore.....	29
Tabela 5. Valores para custo total da IATF em novilhas e primíparas, prenhez e receita do bezerro.....	38
Tabela 6. Indicadores econômicos utilizados para avaliação da viabilidade econômica da produção de bezerros de novilhas e primíparas da raça Nelore, suplementadas com mistura de minerais injetável.....	40
Tabela 7. Indicadores econômicos da suplementação injetável de mistura de minerais sobre a taxa de prenhez de novilhas e primíparas.....	42

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Dados observados e esperados obtidos através da análise de qui-quadrado de associação para as variáveis categóricas suplementação e diagnóstico de gestação em vacas primíparas..... 34
- Figura 2. Distribuição qui-quadrado com grau de liberdade 1 ($Gf=1$). Área de curva em vermelho representa a área de rejeição de H_0 (limite de rejeição qui-quadrado crítico de 3,841). H_0 avaliou a independência entre as variáveis suplementação e diagnóstico de gestação..... 34
- Figura 3. Dados observados e esperados obtidos através da análise de qui-quadrado de associação para as variáveis categóricas suplementação e diagnóstico de prenhez em novilhas..... 35
- Figura 4. Distribuição Qui-quadrado com grau de liberdade 1 ($Gf=1$). Área de curva em vermelho representa a área de rejeição de H_0 (limite de rejeição qui-quadrado crítico de 3,841). H_0 avaliou a independência entre as variáveis suplementação e diagnóstico de gestação..... 36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REVISÃO DA LITERATURA	15
3.1 A INFLUÊNCIA DOS MINERAIS NA REPRODUÇÃO DAS FÊMEAS BOVINAS	17
3.1.1 Cálcio (Ca).....	19
3.1.2 Fósforo (P)	19
3.1.3 Zinco (Zn).....	20
3.1.4 Cobre (Cu).....	21
3.1.5 Ferro (Fe).....	21
3.1.6 Iodo (I).....	21
3.1.7 Manganês (Mn).....	22
3.1.8 Selênio (Se).....	22
3.1.9 Enxofre (S).....	22
3.2 IMPACTO ECONÔMICO DA SUPLEMENTAÇÃO INJETÁVEL DE MINERAIS	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1 LOCAL	24
4.2 UNIDADES EXPERIMENTAIS E MANEJO	24
4.3 TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS	25
4.4 ANÁLISE ECONÔMICA DA SUPLEMENTAÇÃO DE MINERAIS INJETÁVEL	28
4.5 ANÁLISE DOS DADOS	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 RESULTADO DA SUPLEMENTAÇÃO DE MINERAIS INJETÁVEIS EM VACAS PRIMÍPARAS	32
5.2 RESULTADO DA SUPLEMENTAÇÃO DE MINERAIS INJETÁVEIS EM NOVILHAS	35
5.3 ANÁLISE ECONÔMICA DA SUPLEMENTAÇÃO DE MINERAIS INJETÁVEL SOBRE A TAXA DE PREENHEZ	37
6 CONCLUSÃO	46
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A pressão para aumentar a produção de carne bovina tem feito com que pesquisadores e profissionais que atuam na área da produção animal, busquem alternativas para gerar aumento significativo na produção animal. Imprimir genética de precocidade e peso, para que os animais entrem na reprodução o quanto antes, é uma dessas alternativas. Outra alternativa tem sido investir em sanidade e alimentação, e com isso, o uso de misturas minerais para suprir as demandas do organismo.

Devido a essa problemática, avaliar a eficácia da suplementação injetável com mistura de minerais em fêmeas zebuínas antes do tratamento com inseminação artificial em tempo fixo, e avaliar o custo-benefício dessa suplementação se faz necessário, para saber se o uso contribui com melhores resultados econômicos da produção animal.

A pecuária brasileira tem um papel extremamente relevante na economia. Gerar empregos e alimentar a população são apenas alguns dos papéis desempenhados, e o dado que comprova essa realidade é o país possuir mais bovinos do que pessoas. Segundo o IBGE (2022), o rebanho bovino é compreendido por 234,4 milhões de animais em produção, caracterizando o maior rebanho comercial do mundo.

A pecuária de corte trabalha e cresce em ritmo acelerado, garantindo uma evolução ano após ano, focada em gestão e tecnologia. Esse foco garantirá para o futuro um aumento de produção sem expansão de área, pois o país conta com uma capacidade e recursos para o desenvolvimento sustentável da pecuária (SOUZA, 2020).

O Brasil em 20 anos teve um crescimento em rebanho bovino de 167,534 milhões de animais em 2001, para 196,468 milhões no ano de 2021, o equivalente a mais de 28 milhões de animais (RIBEIRO, 2022).

No estado de Rondônia, em 2024 tem-se 18,2 milhões de bovinos. (IBGE, 2022). A Região Norte do Brasil, especificamente o estado de Rondônia, tem sido promissor para a expansão do agronegócio brasileiro, atraindo investidores e gerando emprego e renda para a população. Estado com área de 238.512,8 km², representa 6,2% da Região Norte e 2,8% do território nacional, é considerado uma unidade federativa nova, que começou a se moldar a partir dos ciclos agrícolas nas décadas de 1970 e 1980, por meio de incentivos governamentais (PFEIFER, 2021).

O estado de Rondônia tem por base agricultura e pecuária, como eixos de sua economia. Na agricultura destacam-se a produção de café, milho, arroz e soja, e na pecuária a produção de bovinos de corte. O valor bruto da produção agropecuária do estado em 2021 gira em torno de 19,1 bilhões de reais (RIBEIRO, 2022).

O Estado conta com clima equatorial quente e úmido, e a raça que melhor se adapta é a Nelore, que compõe o rebanho de 80% do país. Entre as características da raça, as principais são: rusticidade, tolerância a altas temperaturas, resistência a ectoparasitas, habilidade materna, longevidade reprodutiva, e após anos de melhoramento genético a sua qualidade de carne, marmoreio e boa deposição de gordura na carcaça (PFEIFER, 2021).

Em Rondônia os solos que predominam são Latossolos (58%), Argissolos (11%), Neosolos (11%), Cambisolos (10%), Gleissolos (9%). A aptidão de solos para a agricultura é de 59%, 16% para pastagem plantada, 5% para pastagem nativa e 20% para preservação. A maior parte dos solos no Estado de Rondônia, originalmente, estava coberta pela Floresta Amazônica que os mantinha protegidos. Apesar da baixa fertilidade natural, apresentavam produtividade relativamente alta, devido principalmente à reciclagem de nutrientes e à preservação de matéria orgânica, a qual proporciona ao solo boa qualidade, devido suas características físicas, químicas e biológicas, formando assim um sistema equilibrado e eficiente (SCHLINDWEIN, 2012).

O desmatamento e o manejo inadequado dos solos causaram rapidamente grandes perdas de matéria orgânica e um desequilíbrio da estabilidade existente nesse sistema florestal. À medida que os solos foram perdendo matéria orgânica, diminuíram a produtividade, aumentaram a acidez prejudicial as plantas, deteriorou-se a estrutura física e gerou prejuízos nas atividades biológicas. Quando analisado o solo do Estado, este apresenta baixas disponibilidade de fósforo, alta acidez e presença de alumínio trocável, baixo teor de matéria orgânica, CTC e saturação de bases (SCHLINDWEIN, 2012).

Devido a deficiência de minerais no solo criou-se no Estado uma cultura de uso de suplementos minerais injetáveis para desenvolvimento, e melhora da performance animal em áreas específicas como ganho de peso e reprodução.

2 OBJETIVOS

Este estudo objetivou verificar a influência positiva na taxa de prenhez de fêmeas bovinas da raça Nelore que receberam suplemento mineral injetável antes do início do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) e a avaliação econômica.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Especificadamente, objetivou-se:

- Avaliar a taxa de prenhez de novilhas da raça Nelore.
- Avaliar a taxa de prenhez de vacas primíparas da raça Nelore.
- Avaliar o custo-benefício do uso de mineral injetável “*off-label*” em vacas primíparas e novilhas anteriormente ao início do protocolo de IATF.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Na bovinocultura, busca-se relacionar as interações entre nutrição e reprodução, a fim de resolver problemas e estabelecer estratégias tecnológicas viáveis e com potencial de incremento produtivo. Os microminerais têm sido relacionados diretamente com ações nos tecidos reprodutivos e atuando sistematicamente em conjunto com outros nutrientes (BARBOSA, 2009).

A maior parte dos problemas reprodutivos dos bovinos se dá devido ao consumo insuficiente de energia e proteína, além de que pastagens degradadas e plantas forrageiras deficientes em fósforo, zinco, cobre, cobalto, iodo, sódio e selênio interferem diretamente na nutrição dos animais (ALMEIDA, 2007).

Um nutriente é considerado essencial se, quando removido da dieta, sua deficiência interfere na habilidade do organismo em sobreviver e se reproduzir. A ingestão contínua de dietas deficientes ou desequilibradas torna mais difícil a manutenção de concentrações adequadas de nutrientes essenciais aos tecidos (DANTAS, et al, 2010).

No caso dos minerais essenciais, alterações bioquímicas podem desenvolver de modo a prejudicar as funções fisiológicas e ocasionar desordens estruturais, as quais variam de acordo com o mineral, a intensidade e a duração da deficiência, a idade, o sexo e a espécie do animal afetado (GUIMARÃES, 2018).

O primeiro problema observado quando ocorre alguma deficiência é a perda do apetite, seguido de uma queda na produção animal. Os mecanismos homeostáticos entram em ação para minimizar os efeitos dessas alterações, mas para que o processo seja revertido é necessário a correção da dieta (ALMEIDA, 2007).

A deficiência de mineral sempre ocorre com vários elementos ao mesmo tempo, são de difícil diagnóstico por não apresentarem sinais característicos e geralmente estão associadas às interações com outros nutrientes, refletindo em baixos índices reprodutivos, repetições de cio, e abortos (BARBOSA, 2009).

Nos rebanhos de corte, a deficiência de mineral significa redução do número de bezerros nascidos, desmamados, queda no peso dos animais à desmama, e prejuízo direto no sistema reprodutivo do rebanho em geral (SARTORI, 2010).

Os minerais são considerados nutrientes fundamentais por participarem de diversas funções no metabolismo dos animais, compondo estruturas de biomoléculas, interferindo no crescimento e na manutenção de tecidos, participando como cofatores

enzimáticos, ativando ações hormonais, regulando a pressão osmótica e o equilíbrio acidobásico. Estes nutrientes representam de 2% a 5% do peso corporal, mas possuem grande influência na produção animal, acarretando acréscimos ou decréscimos na produtividade do sistema (GONZÁLES et al., 2019).

A concentração e as formas de armazenamento dos minerais nos tecidos e fluidos corporais sofrem alterações de acordo com a ingestão de dietas deficientes e desbalanceadas, ou com o consumo excessivo de minerais (SARTORI, 2010).

