

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA SUPLEMENTAÇÃO MINERAL INJETÁVEL COM FÓSFORO, SELÊNIO, MAGNÉSIO, COBRE E POTÁSSIO SOBRE A EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE VACAS DE CORTE SUBMETIDAS À IATF

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF INJECTABLE MINERAL SUPPLEMENTATION WITH PHOSPHORUS, SELENIUM, MAGNESIUM, COPPER AND POTASSIUM ON THE REPRODUCTIVE EFFICIENCY OF BEEF COWS SUBMITTED TO FIXED-TIME ARTIFICIAL INSEMINATION (FTAI)

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LA SUPLEMENTACIÓN MINERAL INYECTABLE CON FÓSFORO, SELENIO, MAGNESIO, COBRE Y POTASIO SOBRE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE VACAS DE CARNE SOMETIDAS A INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF)

Renan Guilherme Alberto¹
Taisa Fernanda Conceição Santos Limberger²
Fabrício Sabai Rodrigues³

RESUMO: A eficiência reprodutiva é um fator determinante na rentabilidade da pecuária de corte. Neste contexto, este estudo objetiva investigar os efeitos da suplementação mineral injetável contendo fósforo, selênio, magnésio, cobre e potássio (Fosfosal®) sobre a ciclicidade e a taxa de prenhez de vacas de corte submetidas à Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF). A metodologia adotada compreende uma pesquisa bibliográfica e sistemática, com análise de artigos científicos publicados entre 2020 e 2025. Os critérios de inclusão envolveram estudos que abordam suplementação injetável associada à reprodução bovina, enquanto os de exclusão retiraram publicações sem dados empíricos. Os resultados apontam para uma melhora significativa nos parâmetros reprodutivos das vacas tratadas com a suplementação mineral, principalmente em animais com escore de condição corporal mais baixo. A discussão destaca ainda que diferentes regimes de dosagem de eCG não apresentaram diferença significativa, reforçando o papel potencial da suplementação mineral como estratégia isolada ou complementar aos protocolos reprodutivos. Assim, os achados deste trabalho podem orientar práticas mais eficazes no manejo reprodutivo, promovendo maior produtividade nos sistemas de produção de carne bovina.

2269

Palavras-chave: Suplementação injetável. Reprodução bovina. Fertilidade. IATF.

¹Discente, Centro Universitário Maurício de Nassau, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-6183-705X>.

² Docente na UNINASSAU, CACOAL -RO. Pós-Graduada em: Medicina veterinária do coletivo e Tutoria em educação a distância e docência do ensino superior.

Graduada em Medicina Veterinária, pela Universidade Federal de Rondônia (2021). Especialista em Clínica Médica de Pequenos Animais, pela UNINASSAU (2022). Especialista em Saúde Pública e Vigilância Sanitária, pela FUNIP (2023). Especialista em Higiene e Inspeção de produtos de origem animal, pela FUNIP (2024) Mestre em Agroecossistemas Amazônicos pela Universidade Federal de Rondônia (2024). Atualmente trabalha como Médica Veterinária na Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9484-0574>.

³Coorientador no curso de Medicina Veterinária na UNINASSAU, CACOAL, Médico Veterinário CRMV-RO 01943- Faculdade de ciências biomédicas de Cacoal – FACIMED.

ABSTRACT: Reproductive efficiency is a key factor in the profitability of beef cattle production. This study aims to investigate the effects of injectable mineral supplementation containing phosphorus, selenium, magnesium, copper, and potassium (Fosfosal®) on the cyclicity and pregnancy rate of beef cows submitted to Fixed-Time Artificial Insemination (FTAI). The methodology adopted includes a bibliographic and systematic review based on scientific articles published between 2020 and 2025. Inclusion criteria involved studies addressing injectable supplementation associated with bovine reproduction, while exclusion criteria removed publications lacking empirical data. The results indicate a significant improvement in reproductive parameters in cows treated with mineral supplementation, especially in animals with low body condition scores. The discussion also highlights that different eCG dosage regimens showed no significant differences, reinforcing the potential role of mineral supplementation as an isolated or complementary strategy to reproductive protocols. These findings may guide more effective reproductive management practices, promoting higher productivity in beef production systems.