Em alguns casos as funções fisiológicas são alteradas acarretando lesões e desordens estruturais, as quais variam de acordo com o elemento mineral, grau de duração da deficiência, toxicidade da dieta e fatores intrínsecos dos animais, como idade, sexo e espécie (FRANCO et al., 2016).

Os minerais podem ser classificados de várias formas que levam em consideração os requerimentos e funções. Os minerais que são necessários em grandes quantidades no organismo são denominados macrominerais, enquanto os exigidos em menores quantidades são os microminerais ou minerais traços (PEIXOTO, 2005).

Os macrominerais são requeridos em quantidades maiores que 100 ppm (parte por milhão) e frequentemente são mencionados como percentagem da dieta (ou grama por quilo), enquanto os microminerais são requeridos em quantidades menores que 100 ppm. No entanto vale ressaltar que a importância de cada um deles não depende da quantidade exigida, e sim da função desempenhada por cada mineral (SARTORI, 2010).

Os efeitos dos microminerais sobre a reprodução têm sido descritos em diversos estudos, que sustentam o conceito de que estes apresentam papéis fundamentais em vias metabólicas e enzimáticas críticas para a concepção e desenvolvimento embrionário (DE AZAMBUJA et al., 2009).

Os níveis de minerais na dieta podem modificar as respostas do animal, conforme estes níveis se apresentem deficientes, ótimos ou em condições tóxicas. Devido às constantes buscas por melhores índices na produtividade dentro do sistema de produção, a atenção dada ao suplemento mineral tem aumentado (DA COSTA, 2017).

As exigências de minerais variam de acordo com o tipo de produção a que o animal é destinado, a idade, a raça e ao grau de adaptação dos animais, o nível e a forma química do mineral no alimento, e suas relações com outros nutrientes da dieta (DANTAS et al., 2010).

Além das exigências para a manutenção dos animais e dos processos vitais, existem exigências líquidas para a reprodução e produção que são dependentes do nível de produtividade dos animais (MACHADO et al., 2013).

3.1 A INFLUÊNCIA DOS MINERAIS NA REPRODUÇÃO DAS FÊMEAS BOVINAS

A eficiência reprodutiva é crucial para o sucesso da produção pecuária, embora muitas vezes seja relegada ao último lugar na distribuição de nutrientes. Segundo Curto et al. (1990), a priorização dos nutrientes geralmente atende primeiro ao metabolismo basal e, em segundo lugar, à função reprodutiva.

De maneira geral, todos os minerais essenciais são necessários para a reprodução, devido a importância no metabolismo, na manutenção e no crescimento. A função ou a necessidade de determinado elemento em um tipo de célula ou tecido pode se modificar, dependendo da fase do ciclo reprodutivo ou da gestação. Deficiências nutricionais marginais podem manifestar-se como redução da fertilidade, antecedendo outros sinais clínicos, bezerros podem manifestar problemas antes mesmo que suas mães tenham apresentados sinais de deficiência de minerais (MAUANIS, 2020).

Os efeitos na reprodução são adversos, como anestro, ciclos irregulares, abortos e baixas taxas de concepção. Ao verificar os efeitos em nível celular, possíveis manipulações da dieta, visando abranger os processos fisiológicos para atender às demandas das fases críticas, são necessárias e válidas (PFEIFER, 2021).

No entanto, existem informações conflitantes sobre os efeitos da suplementação mineral no desempenho reprodutivo. Por exemplo, Ahola et al. (2004) observaram que a suplementação mineral contendo cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn) resultou em taxas aceitáveis de prenhez por inseminação artificial (IA), apesar de uma variação anual. Além disso, Batistel et al. (2017) descobriram que a suplementação com minerais complexos (Zn, Mn, Cu e Co) durante o período de -30 a +30 dias do parto aumentou a expressão de genes endometriais relacionados à inflamação, síntese de prostaglandinas e resposta antioxidante, sugerindo uma possível involução uterina mais rápida após o parto com essa suplementação.

Por outro lado, há poucas evidências de que os minerais injetáveis tenham impacto na foliculogênese. Stokes et al. (2018) não encontraram efeitos significativos na contagem de folículos antrais ou no tamanho dos ovários em novilhas de corte após o tratamento com mineral injetável durante o período peri-concepção. Os autores

ressaltaram que ao longo do desenvolvimento do período experimental, o número de novilhas ciclando foi menor no grupo com suplementação injetável do que para novilhas do grupo controle. Contudo, não houve diferença no escore do trato reprodutivo, taxas de prenhez por IA ou taxas gerais de prenhez. A suplementação de um mineral injetável aumentou o status de Cu e Se das novilhas; no entanto, nenhum efeito foi observado no desenvolvimento ovariano ou nas taxas de prenhez.

Cordeiro et al. (2008) também não observaram efeitos da suplementação de minerais na dieta no número de óvulos/embriões recuperados ou no número de corpos lúteos em novilhas de corte, indicando que a ovulação provavelmente não é afetada por essa suplementação. No entanto, Dantas et al. (2019) mostraram que a suplementação materna antes da coleta do óvulo (OPU) aumentou o número de complexos cumulosos-ovócitos (COC) coletados e as taxas de maturação do ovócito durante a cultura *in vitro*, sugerindo que o ovócito pode ser suscetível à suplementação materna.

Embora as células foliculares pareçam não ser afetadas pela suplementação de minerais, o desenvolvimento e as funções das células luteais podem ser impactados. Vedovatto et al. (2019) observaram que o mineral injetável administrado 11 dias antes da IA tendeu a diminuir o diâmetro e o volume do corpo lúteo (CL), embora a concentração de progesterona não tenha sido afetada, sugerindo uma possível melhoria na eficiência da produção de progesterona pelas células do CL após a suplementação com minerais. Além disso, Fujii et al. (2005) mostraram que animais que receberam minerais tiveram um aumento nas enzimas antioxidantes, o que pode ter reduzido a quantidade de espécies reativas de oxigênio, controlando a esteroidogênese e a liberação de progesterona do CL. Esses dados sugerem que a suplementação com minerais injetáveis pode melhorar o desempenho reprodutivo, beneficiando a qualidade do oócito e a função do CL.

Machado et al. (2013) observaram redução na ocorrência de natimortos (6,1 vs. 4,3%) e endometrites (34,2 vs. 28,6%) com três injeções de 5 mL de microminerais aos 230 e 260 dias de gestação e 35 dias pós-parto, todavia, não foram observados efeitos positivos sobre o intervalo entre o nascimento e a concepção entre os animais suplementados e controle.

Trabalhando com três aplicações (0, 51 e 127 dias após o desmame) de uma dose reduzida (2,5mL/animal, metade da dose recomendada) em novilhas recém desmamadas, foram observados incrementos no ganho médio diário e *status* de Se dos animais suplementados 177 dias após o desmame, todavia, não foram

observadas alterações na idade a puberdade e taxa de prenhez após uma estação de monta de aproximadamente 90 dias (ARTHINGTON et al., 2014).

Esses resultados indicam que a utilização de uma solução injetável pode ser uma boa alternativa para melhorar o desempenho reprodutivo de bovinos manejados em condições em que possa haver flutuações na ingestão e disponibilidade de microminerais, todavia, em situações em que os níveis dietéticos são elevados, esta pode não apresentar efeitos positivos, sendo necessárias ainda pesquisas para avaliar seu real impacto em diferentes situações de manejo.

3.1.1 Cálcio (Ca)

Este elemento tem como função principal a formação dos tecidos duros do organismo, além de ser um componente essencial em todas as células. Primordial no organismo para a formação e manutenção de ossos, dentes, formação do coágulo sanguíneo, contrações musculares, estímulo e transmissão dos impulsos nervosos e secreção de alguns hormônios (FILAPPI et al., 2005).

Muitos processos intracelulares dependem da ação do cálcio, portanto a alteração na sua concentração desencadeia efeitos funcionais adversos. Mecanismos dependentes de cálcio estão envolvidos na síntese de esteroides nos testículos, nas glândulas adrenais e nos ovários. Um mecanismo dependente de cálcio pode ser responsável pela principal via de esteroidogênese na placenta bovina. O cálcio também influencia a esteroidogênese na liberação ou na utilização de colesterol pelas mitocôndrias ou estimular a conversão de pregnolona em progesterona (RIBEIRO, 2022).

A deficiência de cálcio em ruminantes se dá quando alimentados basicamente por concentrados; em regime a pasto dificilmente apresentarão esse problema, por mais pobres em cálcio que sejam as pastagens (SOUZA, 2020).

A deficiência de cálcio apresenta os sintomas: raquitismo, articulações sensíveis, extremidades ósseas enfraquecidas, dorsos arqueados, rigidez das pernas, e nos animais adultos ossos frágeis, baixa produção de leite e tetanias severas associadas a vacas leiteiras que liberam grande quantidade de cálcio no leite pós-parto (DA COSTA, 2017).

3.1.2 Fósforo (P)

O fósforo é o mineral mais abundante no organismo animal, presente nos ossos e dentes, e o restante distribuído nos tecidos moles, eritrócito, músculos, tecido nervoso e fluidos (FRANCO et al., 2016).

O efeito primário da deficiência de fósforo em ruminantes é a redução da ingestão de alimento, e início da ingestão de materiais que não participam da dieta, causando apetite depravado, consumo de ossos, pedras, madeira, predispondo os animais a botulismo enzoótico (GUIMARÃES, 2018).

Vacas com deficiência de fósforo apresentam menores taxas de concepção, diminuindo a atividade ovariana, cistos foliculares e anestro. A deficiência de fósforo afeta todos os tipos celulares, já que esse elemento é componente de ácidos nucleicos, de nucleotídeos, de fosfolipídios e de AMPc (adenosina monofosfato cíclico) pode ser a chave de seu efeito na reprodução (FRANCO et al., 2016).

3.1.3 Zinco (Zn)

O zinco desempenha papel fundamental na função reprodutiva das fêmeas, sendo essencial para todas as fases do processo reprodutivo, desde o estro até o parto e a lactação (ALMEIDA, 2007).

O zinco participa do metabolismo de carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos. O zinco atua como componente catalítico ou como estabilizador de metaloenzimas, além de ser necessário para a estabilidade celular. No sistema imune o zinco desempenha papel importante no sistema imune por ser componente essencial de mais de 300 enzimas, incluindo as envolvidas na síntese de DNA e RNA, e conseqüentemente na replicação e proliferação das células imunes (MAUANIS, 2020).

O envolvimento de zinco em todas as fases de crescimento celular sugere que todos os tecidos podem ser afetados severamente na deficiência deste mineral. A deficiência de zinco tem efeitos marcantes na produção animal e provoca disfunções endócrinas, particularmente no metabolismo de glicose, da atividade do hormônio de crescimento e da reprodução (SOUZA, 2020).

A deficiência de zinco afeta concentrações hormonais em fêmeas bovinas gestantes, relacionando-se a abortos, teratogênese, gestação prolongada, mumificação fetal, distocia, baixo peso ao nascimento, aumento de hemorragia ao parto e redução na sobrevivência da cria (GUIMARÃES, 2018).

O feto precisa de zinco para o crescimento, aumento de tamanho, e para o desenvolvimento normal, construção de estruturas e estratégias necessárias para manutenção da vida e da saúde (DANTAS et al., 2010.)

As exigências de zinco para animais em reprodução são provavelmente mais altas do que em outras fases da vida, devido às demandas por esse nutriente durante o crescimento fetal, o estresse do parto e a produção de leite. A alta necessidade de zinco para o embrião e para o feto se reflete, por exemplo, na alta expressão de enzimas antioxidantes que os protegem de estresse oxidativo (RIBEIRO, 2022).

3.1.4 Cobre (Cu)

O cobre é essencial para o crescimento animal e para prevenção de grande número de desordens clínicas e patológicas. Quando ocorre deficiência no organismo animal, é comum que ocorra morte embrionária, taxa de concepção reduzida, retenção de placenta, problemas ósseos e aumento de aberrações cromossômicas devido ao estresse oxidativo (ANDRIGUETTO, 1990).

3.1.5 Ferro (Fe)

Componente essencial da hemoglobina está envolvido com o transporte de oxigênio para as células. A deficiência desse mineral em animais jovens é fácil de ocorrer devido a fonte de alimentação ser o leite, já em animais adultos só ocorre quando há perda considerável de sangue ou parasitismo (CARVALHO, 2003).

3.1.6 Iodo (I)

Sua função fisiológica conhecida é como componente dos hormônios tireoideanos: tiroxina (T4) e triiodotironina (T3), que influenciam em todos os órgãos em algum estágio do desenvolvimento, crescimento e maturação. Quando os hormônios T3 e T4 estão altos eles influem na função reprodutiva, desenvolvimento ósseo e na gênese do embrião e do feto (HERNANDEZ, 2001).

Nos bovinos, o iodeto é transportado pela placenta para o feto e a função da tireoide se inicia cedo na fetogênese, o funcionamento adequado das glândulas tireoides da mãe e do feto é necessário para assegurar que o desenvolvimento neurológico do feto progrida normalmente (ANDRIGUETTO, 2002).

3.1.7 Manganês (Mn)

É um importante mineral, que atua na estrutura óssea, reprodução e funcionamento normal do sistema nervoso central. Fêmeas adultas necessitam de uma quantidade maior de manganês para o desenvolvimento normal do feto (CARVALHO, 2003).

Na reprodução bovina é responsável pelo incremento da mitose das células ovarianas e das células que formam o corpo lúteo, e reflete diretamente na reprodução, pois controla o nível de estrógeno e progesterona no sangue (ANDRIGUETTO, 1990).

Bezerros nascidos de mães com deficiência de manganês apresentam fraqueza e deformidades graves nos membros, como membros curtos, articulações largas e inchadas (ANDRIGUETTO, 2002).

3.1.8 Selênio (Se)

O selênio é um micromineral ligado a fertilidade de a prevenção de doenças. Suas principais funções no organismo são: defesa antioxidante, metabolismo do hormônio da tireoide e controle das reações celulares (HERNANDEZ, 2001).

Sua deficiência na reprodução, se manifesta como cios silenciosos, fracos e irregulares, baixa taxa de concepção e maior incidência de cistos ovarianos, retenção de placenta, infertilidade e abortos (PEIXOTO, 2005).

3.1.9 Enxofre (S)

Elemento importante na síntese proteica, componente de dois aminoácidos importantes, cistina e metionina, compõe vitaminas e o hormônio insulina. O enxofre ocorre nos tecidos sob a forma de cartilagens, ossos, tendões e paredes de vasos sanguíneos (HERNANDEZ, 2001).

Os sintomas de deficiência de enxofre nos ruminantes se confundem com sinais de deficiência de proteína (ANDRIGUETTO, 2002).

3.2 IMPACTO ECONÔMICO DA SUPLEMENTAÇÃO INJETÁVEL DE MINERAIS

Mesmo o Brasil tendo um rebanho bovino em constante crescimento, e o maior rebanho comercial do mundo, o país ainda apresenta baixos índices de produtividade na pecuária de corte. Um dos fatores agravantes é o período de seca, onde há uma redução da produção de forragem, com baixo nível proteico e alto teor de fibra bruta lignificada.

Atualmente os altos custos de produção de carne tem levado o produtor a buscar alternativas para viabilizar a relação custo/benefício, ou seja, aumentar a produtividade do seu rebanho em todos os aspectos.

Campos Neto et al. 2003, trabalharam com 80 novilhas da raça Nelore com idade entre 10 e 12 meses, onde 40 receberam solução de aminoácidos injetável e 40 não receberam a solução, e evidenciou-se uma diferença significativa no ganho de peso de 22,50kg, concluindo que associar mineral proteico energético com a solução injetável de aminoácidos, proporcionou resultados positivos no desenvolvimento produtivo de novilhas.

Em 2004, Campos Neto et al. trabalharam com 63 bovinos da raça Nelore, com peso médio de 150 kg e idade de 10 a 12 meses, sendo 33 machos e 30 fêmeas, subdivididos ao acaso, em dois grupos (A e B), alocados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com manejo rotacionado de 15 dias e pressão de pastejo em torno de 2 UA/ha, durante o período de 90 dias. Obtiverem um peso maior ($P < 0,05$) de 11,34 kg nos machos e 7,02 kg nas fêmeas, para os grupos tratados com solução de aminoácidos.

Também em relação à avaliação reprodutiva, o trabalho realizado por Azevedo, et al. (2012) demonstra que vacas em anestro responderam ao tratamento com Aminofort® ($T1=66,0 \times T3=40,0\%$; $P < 0,05$), aumentando a taxa de prenhez dos animais tratados. Através de alguns estudos sobre suplementação injetável de mistura de minerais e aminoácidos, pesquisadores mostraram como o uso correto dessa mistura é benéfica para a produção animal, e conseqüentemente para a lucratividade do produtor.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos realizados neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação e Uso Animal da Universidade Brasil (ANEXO A).

4.1 LOCAL

O experimento foi realizado em propriedade rural (Fazenda Luar do Sertão), localizada no município de Alto Alegre dos Parecis, estado de Rondônia, Linha P40 km 90, tendo como coordenadas geográficas 12°49'23" de latitude -11.1111 e 61°55'34" de longitude -22.2222, e altitude aproximada de 144 m.

O clima é do tipo Tropical, caracterizado como quente úmido, com temperatura média anual de aproximadamente 24 a 26°C, nos meses mais quentes fica entre 30 a 35 °C.

A época de chuvas intensas se encontra nos meses de outubro a abril, e meses com menos de 50 mm entre junho e agosto, e a umidade relativa do ar varia de 80% a 90% no verão, e em 75% no inverno.

O experimento teve início em outubro de 2022 e fim em março de 2023.

4.2 UNIDADES EXPERIMENTAIS E MANEJO

A estação de monta teve início em outubro de 2022 e fim em fevereiro de 2023, época do ano chuvosa na região norte do país. Foram utilizadas 108 novilhas da raça Nelore, com peso vivo médio de 340 kg e 20 meses de idade, e 162 primíparas com peso vivo médio de 400 kg e 38 meses.

No grupo de novilhas 57 animais receberam suplemento mineral injetável e 51 não receberam, no grupo de primíparas 75 animais receberam suplemento mineral injetável e 88 não receberam.

Ambos os grupos eram mantidos sob pastejo em piquetes, de aproximadamente 8 hectares cada um, cultivados com *Urochloa brizantha*, e receberam suplementação na forma de sal mineral em cocho, Bigsal Cromo Cria®, um suplemento mineral com ureia pronto para uso para bovinos de corte, na apresentação de 30 kg (Quadro 1). O mineral foi fornecido à vontade no cocho e o consumo diário recomendado é de 20 a 33g/ 100 kg de peso corporal.

Quadro 1. Níveis de garantia do suplemento mineral com ureia para bovinos de corte (Big Cromo Cria®, Bigsal, Nutreco Company).

Componentes	Valor
N.N.P Equiv. Em Proteína (Max)	80,0 g/kg
Cálcio (min)	110,0 g/kg
Cálcio (Max)	170,0 g/kg
Fósforo (min)	80,0 g/kg
Sódio (min)	135,0 g/kg
Enxofre (min)	14,0 g/kg
Zinco (min)	5600 mg/kg
Cobre (min)	1200 mg/kg
Flúor (Máx)	1328,0 mg/kg
Manganês (Min)	1100,0 mg/kg
Cobalto (Min)	70,0 mg/kg
Cromo orgânico (Min)	12,0 mg/kg
Iodo (Min)	50,0 mg/kg
Selênio (min)	18,0 mg/kg
Selênio orgânico (min)	6,0 mg/kg

Todos os piquetes possuem acesso à água, tanto em bebedouros naturais como em bebedouros artificiais, de capacidade média de 5.000 litros. Além de cochos de madeira cobertos, de 4 metros lineares e acesso por ambos os lados.

Todos os animais utilizados no estudo receberam vacina preventiva contra doenças reprodutivas Bovigen Repro Total SE®, na dose de 5 mL, 60 dias antes do início do protocolo reprodutivo de IATF e o reforço da vacina, 30 dias antes do início do protocolo reprodutivo de IATF. Essa prática tem objetivo preventivo para doenças reprodutivas que afetam o rebanho comercial bovino, IBR, BVD, leptospiroses e campilobacterioses.

Todos os animais foram vermifugados 60 dias antes do tratamento da IATF, com doramectina 1% (Exceller®, Vallee).

4.3 TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS

Cada categoria animal foi dividida em dois grupos, sendo um grupo que recebeu a administração injetável de mistura de minerais (Grupo Fosfosal®) e um

grupo que não recebeu a administração injetável de mistura de minerais (Grupo Controle) (Quadro 2).

Quadro 2. Distribuição do número de animais dos grupos experimentais de acordo com a categoria animal avaliada.

CATEGORIA	Número de animais	
	Grupo Fosfosal®	Grupo Controle
Novilhas	57	51
Primíparas	75	88

O produto usado, fonte de minerais, foi o Fosfosal®, Virbac, na dosagem de 10 mL, aplicados pela via intramuscular, 30 dias antes do início do programa de IATF. A quantidade de minerais recebida em cada dose de 10 mL está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição do Fosfosal®, proporcional a 10mL administrados como promotor do metabolismo e fonte de minerais nas novilhas Nelore anteriormente ao protocolo IATF.

Fonte dos minerais	Quantidade em 10 mL do produto
Glicerofosfato de sódio (g)	1,40
Fosfato monossódico (g)	2,01
Cloreto de cobre (g)	0,04
Cloreto de potássio (g)	0,06
Cloreto de magnésio (g)	0,25
Selenato de sódio (g)	0,024
Água estéril.....q.s.p. (mL)	10,00

Fonte: Virbac do Brasil (<https://br.virbac.com/products/suplementos-injetaveis/fosfosal>)

No manejo reprodutivo, o protocolo utilizado com as novilhas seguiu as etapas seguintes apresentadas na Tabela 2 e, com as primíparas, as etapas seguintes na Tabela 3.