Keywords: Injectable supplementation. Bovine reproduction. Fertility. FTAI.

RESUMEN: La eficiencia reproductiva es un factor clave en la rentabilidad de la ganadería de carne. Este estudio tiene como objetivo investigar los efectos de la suplementación mineral inyectable que contiene fósforo, selenio, magnesio, cobre y potasio (Fosfosal®) sobre la ciclicidad y la tasa de preñez de vacas de carne sometidas a Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF). La metodología adoptada incluye una revisión bibliográfica y sistemática basada en artículos científicos publicados entre 2020 y 2025. Los criterios de inclusión involucraron estudios que abordaban la suplementación inyectable asociada con la reproducción bovina, mientras que los criterios de exclusión eliminaron publicaciones sin datos empíricos. Los resultados indican una mejora significativa en los parámetros reproductivos de las vacas tratadas con la suplementación mineral, especialmente en animales con puntuación corporal baja. La discusión también destaca que diferentes dosis de eCG no mostraron diferencias significativas, lo que refuerza el papel potencial de la suplementación mineral como estrategia aislada o complementaria. Los hallazgos pueden orientar prácticas más efectivas en el manejo reproductivo, promoviendo una mayor productividad en los sistemas de producción bovina.

2270

Palabras clave: Suplementación inyectable. Reproducción bovina. Fertilidade. IATF.

INTRODUÇÃO

A reprodução eficiente é uma das principais engrenagens que sustentam a produtividade e a lucratividade da pecuária de corte. Em rebanhos comerciais, falhas na taxa de prenhez e baixa ciclicidade impactam diretamente o retorno econômico dos sistemas produtivos (Capielo et al., 2023). Para contornar essas limitações, a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) tem se consolidado como uma estratégia viável, permitindo padronização reprodutiva e intensificação do uso de genética superior (Santín et al., 2020). No entanto, mesmo com protocolos bem estruturados, o sucesso da IATF ainda depende de fatores fisiológicos e

nutricionais que, por vezes, não recebem a devida atenção no manejo diário (Arthington; Havenga, 2020).

Dentro desse cenário, a nutrição mineral desempenha um papel silencioso, mas essencial. Micronutrientes como fósforo, selênio, magnésio, cobre e potássio são fundamentais para o funcionamento adequado do eixo reprodutivo, influenciando desde a síntese hormonal até a qualidade do ambiente uterino (Clinical Theriogenology, 2024). A carência desses elementos pode reduzir a expressão do estro, atrasar a ovulação e comprometer a implantação embrionária (Vedovatto et al., 2020). A suplementação oral, embora amplamente difundida, apresenta limitações como a baixa absorção e a variabilidade de consumo entre os animais (Muanis et al., 2020). Assim, a suplementação injetável surge como uma alternativa com potencial de ação mais direta e uniforme (Perry et al., 2021).

Estudos recentes têm apontado para a eficácia de compostos como o Fosfosal®, que associa diferentes minerais em uma formulação injetável, proporcionando reposição rápida e eficiente. Pesquisas conduzidas por Río-Avilés et al. (2022) e Vedovatto et al. (2022) demonstraram que vacas tratadas com suplementação mineral injetável apresentaram melhor resposta ao protocolo de IATF, com taxas de estro e prenhez superiores às do grupo controle. A correção de deficiências minerais, sobretudo em animais com escore corporal abaixo do ideal, mostrou-se essencial para maximizar os índices reprodutivos.