Tabela 2. Manejo reprodutivo conduzido com as fêmeas Novilhas da raça Nelore.

	Grupo Fosfosal®	Grupo Controle
90 Dias antes da IATF	Vacina reprodutiva 1ª dose	Vacina reprodutiva 1ª dose
60 dias antes da IATF	Vacina reprodutiva 2ª dose	Vacina reprodutiva 2ª dose
30 dias antes da IATF	Fosfosal®	-
D0	Implante de P4 2 mL de BE 1,5 mL de Estron	Implante de P4 2 mL de BE 1,5 mL de Estron
D8	Retirada do implante de P4 1,6 mL de Estron 0,5 mL de ciptotec 1,0 mL de ECG	Retirada do implante de P4 1,6 mL de Estron 0,5 mL de ciptotec 1,0 mL de ECG
D10	Inseminação artificial	Inseminação artificial
45 dias após a IATF	Diagnóstico de gestação por ultrassonografia	Diagnóstico de gestação por ultrassonografia

Fonte: próprio autor (2024).

Implante de P4 (Primer 1ng/mL)

Benzoato de Estradiol (RIC-Be 100mg/100mL)

Prostaglandina (Estron 24,1mg/100mL)

Cipionato de Estradiol (Ciptotec 1mg/1mL)

ECG (Folligon 5000 U.I/25 mL)

Tabela 3. Manejo reprodutivo conduzido com as fêmeas Primíparas, da raça Nelore.

	Grupo Fosfosal®	Grupo Controle
90 Dias antes da IATF	Vacina reprodutiva 1ª dose	Vacina reprodutiva 1ª dose
60 dias antes da IATF	Vacina reprodutiva 2ª dose	Vacina reprodutiva 2ª dose
30 dias antes da IATF	Fosfosal®	-
D0	Implante de P4 2 mL de BE	Implante de P4 2 mL de BE
D8	Retirada do implante de P4 2,0 mL de Estron 1,0 mL de ciptotec 1,5 mL de ECG	Retirada do implante de P4 2,0 mL de Estron 1,0 mL de ciptotec 1,5 mL de ECG
D10	Inseminação artificial	Inseminação artificial
45 dias após a IATF	Diagnóstico de gestação por ultrassonografia	Diagnóstico de gestação por ultrassonografia

Fonte: próprio autor (2024).

Na IATF o sêmen utilizado foi de touro Aberdeen Angus, e o repasse realizado com touro Nelore.

No dia da inseminação foi realizada a avaliação do escore de condição corporal das novilhas, pelo método de avaliação visual baseado em pontos específicos das

reservas corporais, usando uma escala de 1 a 5, onde 1 refere ao animal muito magro e 5, ao animal obeso.

E na apartação das fêmeas para início do protocolo foi realizada avaliação do escore corporal, considerou-se no escore 1, a vaca não apresentar camada de gordura corporal evidente e ter uma cavidade profunda em volta da base da cauda. Geralmente, se trata de animais que passaram por privação alimentar. No escore 2, considerou-se animal com ossos evidentes (protuberâncias), fina camada de gordura com pele esticada e superfície do corpo macia. Escore 3, ponto médio ou ideal em que o animal apresenta músculos aparentes e costelas quase cobertas. A pele se encontra flexível e não há camadas de gordura. Inclusive, este escore é o mais recomendado para o parto. Escore 4, animais com costelas cobertas e com gordura na base da cauda. Alguns ossos ficam submersos e mesmo considerada uma vaca gorda, ainda há regiões do corpo bem definidas. E por fim escore 5, animal com camada de gordura densa e macia, com pontos do corpo cobertos como a base da cauda e a maçã do peito. E, embora todo produtor prefira bovinos pesados, este excesso de gordura prejudica a reprodução.

4.4 ANÁLISE ECONÔMICA DA SUPLEMENTAÇÃO DE MINERAIS INJETÁVEL

Foi conduzida uma simulação para a avaliação econômica dos tratamentos empregados e a conversão da taxa de prenhez em bezerro desmamado, levando em consideração os preços dos produtos utilizados na inseminação artificial em tempo fixo (IATF) com base em consulta realizada no mercado livre (abril/2024) e a mão-de-obra, com valor referente à região de Alto Alegre dos Parecis, estado de Rondônia, na mesma data.

Os custos com utensílios utilizados na IATF foram considerados como fixos. Os custos variáveis compreenderam os serviços e insumos utilizados na IATF e na sanidade dos animais. Dessa forma, a análise econômica foi contemplada com os custos fixos e variáveis.

Calculou-se a média de preço dos itens que compreenderam os custos fixos e variáveis (Tabela 4) e, com esses valores, foram realizados os cálculos financeiros para determinar o custo da IATF, o custo por prenhez e a receita estimada com os bezerros desmamados.

Tabela 4. Preço dos produtos e serviços utilizados na IATF utilizados na análise econômica do uso da suplementação mineral injetável ou não em Novilhas e Primíparas da raça Nelore.

Itens	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total
Utensílios para inseminação (Custos fixos)			
Botijão de sêmen 20/20 (unidade)	1	3.800,00	3.800,00
Estojo plástico (unidade)	1	140,00	140,00
Aplicador Universal com trava (unidade)	1	220,00	220,00
Pinça Inox (unidade)	1	90,00	90,00
Cortador de paletas (unidade)	1	79,00	79,00
Termómetro (unidade)	1	55,00	55,00
Descongelador	1	1.800,00	1.800,00
Régua Medir Nitrogênio	1	50,00	50,00
kit Pistola vacinação	1	600,00	600,00
Agulhas de inox	5	5,50	27,50
Serviços (custos variáveis)			
Inseminador (R\$/animal)	100	20,00	2.000,00
Médico veterinário (diária)	1	500,00	500,00
Insumos (custos variáveis)			
Recarga de Nitrogênio (kg)	20	4,00	80,00
Luvras para inseminação (unidade)	100	0,75	75,00
Bainha francesa (unidade)	100	0,86	86,00
Produtos usados no protocolo IATF (custos variáveis)			
Implante P4 - PRIMER	100	10,30	1.030,00
Benzoato BE – RIC-BE	200	0,38	76,00
Cipionato de Estradiol - CIPIOTEC	100	0,28	28,00
Prostaglandina - ESTRON	200	1,38	276,00
ECG - Foligon	150	5,45	817,50
Sêmen Convencional de Aberdeen Angus	100	28,00	2.800,00
Produtos usados no esquema sanitário			
Vacina Reprodutiva (CATTLE MASTER 4 25 DS® Zoetis (125 mL = 25 doses)	8	245,16	1.961,28
Vacina (Vacina Polivalente FORTRESS 8® Zoetis (250 mL = 50 doses)	2	62,20	124,40
Produto usado no tratamento experimental			
FOSFOSAL® Virbac (500 mL = 50 doses)	2	242,26	484,52

Fonte: próprio autor (2024).

Nos cálculos financeiros foram considerados os custos da IATF (Fórmula 1), custos totais da IATF (Fórmula 2), padronizando o número de fêmeas IATF em 100 animais e, custo da prenhez (Fórmula 3).

$$\text{Custo IATF} = \text{Protocolo hormonal} + \text{Mão - de - obra inseminador} + \text{Sêmen} + \text{Bainha IA} + \text{Fosfosal ou Controle} \quad (1)$$

$$\text{Custo Total IATF} = \text{Custo IATF} * \text{Número fêmeas IATF} \quad (2)$$

$$\text{Custo Prenhes} = \text{Custo Total IATF} \div \text{Número de fêmeas prenhes} \quad (3)$$

Na estimativa das perdas de bezerros, desde a gestação até o nascimento, foram utilizados os valores de referência descritos por Sá (1991) e Corrêa et al. (2001). Esses estudos indicaram uma taxa de 4% para perdas gestacionais até os 30 dias (Fórmula 4) e de 2,2% para mortes de bezerros do nascimento até a desmama (Fórmula 5).

$$\text{Número de Bezerros Nascidos} = \text{Vacas prenhes}(30 \text{ d após IATF}) - 4\% \quad (4)$$

$$\text{Número de Bezerros desmamados} = \text{Número de Bezerros Nascidos} - 2,2\% \quad (5)$$

Com base nessas informações, foi estabelecida uma taxa total de perdas (ou mortes) de 6,11% da concepção ao desmame. Neste contexto, a estimativa da perda de bezerros (Fórmula 6) foi calculada da seguinte forma:

$$\text{Perda de Bezerros (morte mebrionária, aborto, morte do nascimento a desmama)} = \text{Número de Fêmeas Prenhes} * 6,11\% \quad (6)$$

Para calcular do número de bezerros desmamados, foi considerado o dimorfismo sexual, com 50% de nascimento para cada sexo (macho e fêmea).

Para calcular o retorno financeiro com a venda dos bezerros, foram utilizados os preços dos bezerros desmamados machos e fêmeas (Fórmulas 7 e 8) da raça Nelore, respectivamente, ♂ 8 meses, 195 kg, 6,5@ R\$1.488,33, R\$/cabeça, R\$7,63 R\$/Kg e ♀ 8 meses, 180 kg, 6@ = R\$1.075,00, R\$/cabeça, R\$5,97 R\$/Kg, praticados conforme as tabelas de projeção estabelecidas pela Scot Consultoria em abril de 2024 para o mercado da região de Rondônia (<https://www.scotconsultoria.com.br/cotacoes/reposicao/>).

$$\text{Preço do Bezerro Desmamado} = (\text{Valor Macho } 195 \text{ kg} - R\$15,00) \div \text{kg} \quad (7)$$

$$\text{Preço da Bezerra Desmamada} = (\text{Valor fêmea } 180 \text{ kg} - R\$14,33) \div \text{kg} \quad (8)$$

Além das estimativas do investimento (custos fixos e variáveis) e o retorno financeiro, foram realizadas estimativas para os coeficientes técnicos-econômicos e, para tanto, utilizou-se valores de custo operacional (CO) (Fórmula 9), custo operacional total (COT) (Fórmula 10) e custo operacional efetivo (COE), sendo o COE referente às depreciações (5% CO) para o cenário avaliado considerado, utilizando-se metodologia proposta por Matsunaga et al. (1976).

$$\text{Custo Operacional, } CO = \text{Custos Fixos} + \text{Custos Variáveis} \quad (9)$$

$$\text{Custo Operacional Total, } COT = CO + COE \quad (10)$$

Os indicadores econômicos utilizados para avaliar a lucratividade do uso da suplementação de minerais injetáveis sobre a taxa de prenhez foram, os recomendados por Martin et al., (1997) segundo Fórmulas 11 e 12:

$$\text{Receita Bruta, } RB = \text{valor bezerro}(a)\text{desmamado}(a) * \text{número bezerros}(as)\text{desmamados}(as) \quad (11)$$

$$\text{Receita Líquida, } RL = RB - COT \quad (12)$$

E, segundo recomendado por EPAGRI (2021), calculou-se a margem bruta, receita líquida operacional, margem líquida ou lucro operacional, e preço de Nivelamento total, de acordo com as fórmulas 13 a 17.

$$\text{Margem Bruta, } MB = ((RB - COE) \div RB) * 100 \quad (13)$$

$$\text{Margem Líquida, } ML = ((RB - COT) \div RB) * 100 \quad (14)$$

$$\text{Lucro Operacional, } LO = RB - COT \quad (15)$$

$$\text{Receita Líquida Operacional, } RLO = RB - COE \quad (16)$$

$$\text{Preço De Nivelamento Total, } PrNt = \frac{COT}{R\$/kg} \quad (17)$$

4.5 ANÁLISE DOS DADOS

O efeito do tipo de tratamento sobre o custo da IATF, a receita com os bezerros e os indicadores técnicos econômicos foram analisados de forma descritiva/qualitativa.

Os dados obtidos para as categorias novilha e primíparas foram submetidos à análise de qui-quadrado de associação; para as variáveis categóricas “suplementação” e “diagnóstico de gestação”, com o intuito de avaliar a significância de uma associação entre as duas variáveis qualitativas. Foi considerado o nível de significância alfa de 5%.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ECC (escore de condição corporal) das novilhas e primíparas foi semelhante no início e na confirmação da prenhez por IATF, independentemente do tratamento experimental, com valores entre 2,5 e 3,0. Semelhante a esse resultado, Gadberry e Baldrige (2013) indicaram que o peso corporal e o escore de condição corporal (ECC) não diferiram entre vacas Angus que receberam suplementação mineral injetável e aquelas que não receberam antes da reprodução. Os animais foram mantidos em pastagem de inverno. Esses pesquisadores observaram que os efeitos da suplementação com minerais injetáveis no peso corporal e no ECC das vacas têm sido inconsistentes na literatura.

Por outro lado, Arthington et al. (2014) relataram que novilhas de corte da raça Aberdeen Angus que receberam suplementação mineral injetável tenderam a ter maior ganho médio diário (GMD) e melhor ECC, em comparação com novilhas que receberam solução salina. É importante citar que as novilhas receberam os tratamentos experimentais desde o desmame e permaneceram em estudo até a reprodução, totalizando 177 dias. Neste estudo em questão o uso de suplemento mineral injetável não teve ação direta na reprodução dos animais, assim como neste experimento.

5.1 RESULTADO DA SUPLEMENTAÇÃO DE MINERAIS INJETÁVEIS EM VACAS PRIMÍPARAS

O quadro (Quadro 3) apresenta um resumo descritivo sobre o efeito da suplementação nutricional na taxa de prenhez de novilhas e primíparas. O estudo foi conduzido com dois grupos distintos: um grupo suplementado e um grupo controle. As novilhas e as primíparas foram avaliadas quanto à taxa de prenhez, permitindo uma análise dos benefícios potenciais da suplementação.

Para o grupo de novilhas, foram suplementados 57 animais, enquanto 51 animais compuseram o grupo controle. Observou-se que 61,4% das novilhas suplementadas ficaram prenhes, em comparação com 54,9% das novilhas do grupo controle. Esses dados sugerem que a suplementação pode ter um efeito positivo sobre o número da taxa de prenhez em novilhas, aumentando as chances de gestação

em cerca de 6,5 pontos percentuais. Já para o grupo de primíparas, composto por 75 animais suplementados e 88 animais no grupo controle, ambos os grupos apresentaram uma taxa de prenhez de 50%.

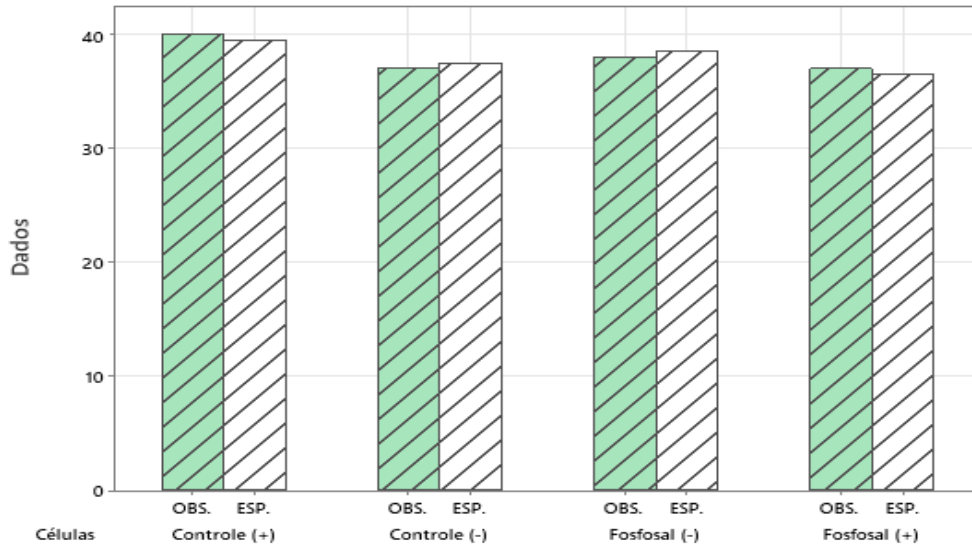
Quadro 3. Efeito da suplementação nutricional na taxa de prenhez de novilhas e primíparas entre grupos suplementados e controle

CATEGORIA	Número de animais		% prenhez	
	Grupo Fosfosal®	Grupo Controle	Grupo Fosfosal®	Grupo Controle
Novilhas	57	51	61,4	54,9
Primíparas	75	88	50,0	50,0

Foram analisados dados observados e esperados utilizando o teste qui-quadrado de associação para as variáveis categóricas de suplementação e diagnóstico de gestação de IATF em vacas primíparas. Os resultados do teste indicaram que não houve associação entre os grupos, ou seja, a suplementação não teve efeito significativo no diagnóstico de gestação em vacas primíparas, quando comparadas com o grupo controle (Figura 1).

Resultado semelhante foi observado por Stoke et al. (2017). Os pesquisadores avaliaram o efeito de um mineral injetável (Multimin90®, MM1, 1 mL/ 68 kg de peso corporal) ou solução salina esterilizada (grupo controle), no início de um protocolo de sincronização na IATF de primíparas da raça nelore, ao longo de 2 anos consecutivos. As taxas de prenhez para IATF foram semelhantes, numericamente, nos dois grupos experimentais (48,0% no grupo controle e 49,3% no grupo suplementado).

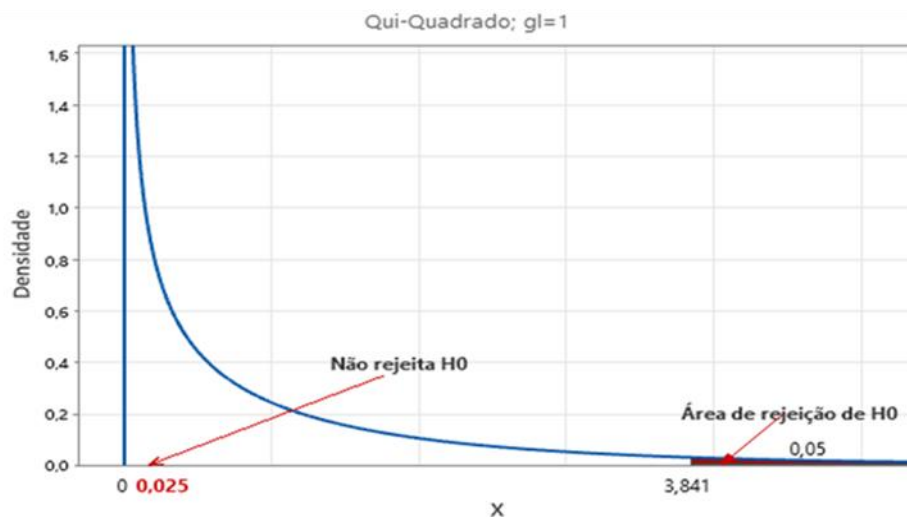
Figura 1. Dados observados e esperados obtidos através da análise de qui-quadrado de associação para as variáveis categóricas suplementação e diagnóstico de gestação em vacas primíparas.



Fonte: próprio autor (2024).

Foi realizada a análise de qui-quadrado para avaliar a independência entre as variáveis de suplementação e diagnóstico de gestação. Os resultados do teste indicaram que não houve associação entre os grupos (casualidade), ou seja, a suplementação não teve efeito significativo no diagnóstico de gestação (Figura 2).

Figura 2. Distribuição qui-quadrado com grau de liberdade 1 (Gl=1). Área de curva em vermelho representa a área de rejeição de H_0 (limite de rejeição qui-quadrado crítico de 3,841). H_0 avaliou a independência entre as variáveis suplementação e diagnóstico de gestação.



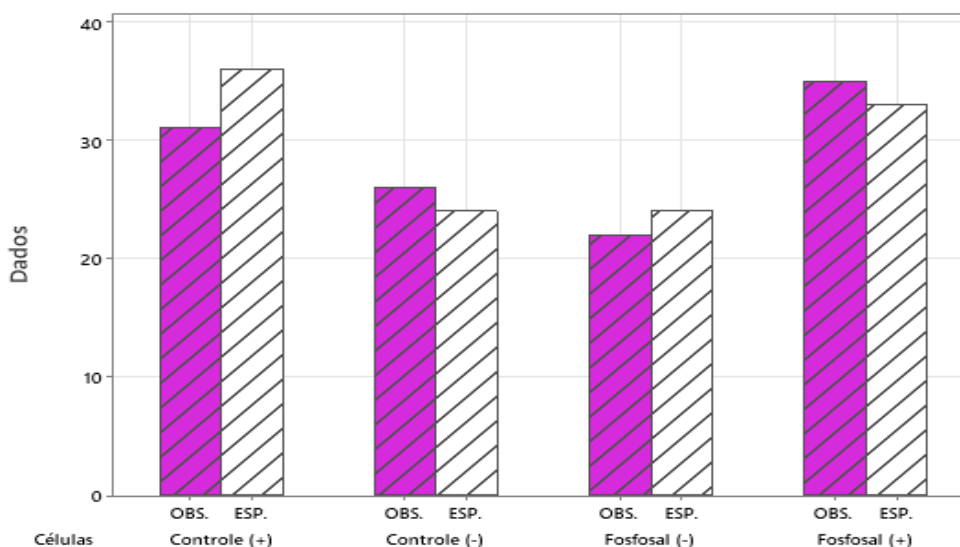
Fonte: próprio autor (2024).

De acordo com as Figuras 1 e 2, não houve evidências, a um nível de significância (alfa) de 5%, que se tenha diferença na distribuição do diagnóstico de gestação realizado frente à suplementação com Fosfosal® em vacas primíparas, sendo as diferenças observadas atribuídas ao efeito do acaso.