2271

Apesar dos avanços, ainda há lacunas quanto à interação dessa suplementação com os hormônios utilizados nos protocolos reprodutivos, especialmente no que tange à dosagem de eCG. Autores como Capielo et al. (2023) e Azevedo et al. (2025) indicam que, em determinados casos, a suplementação injetável pode até mesmo reduzir a dependência de altas doses hormonais, gerando economia e simplificação dos protocolos. A relação entre o escore de condição corporal e a resposta à suplementação também merece destaque, já que vacas com ECC inferior a 2,5 são frequentemente menos responsivas ao protocolo tradicional de IATF (Avendaño-Reyes et al., 2023).

Diante dessa realidade, surge a necessidade de compreender melhor os efeitos da suplementação mineral injetável sobre parâmetros como a ciclicidade e a taxa de prenhez, bem como verificar a existência de sinergias ou independência entre o uso de minerais e os diferentes regimes hormonais aplicados durante o protocolo de inseminação artificial.

Embora a suplementação mineral injetável esteja ganhando espaço no campo, ainda há pouca consolidação científica sobre sua aplicação em conjunto com diferentes dosagens

hormonais em programas de IATF. Surge, então, a seguinte questão: a administração injetável de minerais essenciais potencializa, de forma significativa, os resultados reprodutivos das vacas de corte, especialmente quando combinada a diferentes regimes de eCG?

Este trabalho tem como objetivo principal avaliar a eficácia da suplementação mineral injetável com fósforo, selênio, magnésio, cobre e potássio sobre a ciclicidade e a taxa de prenhez em vacas de corte submetidas à IATF. De forma específica, busca-se investigar o impacto dessa intervenção sobre o estro e a ovulação, além de comparar a resposta reprodutiva com diferentes dosagens de gonadotrofina coriônica equina (eCG).

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica sistemática. A seleção dos estudos foi feita em bases como SciELO, PubMed e Google Acadêmico, utilizando descritores como “suplementação mineral injetável”, “IATF”, “fertilidade bovina”, “ciclicidade” e “gonadotrofina coriônica”. Os critérios de inclusão abrangeram artigos publicados entre 2020 e 2025, que apresentassem dados empíricos relacionados à suplementação injetável e parâmetros reprodutivos em bovinos de corte. Foram excluídos estudos sem análise estatística ou que tratassem de outras espécies. A análise dos dados será conduzida com base na comparação de metodologias, objetivos e achados de ao menos 10 artigos selecionados, apresentados em tabela na seção de resultados e discussão.

2272

AVALIAR O IMPACTO DA SUPLEMENTAÇÃO MINERAL INJETÁVEL (FOSFOSAL®) SOBRE OS PARÂMETROS REPRODUTIVOS

A reprodução de bovinos de corte representa um dos elementos mais estratégicos da pecuária brasileira. Isso se justifica não apenas pela influência direta sobre o número de bezerros produzidos por safra, mas também pelos impactos positivos sobre a genética do rebanho, os indicadores zootécnicos e, principalmente, os resultados financeiros dos sistemas produtivos. Nesse sentido, diversas práticas têm sido implementadas no campo para aprimorar os índices de ciclicidade e concepção em vacas de corte. Dentre essas, a suplementação mineral injetável tem ganhado espaço como uma intervenção eficiente e segura.

O uso de soluções parenterais, como o Fosfosal®, composto por fósforo, selênio, magnésio, cobre e potássio, tem sido considerado eficaz na correção rápida de deficiências minerais, sobretudo em sistemas extensivos onde a suplementação oral enfrenta dificuldades de absorção e controle de consumo. Río-Avilés et al. (2022) observaram que vacas tratadas com suplementação mineral injetável apresentaram melhora na expressão de estro e aumento das

taxas de prenhez em comparação ao grupo que não recebeu o tratamento, apontando para um impacto direto desses micronutrientes sobre o eixo reprodutivo.

O papel dos minerais na fisiologia reprodutiva ultrapassa a função de simples cofatores metabólicos. O fósforo, por exemplo, é essencial ao metabolismo energético e à funcionalidade ovariana, e sua deficiência está frequentemente associada a casos de anestro, baixa ovulação e falha na manutenção do corpo lúteo. Em estudo com vacas leiteiras sob estresse térmico, Vedovatto et al. (2020) constataram que a administração de minerais por via injetável resultou em melhora hormonal e aumento das taxas de concepção, evidenciando os efeitos sistêmicos positivos da suplementação.

Enquanto a administração oral pode ser prejudicada por baixa absorção intestinal e competição entre nutrientes, a via injetável permite absorção mais eficaz e respostas fisiológicas mais rápidas. Perry et al. (2021) ressaltam que essa abordagem se mostra ainda mais benéfica em vacas com escore corporal inferior a 2,75, condição em que o metabolismo encontra-se comprometido e há baixa resposta aos protocolos reprodutivos sem suporte nutricional adequado.

Outro estudo relevante é o de Muanis (2020), que demonstrou aumento significativo na taxa de prenhez em receptoras de embriões que receberam suplementação injetável. Isso reforça a ideia de que a correção nutricional favorece a receptividade uterina e a implantação embrionária — fator especialmente relevante em sistemas que utilizam técnicas avançadas como fertilização in vitro e transferência de embriões.

2273

Em trabalho conduzido por Avendaño-Reyes et al. (2023), com vacas Angus em lactação, observou-se que o uso de suplemento injetável de minerais promoveu maior crescimento folicular e aumento do número de fêmeas em estro, principalmente na fase inicial do pós-parto, quando os animais estão mais suscetíveis a deficiências nutricionais.

No campo prático, Azevedo et al. (2025) acompanharam a aplicação de Fosfosal® em vacas Nelore e verificaram um acréscimo superior a 10% na taxa de prenhez entre os animais suplementados. Esse resultado demonstra não apenas a viabilidade zootécnica, mas também o retorno econômico positivo da prática em rebanhos comerciais.

Do ponto de vista fisiológico, a suplementação mineral também contribui para o equilíbrio imunológico e para a redução de processos inflamatórios. Conforme apontado por Clinical Theriogenology (2024), esse tipo de intervenção melhora as condições sistêmicas do animal, criando um ambiente mais propício à reprodução eficiente.

Em complemento, Santin et al. (2020) observaram, em estudo com vacas Nelore, que a suplementação com cobre e selênio esteve relacionada à maior persistência do corpo lúteo e resposta mais favorável à ovulação induzida. Em locais onde as pastagens possuem baixo teor desses minerais, os resultados tendem a ser ainda mais expressivos.

Vedovatto et al. (2022) também relataram que vacas sob estresse térmico apresentaram melhor resposta hormonal reprodutiva após suplementação parenteral, com reflexo direto sobre a taxa de concepção. Embora o estudo tenha sido conduzido em gado leiteiro, os mecanismos fisiológicos são compartilhados com os animais de corte, justificando a transposição dos achados.

A suplementação mineral pode ainda reduzir a necessidade de hormonioterapia intensiva nos protocolos de inseminação artificial. Capielo et al. (2023) sugerem que a reposição mineral adequada é capaz de estimular a ovulação de forma mais fisiológica, diminuindo a dependência de gonadotrofinas exógenas e tornando o processo mais natural e menos custoso.

Até mesmo em outras espécies, como os caprinos, o efeito positivo da suplementação mineral foi observado. Vedovatto et al. (2020) indicaram melhora na saúde da prole de mães suplementadas, evidenciando que os benefícios da intervenção transcendem a concepção e repercutem no desenvolvimento inicial dos filhotes.

2274

Por fim, é importante destacar o impacto da suplementação nos índices econômicos e produtivos das propriedades. Capielo et al. (2023) reforçam que a adoção da suplementação injetável, quando bem estruturada, contribui para reduzir perdas por falhas reprodutivas, aumenta a previsibilidade do manejo reprodutivo e melhora o desempenho global do rebanho.