5.2 RESULTADO DA SUPLEMENTAÇÃO DE MINERAIS INJETÁVEIS EM NOVILHAS

Os resultados do efeito da suplementação da mistura de minerais injetável (Fosfosal®) sobre a taxa de prenhez de novilhas da raça Nelore, mantidas em pastagens, em comparação com os animais do grupo controle (sem suplementação) estão apresentados na Figura 3.

Figura 3. Dados observados e esperados obtidos através da análise de qui-quadrado de associação para as variáveis categóricas suplementação e diagnóstico de prenhez em novilhas.



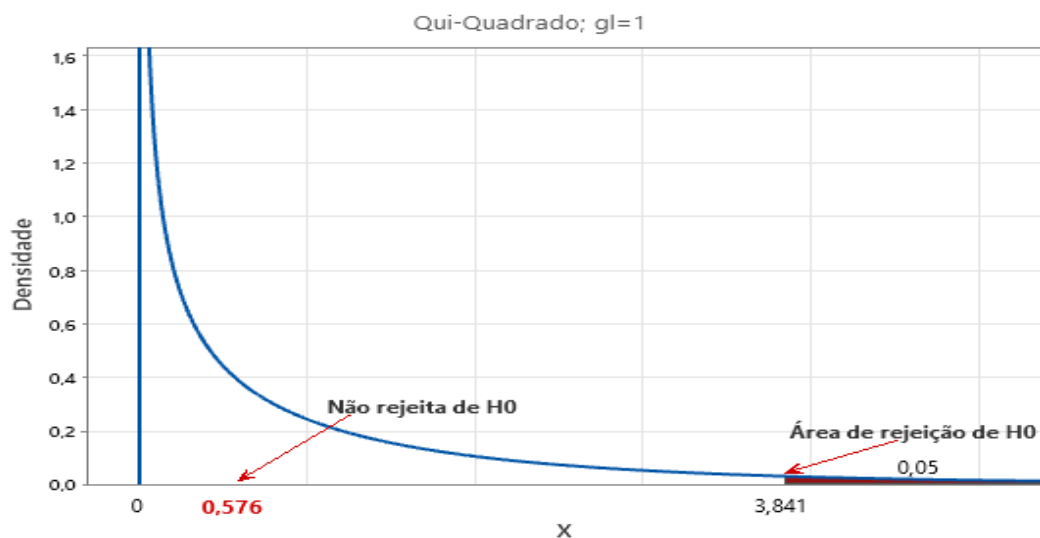
Fonte: próprio autor (2024).

Observou-se que as taxas de prenhez para IATF foram semelhantes entre os tratamentos, e não houve diferenças na distribuição das pontuações, conforme a Figura 3 e 4. Estes dados sugerem que todas as novilhas responderam de forma semelhante à sincronização do estro, e não houve diferença no número de novilhas apresentando cio, no momento da IATF. As taxas de prenhez para IATF foram semelhantes, numericamente, nos dois grupos experimentais (54,4% no grupo controle e 61,4% no grupo suplementado).

Brasche et al. (2015) relataram ausência de efeito da injeção de oligoelementos nas taxas gerais de prenhez ou na concepção geral de IA de novilhas Angus comerciais e de raça pura sincronizadas usando um protocolo CIDR-PG de 14 dias.

Na Figura 4, tem-se o gráfico da distribuição do teste Qui-quadrado com um grau de liberdade ($Gl=1$), usado para avaliar a associação entre variáveis categóricas, sendo o grau de liberdade (df) um parâmetro que indica o número de categorias menos 1. Nesse caso, com um grau de liberdade, há duas categorias possíveis. A área sob a curva em vermelho representa a região onde a hipótese nula (H_0) é rejeitada. Em testes estatísticos, a hipótese nula é geralmente a afirmação de que não há diferença ou associação entre as variáveis estudadas. Assim, a área em vermelho indica os valores do teste do qui-quadrado que são considerados estatisticamente significativos o suficiente para rejeitar a hipótese nula e concluir que há uma associação significativa entre as variáveis. No presente estudo, H_0 avaliou a independência entre as variáveis de suplementação e diagnóstico de gestação, fornecendo indicativo sobre a relação entre essas variáveis no contexto do estudo sobre a suplementação injetável de minerais e sua influência na taxa de prenhez de novilhas e primíparas.

Figura 4. Distribuição Qui-quadrado com grau de liberdade 1 ($Gl=1$). Área de curva em vermelho representa a área de rejeição de H_0 (limite de rejeição qui-quadrado crítico de 3,841). H_0 avaliou a independência entre as variáveis suplementação e diagnóstico de gestação.



Fonte: próprio autor (2024).

A Figura 4 indica que não há evidências, a um nível de significância (alfa) de 5%, que haja diferença na distribuição no diagnóstico de gestação realizado frente a suplementação com Fosfosal® em novilhas, sendo as diferenças observadas atribuídas ao efeito do acaso. Os dados sugerem que a suplementação adicional de minerais (Fosfosal®) em um rebanho com os níveis recomendados de minerais, pode não proporcionar efeitos benéficos ou significativos. As novilhas e primíparas do presente estudo receberam suplementação do mineral Big Cromo Cria no cocho, em quantidades iguais ou superiores às recomendações do NRC, sugerindo que provavelmente tinham um status mineral adequado.

5.3 ANÁLISE ECONÔMICA DA SUPLEMENTAÇÃO DE MINERAIS INJETÁVEL SOBRE A TAXA DE PREENHEZ

Os valores da análise econômica levaram em consideração custos de itens envolvidos no procedimento de IATF para 100 animais em cada categoria de fêmea bovina da raça Nelore avaliada, com e sem a suplementação de minerais injetável e os índices das taxas de prenhez obtidos experimentalmente nos tratamentos avaliados. O resumo da análise de custos e receita está apresentado na Tabela 5.

A análise detalhada do custo total da IATF para novilhas e primíparas, considerando os grupos com suplementação de FOSFOSAL®, revela que o custo total da IATF foi de R\$7.224,00 para novilhas e primíparas. Os grupos de novilhas e primíparas sem suplementação apresentou custo de R\$6.740,00. Esses valores representam os custos diretos associados à aplicação do protocolo de IATF, incluindo os custos com sêmen, medicamentos, mão de obra e demais insumos necessários para a realização do procedimento, diferenciando-se apenas no valor adicionado do FOSFOSAL®. A similaridade nos custos entre os grupos com e sem suplementação sugere que a inclusão da suplementação de FOSFOSAL® não teve um impacto significativo nos custos totais da IATF para esses animais. A diferença no custo entre os tratamentos foi de R\$484,00.

Tabela 5. Valores para custo total da IATF em novilhas e vacas primíparas, prenhes.

Parâmetros	Novilha FOSFOSAL®	Novilha Controle	Primípara FOSFOSAL®	Primípara Controle
Custo Total da IATF (R\$)				
Custo da IATF, R\$/animal	72,24	67,40	72,24	67,40
Total de fêmeas na IATF, unidade	100	100	100	100
	<i>7.224,00</i>	<i>6.740,00</i>	<i>7.224,00</i>	<i>6.740,00</i>
Custo da prenhez (R\$)				
Custo Total da IATF, R\$/100 animais	7.224,00	6.740,00	7.224,00	6.740,00
Fêmeas prenhes, unidade	61	54	49	48
	<i>118,43</i>	<i>124,41</i>	<i>147,43</i>	<i>140,42</i>
Índice Zootécnico estimado				
Bezerros nascidos, unidade	61	54	49	48
Total de Bezerros desmamados, unidade	60	53	48	47
Bezerros desmamados machos, unidade	30	26	24	23
Bezerros desmamados fêmeas, unidade	30	26	24	23
Valor do bezerro desmamado (R\$)				
Bezerro desmamado, R\$/animal*	1.488,33	1.488,33	1.488,33	1.488,33
Bezerra desmamada, R\$/animal*	1.075,00	1.075,00	1.075,00	1.075,00
Receita do bezerro desmamado (R\$)				
Receita do bezerro desmamado, R\$	45.347,93	40.138,77	36.417,95	35.673,78
Receita da bezerra desmamada, R\$	32.754,18	28.991,68	26.304,18	25.766,68
Receita total com bezerro desmamado, R\$	78.102,11	69.130,45	62.722,13	61.440,46

*Valor praticado na praça de Rondônia, segundo Scot Consultoria, abril de 2024.

A análise dos custos da prenhez para novilhas e primíparas, nos tratamentos com e sem suplementação de Fosfosal®, revela algumas diferenças entre os grupos. Para as novilhas, o custo da prenhez foi de R\$118,43 no grupo suplementado com Fosfosal® e R\$124,41 no grupo controle. Isso indica que a suplementação com Fosfosal® resultou em um custo ligeiramente menor da prenhez em comparação com o grupo controle, em virtude da taxa de prenhez apresentada por este grupo. As taxas de prenhez para IATF nos dois tratamentos experimentais foram 54,4% no grupo controle e 61,4% no grupo suplementado. Nas primíparas, o custo da prenhez foi de

R\$147,43 no grupo suplementado com Fosfosal® e R\$140,42 no grupo controle. Neste caso, o grupo controle apresentou custo muito semelhante da prenhez em relação ao grupo suplementado, refletindo à semelhança na taxa de prenhez observada nessa categoria de fêmeas (48,0% no grupo controle e 49,3% no grupo suplementado).

Ao avaliar a receita total obtida com os bezerros desmamados, nos dois tratamentos, observou-se diferença positiva nos valores referentes à suplementação com Fosfosal®. No caso das novilhas, entre os tratamentos (Fosfosal® x Controle), essa diferença positiva foi de R\$ 8.971,66 e, nas primíparas, a diferença foi de R\$ 1.281,67. Ao comparar a receita obtida entre primípara e novilha com a suplementação, observou-se diferença de R\$15.379,98, o que indica que as novilhas foram mais responsivas ao tratamento, quando comparada com a diferença entre primípara e novilha controle (R\$ 7.689,99) (Tabela 5).

A avaliação econômica da suplementação injetável de mistura de minerais sobre a taxa de prenhez de novilhas e primíparas é fundamental para compreender o impacto financeiro dessa prática na produção pecuária. Os resultados do estudo demonstram que, ao comparar os dois tratamentos avaliados (Fosfosal® e Controle), houve uma redução numérica significativa no custo operacional efetivo (COE) e no custo operacional total (COT) no grupo suplementado com Fosfosal®, em comparação com o grupo controle (Tabela 6).

Essa redução no custo operacional pode ser explicada pela melhor eficiência reprodutiva das novilhas suplementadas, resultando em menor custo por prenhez e bezerros desmamado. No entanto, é importante ressaltar que, apesar da redução nos custos operacionais, o custo do bezerro produzido foi maior no grupo suplementado com Fosfosal®, indicando que, apesar dos benefícios reprodutivos, o custo de produção por animal foi superior.

Tabela 6. Indicadores econômicos utilizados para avaliação da viabilidade econômica da produção de bezerras de novilhas e primíparas da raça Nelore, suplementadas ou não com mistura de minerais injetável.

Parâmetros*	Novilha FOSFOSAL®	Novilha Controle	Primípara FOSFOSAL®	Primípara Controle
Custo operacional efetivo (COE), R\$	17.200,20	16.715,68	17.200,20	16.715,68
Despesas com investimentos e depreciação (5% do COE), R\$	860,01	835,78	860,01	835,78
Custo operacional total (COT), R\$	18.060,21	17.551,46	18.060,21	17.551,46
Custo do bezerro produzido, R\$	2.778,49	2.700,23	2.778,49	2.700,23
Receita Bruta (RB), R\$	76.899,90	66.646,58	61.519,92	58.956,59
Receita Líquida (RL), R\$	58.839,69	49.095,12	43.459,71	41.405,13
Relação custo-benefício	4,26	3,80	3,41	3,36

* Valor comercial considerado em abril de 2024, cuja cotação do dólar era R\$ 5,05.

Observou-se que a Receita Bruta obtida com as fêmeas que receberam Fosfosal® foi melhor em comparação com aquelas Controle, tanto para novilhas quanto para primíparas. Isso sugere que a suplementação com Fosfosal® pode ter impacto positivo na produtividade econômica desses animais, resultando em um aumento na Receita Bruta. Para as novilhas, a receita bruta foi de R\$76.899,90 no grupo suplementado com Fosfosal® e R\$66.646,58 no grupo controle. Isso indica que a suplementação com Fosfosal® resultou em uma receita bruta significativamente melhor em comparação com o grupo controle. Para as primíparas, a receita bruta foi de R\$61.519,92 no grupo suplementado com Fosfosal® e R\$58.956,59 no grupo controle. Neste caso, o grupo suplementado também apresentou uma receita bruta maior em relação ao grupo controle, embora a diferença não seja tão significativa quanto para as novilhas.

A análise da receita líquida (RL) para novilhas e primíparas nos tratamentos com e sem suplementação de Fosfosal® mostra diferenças significativas entre os grupos (Tabela 6). A RL é um indicador essencial para avaliar o retorno financeiro da atividade pecuária. Neste estudo, observou-se que a suplementação com Fosfosal® resultou em uma RL melhor em comparação com o grupo Controle, tanto para novilhas quanto para primíparas. Isso sugere que a utilização da suplementação injetável de

mistura de minerais pode ser vantajosa do ponto de vista econômico, pois contribui para um aumento na RL. Para as novilhas, a RL foi de R\$58.839,69 no grupo suplementado com Fosfosal® e R\$49.095,12 no grupo controle. Isso indica que a suplementação com Fosfosal® resultou em uma RL significativamente melhor em comparação com o grupo controle. Para as primíparas, a RL foi de R\$43.459,71 no grupo suplementado com Fosfosal® e R\$41.405,13 no grupo controle. Neste caso, o grupo suplementado também apresentou uma receita líquida maior em relação ao grupo controle, mas a diferença numérica inferior, quanto para as novilhas. Esses resultados sugerem que a suplementação com Fosfosal® pode influenciar positivamente a receita líquida, especialmente para as novilhas.

A Relação Custo-Benefício é um indicador importante para avaliar a eficiência econômica de um determinado tratamento ou intervenção. Quanto maior a relação custo-benefício, melhor o retorno financeiro em relação aos custos incorridos. Neste estudo, observa-se que a suplementação com Fosfosal® resultou em uma Relação Custo-Benefício maior em comparação com o grupo Controle, tanto para novilhas quanto para primíparas. Isso indica que, em termos econômicos, a suplementação injetável de mistura de minerais pode ser mais vantajosa, pois proporciona um retorno financeiro mais favorável em relação aos custos incorridos. Para as novilhas, a relação custo-benefício foi de 4,26 no grupo suplementado com Fosfosal® e 3,80 no grupo controle. Isso significa que, para cada unidade monetária investida na suplementação com Fosfosal®, houve um retorno de 4,26 unidades monetárias em relação aos custos totais. Já no grupo controle, para cada unidade monetária investida, o retorno foi de 3,80 unidades monetárias. Para as primíparas, a relação custo-benefício foi de 3,41 no grupo suplementado com Fosfosal® e 3,36 no grupo controle. Isso indica que a suplementação com Fosfosal® também foi mais vantajosa em termos de retorno financeiro para as primíparas, mas a diferença em relação ao grupo controle foi menor do que para as novilhas.

Esses resultados sugerem que a suplementação com Fosfosal® pode ser mais eficiente economicamente, especialmente para as novilhas, proporcionando um melhor retorno financeiro em relação aos custos incorridos. É relevante destacar que a Relação Custo-Benefício não deve ser considerada isoladamente, mas sim em conjunto com outros indicadores econômicos, como a Margem Bruta, a Margem Líquida e o Lucro Operacional, para uma análise mais abrangente e precisa da viabilidade econômica da suplementação. Esses indicadores, quando avaliados em

conjunto, fornecem uma visão holística do impacto da suplementação injetável de minerais na taxa de prenhez de novilhas e primíparas.

Na Tabela 7, estão apresentados indicadores econômicos importante para avaliar a lucratividade de um sistema de produção ou adoção de tecnologia.

A margem bruta (MB), por exemplo, representa a diferença entre a receita total e o custo variável total, sendo expressa como uma porcentagem da receita total. No caso no presente estudo, para as novilhas, a margem bruta foi de 77,63% no grupo suplementado com Fosfosal® e 74,92% no grupo controle. Isso indica que, para cada unidade monetária de receita gerada pelas novilhas suplementadas com Fosfosal®, 77,63% foi lucro bruto, enquanto no grupo controle, esse valor foi de 74,92%. Para as primíparas, a margem bruta foi de 72,04% no grupo suplementado com Fosfosal® e 71,65% no grupo controle. Isso indica que a margem bruta foi ligeiramente menor para as primíparas em ambos os grupos, mas a diferença entre os tratamentos foi pequena.

Tabela 7. Indicadores econômicos da suplementação injetável de mistura de minerais sobre a taxa de prenhez de novilhas e primíparas.

Parâmetros*	Novilha FOSFOSAL®	Novilha Controle	Primípara FOSFOSAL®	Primípara Controle
Margem bruta, MB (%)	77,63	74,92	72,04	71,65
Receita Líquida operacional, RLO (R\$)	59.699,70	49.930,90	44.319,72	42.240,91
Margem líquida, ML (%)	0,77	0,74	0,71	0,70
Lucro Operacional, LO (R\$)	58.839,69	49.095,12	43.459,71	41.405,13
Índice de Lucratividade, IL (%)	76,51	73,66	70,64	70,23
Preço de Nivelamento (COE), PrNe (R\$/Bezerro macho)	11,56	11,23	11,56	11,23
Preço de Nivelamento (COE), PrNe (R\$/ Bezerro fêmea)	16,00	15,55	11,56	15,55
Preço de Nivelamento (COT), PrNtotal (R\$/ Bezerro macho)	12,13	11,79	16,80	11,79
Preço de Nivelamento (COT), PrNtotal (R\$/ Bezerro fêmea)	16,80	16,33	12,13	11,79

* Valor comercial considerado em abril de 2024, cuja cotação do dólar era R\$ 5,05.

Com relação à receita líquida operacional (RLO), esse índice que representa a receita total obtida com a venda dos produtos do sistema de produção, menos os custos operacionais variáveis. Ela reflete o valor que efetivamente contribui para cobrir

os custos fixos e gerar lucro. Pode-se observar que para as novilhas, a receita líquida operacional foi de R\$ 59.699,70 no grupo suplementado com Fosfosal® e de R\$ 49.930,90 no grupo controle. Isso indica que a suplementação com Fosfosal® resultou em uma melhor receita líquida operacional em comparação com o grupo controle, com diferença de R\$ 9.768,80. Para as primíparas, a receita líquida operacional foi de R\$ 44.319,72 no grupo suplementado com Fosfosal® e de R\$ 42.240,91 no grupo controle. Nesse caso, a diferença entre os tratamentos foi numericamente menor, mas ainda favoreceu o grupo suplementado.

Esses resultados sugerem que a suplementação com Fosfosal® pode contribuir para uma maior receita líquida operacional, indicando uma possível maior rentabilidade do sistema de produção, especialmente para as novilhas.

Outro índice importante para a avaliação econômica é a margem líquida (ML), que indica a lucratividade do negócio, representando a proporção do lucro líquido em relação à receita total. Quanto maior a margem líquida (próximo de 1%), mais lucrativo é o negócio. Para as novilhas, a ML foi de 0,77% no grupo suplementado com Fosfosal® e de 0,74% no grupo controle. Isso significa que, para cada real de receita gerada pelas novilhas suplementadas, o lucro líquido foi de aproximadamente 0,77 centavos, enquanto no grupo controle foi de 0,74 centavos. Para as primíparas, a ML foi de 0,71% no grupo suplementado com Fosfosal® e de 0,70% no grupo controle. A diferença entre os tratamentos foi pequena, mas indicou leve vantagem para o grupo suplementado.

Esses resultados sugerem que a suplementação com Fosfosal® pode contribuir para margem líquida ligeiramente maior, o que indica possível melhoria na lucratividade do sistema de produção, especialmente para as novilhas.

O lucro operacional (LO) é uma medida importante para avaliar a eficiência operacional de um negócio, representando o valor obtido após a dedução de todos os custos operacionais, incluindo custos fixos e variáveis, da receita total. Neste sentido, no presente estudo, nas novilhas, o LO foi de R\$ 58.839,69 no grupo suplementado com Fosfosal® e de R\$ 49.095,12 no grupo controle. Isso significa que o grupo suplementado obteve LO maior, indicando melhor eficiência operacional. Nas primíparas, o LO foi de R\$ 43.459,71 no grupo suplementado com Fosfosal® e de R\$ 41.405,13 no grupo controle. Nesse caso, também houve vantagem para o grupo suplementado, com LO superior.

Esses resultados sugerem que a suplementação com Fosfosal® pode contribuir para aumento no lucro operacional, indicando melhoria na eficiência operacional do sistema de produção, tanto para novilhas quanto para primíparas.

O índice de lucratividade (IL) é uma medida que indica a eficiência na geração de lucro em relação ao investimento realizado. Quanto maior o índice, mais eficiente é considerado o investimento. Para as novilhas, o IL foi de 76,51% no grupo suplementado com Fosfosal® e de 73,66% no grupo controle. Isso indica que, para cada unidade monetária investida, o grupo suplementado obteve retorno de 76,51%, enquanto o grupo controle obteve retorno de 73,66%. Portanto, a suplementação com Fosfosal® foi mais eficiente em termos de lucratividade para as novilhas. Para as primíparas, o IL foi de 70,64% no grupo suplementado com Fosfosal® e de 70,23% no grupo controle. Nesse caso, o grupo suplementado também apresentou IL ligeiramente superior, indicando maior eficiência na geração de lucro em relação ao investimento realizado.

Esses resultados sugerem que a suplementação com Fosfosal® pode contribuir para maior eficiência na geração de lucro, tanto para novilhas quanto para primíparas, em comparação com o grupo controle.

O preço de nivelamento, na avaliação econômica da adoção de uma tecnologia, representa o custo adicional ou a economia gerada por unidade de produto (como um bezerro) que deve ser obtida para que o investimento na tecnologia seja justificado. Em outras palavras, é o ponto em que os custos adicionais associados à tecnologia são compensados pelos benefícios adicionais que ela proporciona. No estudo em questão, por exemplo, se a adoção da nova tecnologia (suplementação) resulta em um aumento de custos de produção por bezerro, o preço de nivelamento seria o valor adicional que cada bezerro deveria gerar em receita para cobrir esse aumento de custo e ainda assim manter a lucratividade do sistema de produção. Este conceito é fundamental para os produtores avaliarem se o investimento em uma nova tecnologia é viável do ponto de vista econômico.

Diante da avaliação econômica realizada observou-se que, para cada bezerro macho produzido, o valor adicional necessário para cobrir o custo operacional efetivo é de R\$ 11,56 (cenário das novilhas suplementadas com Fosfosal) e R\$ 11,23 (cenário de novilhas do grupo controle). Para as primíparas, os valores são iguais para ambos os tratamentos. No caso de bezerros fêmeas, o valor adicional necessário para cobrir o custo operacional efetivo por bezerro fêmea é de R\$ 16,00 para as novilhas suplementadas com Fosfosal e, R\$ 15,55 para as novilhas do grupo controle; R\$ 11,56

para as primíparas suplementadas com Fosfosal e R\$ 15,55 para as primíparas do grupo controle.

6 CONCLUSÃO

A suplementação de minerais injetável não promove o aumento na taxa de prenhez de bovinos da raça Nelore, primíparas ou novilhas.

Os resultados econômicos demonstraram que não há viabilidade em praticar a suplementação mineral injetável em fêmeas bovinas antes do protocolo de IATF.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora dietas minerais para ruminantes sejam formuladas para atender completamente as exigências de macro e micro minerais, as situações de pastejo as quais os animais são submetidos dentro do ciclo de produção, podem acabar acarretando o consumo insuficiente de minerais, e não atender as demandas do organismo animal, resultando em problemas sanitários, produtivos e reprodutivos.

Utilizar a suplementação injetável é uma excelente ferramenta dentro do ciclo pecuário, que associada a suplementação mineral convencional, garante em momentos críticos do ciclo de produção um aporte maior de minerais para que os animais consigam cumprir funções onde estes são extremamente necessários.

Diversos trabalhos demonstram a eficácia da suplementação mineral injetável. Porém mais estudos são necessários para estabelecer protocolos adequados de uso e aplicabilidade na reprodução de bovinos de corte, visando maximizar o desempenho reprodutivo e saúde dos animais.

REFERÊNCIAS

- AHOLA, J.K.; BAKER, D.S.; BURNS, P.D.; MORTIMER, R.G.; ENNS, R.M.; WHITTIER, J.C.; GEARY, T.W.; ENGLE, T.E. Effect of copper, zinc, and manganese supplementation and source on reproduction, mineral status, and performance in grazing beef cattle over a two-year period. **Journal of Animal Science**, v.82, p. 2375–2383, 2004.
- ALMEIDA, A. P. et al. Recentes avanços na relação entre nutrição e reprodução em ruminantes. **Revista Brasileira de Nutrição Animal**, v. 1, n. 2, p. 34-65, 2007.
- ANDRIGUETTO, J.M. **Nutrição animal, as bases e os fundamentos da nutrição animal**. Ed. Nobel, 1.ed. 395p., 2002.
- ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARD, I. et al. **Nutrição animal**, v.1, São Paulo: Nobel, 1990.
- BARBOSA, F.A.; SOUZA, G.M. **Efeito dos microminerais na reprodução de bovinos**. [S.l.: s.n.], 2009. Disponível em: http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_efeito_microminerais.htm. Acesso em: março de 2023.
- BATISTEL, F.; OSORIO, J.S.; TARIQ, M.R.; LI, C.; CAPUTO, J.; SOCHA, M.T.; LOOR, J.J. Peripheral leukocyte and endometrium molecular biomarkers of inflammation and oxidative stress are altered in peripartal dairy cows supplemented with Zn, Mn, and Cu from amino acid complexes and Co from Co glucoheptonate. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.8, n. 33, 2017.
- CARVALHO, F.A.N.; BARBOSA, F.A.; McDOWELL, L.R. **Nutrição de bovinos a pasto**. Belo Horizonte: Papelform, 438p., 2003.
- DA COSTA GOMES, Rodrigo; FEIJÓ, Gelson Luiz Dias; CHIARI, Lucimara. Evolução e qualidade da pecuária brasileira. **EMBRAPA, Nota Técnica. Campo Grande**, 2017.
- DANTAS, C.C.O. & NEGRÃO, F.M. Funções e sintomas de deficiência dos minerais essenciais utilizados para suplementação dos bovinos de corte. **Uniciências**, Cuiabá, v. 14, n. 2, p. 2010.
- DANTAS, F.G.; REESE, S.T.; FILHO, R.V.O.; CARVALHO, R.S.; FRANCO, G.A.; ABBOTT, C.R.; PAYTON, R.R.; EDWARDS, J.L.; RUSSELL, J.R.; SMITH, J.K.; et al. Effect of complexed trace minerals on cumulus-oocyte complex recovery and in vitro embryo production in beef cattle. **Journal of Animal Science**, 97, p.1478–1490, 2019.

DE AZAMBUJA, Rodrigo C. de C. et al. Influência de microminerais na eficiência reprodutiva dos bovinos. 2009.

FILAPPI, A.; PRESTES, D.; CECIM, M. Suplementação mineral para bovinos de corte sob pastejo - revisão. **Veterinária Notícias**, v.11, n.2, p.91-98, 2005.

FRANCO, Gumercindo Lorian; FARIA, Fábio José Carvalho; D'OLIVEIRA, Marcella Cândia. Interação entre nutrição e reprodução em vacas de corte. **Informe Agropecuário**, v. 37, n. 292, p. 36-53, 2016.

FUJII, J.; IUCHI, Y.; OKADA, F. Fundamental roles of reactive oxygen species and protective mechanisms in the female reproductive system. **Reproductive Biology and Endocrinology**, v.3, n.43, 2005.

GENTHER-SCHROEDER, O.N.; HANSEN, S.L. Effect of a multielement trace mineral injection before transit stress on inflammatory response, growth performance, and carcass characteristics of beef steers. **Journal of Animal Science**, v.93, p.1767–1779, 2015.

GONZALÉZ, Félix; SILVA, Sérgio. Minerais e vitaminas no metabolismo animal. **Faculdade de veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Brasil**, 2019.

GUIMRÃES, Higor Rezende et al. **Suplementação Mineral em Fêmeas de Corte**. 2018.

HERNANDEZ, F.I.L. **Suplementação mineral para gado de corte, novas estratégias**. Viçosa MG: Aprenda Fácil, 164 p., 2001.

LAMB, G.C.; BROWN, D.R.; LARSON, J.E.; DAHLEN, C.R.; DILORENZO, N.; ARTHINGTON, J.D.; DICOSTANZO, A. Effect of organic or inorganic trace mineral supplementation on follicular response, ovulation, and embryo production in superovulated angus heifers. **Animal Reproduction Science**, v.106, p.221–231, 2008.

MACHADO, V. S.; BICALHO, M. L. S.; PEREIRA, R. V.; CAIXETA, L. S.; KNAUER, W. A.; OIKONOMOU, G.; GILBERT, R. O.; BICALHO, R. C. Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc, and manganese on the health and production of lactating Holstein cows. **The Veterinary Journal**, v. 197, p. 451-456, 2013.

MATSUNAGA, M. et al. **Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA**. Agricultura em São Paulo, v.23, n.1, p.123-139, 1976.

MAUANIS, Gustavo Castro Magalhães Mabub. **Suplementação mineral e vitamínica injetável (Kit Adaptador® Min e Vit, Biogénesis Bagó) na fertilidade de receptoras de embriões bovinos**. 2020.

MUNDELL, L. R.; JAEGER, J. R.; WAGGONER, J. W.; STEVENSON, J. S.; GRIEGER, D. M.; PACHECO, L. A.; BOLTE, J. W.; AUBEL, N. A.; ECKERLE, G. J.; MACEK, M. J.; ENSLEY, S.M.; HAVENGA, L. J.; OLSON, K. C. 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.

NRC. **Nutrients Requirements of Beef Cattle**, 8th Revised Edition; Update. National Academy Press. Washington, D.C., 2016.

PEIXOTO, P. V. et al. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 195–200, 2005.

PFEIFER, Luiz Francisco Machado et al. **Caracterização da pecuária em Rondônia**. 2021.

RIBEIRO, Raul Henrique Vieira; DE OLIVEIRA JUNIOR, Jair Sábio. Uso de aminofort® em novilhas precoces para melhorar taxa de prenhez no protocolo de iatf. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 10, p. 4129-4138, 2022.

SALES, J.N.S., PEREIRA, R.V.V., BICALHO, R.C., BARUSELLI, P.S., Effect of injectable copper, selenium, zinc and manganese on the pregnancy rate of crossbred heifers (Bosindicus x Bostaurus) synchronized for timed embryo transfer. **Livestock Science**. v. 142, p. 59–62, 2011.

SARTORI, Roberto; GUARDIEIRO, Monique Mendes. Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 422-432, 2010.

SHORT, R.E.; BELLOWS, R.A.; STAIGMILLER, R.B.; BERARDINELLI, J.G.; CUSTER, E.E. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. **Journal of Animal Science**. 1990, 68, 799–816.

SOUZA, Eduardo F. et al. **Ganho de peso em bovinos de raça nelore em função do uso de suplemento aminoácido injetável**. 2020.

STOKES, R.S.; VOLK, M.J.; IRELAND, F.A.; GUNN, P.J.; SHIKE, D.W. Effect of repeated trace mineral injections on beef heifer development and reproductive performance. **Journal of Animal Science**, v.96, p.3943–3954, 2018.

VEDOVATTO, M.; MORIEL, P.; COOKE, R.F.; COSTA, D.S.; FARIA, F.J.C.; CORTADA NETO, I.M.; BENTO, A.L.L.; ROCHA, R.; FERREIRA, L.C.L.; ALMEIDA, R.G.; et al. Effects of a single trace mineral injection at beginning of fixed-time ai treatment regimen on reproductive function and antioxidant response of grazing Nelore cows. **Animal Reproductio Science**, v.211, 106234, 2019.

WILLMORE, C. J.; HALL, J. B.; HARRISON, S.; DREWNOSKI, M. E. Effect of a trace mineral injection on pregnancy rate of Angus beef heifers when synchronized using the 14-day controlled internal drug-releasing insert prostaglandin F₂ α protocol at a commercial feedlot. **The Professional Animal Scientist**, v. 31, p. 588-592, 2015.