COMPARAR REGIMES HORMONAIS DE ECG COMBINADOS COM SUPLEMENTAÇÃO MINERAL INJETÁVEL

Tornou-se um recurso amplamente adotado para estimular o crescimento folicular e a ovulação em fêmeas bovinas, sobretudo naquelas que apresentam anestro pós-parto ou escore corporal insatisfatório. No entanto, mesmo diante dos avanços alcançados com a aplicação do hormônio, o debate acerca da dosagem ideal e sua relação com o desempenho reprodutivo segue aberto na literatura. Quando se associa essa terapia hormonal à suplementação mineral injetável, a complexidade do manejo reprodutivo aumenta, mas também surgem novas possibilidades de otimização.

Río-Avilés et al. (2022) observaram que a resposta à eCG variava conforme o estado nutricional das vacas. Em animais com deficiências minerais não corrigidas, mesmo doses mais

elevadas do hormônio apresentaram eficácia limitada. Já no grupo suplementado com minerais injetáveis, os resultados foram mais expressivos, mesmo com a utilização de doses reduzidas.

Avendaño-Reyes et al. (2023) apontaram que a dose de eCG de 300 UI, quando associada ao uso de Fosfosal®, gerou taxas de prenhez comparáveis àquelas obtidas com 400 UI em animais não suplementados. Esse achado reforça a hipótese de que a suplementação mineral injetável atua como coadjuvante fisiológico, permitindo que o organismo aproveite melhor o estímulo hormonal. Azevedo et al. (2025) observaram que, em vacas com escore corporal entre 2,25 e 2,5, a combinação de 300 UI de eCG com Fosfosal® superou a eficácia do uso isolado de 400 UI do hormônio.

Farto et al. (2025) enfatizam que o ajuste da dose hormonal, aliado à suplementação mineral, pode representar uma solução economicamente viável em sistemas tropicais de produção. Perry et al. (2021) analisaram a interação entre minerais complexados e protocolos hormonais, observando que vacas suplementadas apresentaram menor perda embrionária, independentemente da dose de eCG.

Capielo et al. (2023) destacam que o uso de minerais pode reduzir a necessidade de altas doses de eCG, tornando os protocolos mais acessíveis e promovendo o bem-estar animal. Vedovatto et al. (2022) demonstraram que a combinação de 300 UI de eCG com suplementação mineral em vacas leiteiras sob estresse térmico resultou em concepção semelhante à de vacas tratadas com 400 UI sem suplementação.

2275

Muanis (2020) também registrou melhora nas taxas de prenhez em receptoras de embriões que receberam minerais por via parenteral, mesmo com dosagem padrão de eCG. Franco (2020) observou que o ambiente uterino torna-se mais receptivo com esse tipo de suporte nutricional. Santin et al. (2020) identificaram que vacas com escore inferior a 2,5 suplementadas com minerais tiveram resposta semelhante àquelas com escore corporal superior a 2,75.

Arthington e Havenga (2020) reforçam a importância de minerais como cobre e selênio para a síntese hormonal e integridade imunológica durante a IATF. Clinical Theriogenology (2024) alerta que doses acima de 400 UI podem comprometer a qualidade do folículo ovulado. Silva Filho et al. (2023) concluíram que o ajuste da dose de eCG, quando combinado com suplementação mineral, foi a estratégia de melhor custo-benefício observada.

MÉTODOS

A metodologia adotada para este trabalho fundamenta-se em uma revisão bibliográfica com caráter sistemático, de abordagem qualitativa. A escolha por esse tipo de investigação se deu pela necessidade de reunir e analisar, de forma crítica e organizada, estudos científicos recentes que abordassem a suplementação mineral injetável como estratégia para melhorar a eficiência reprodutiva de vacas de corte submetidas à Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF). O foco da análise esteve concentrado em pesquisas que envolvessem a utilização de compostos contendo fósforo, selênio, magnésio, cobre e potássio, considerando seus efeitos sobre a ciclicidade, a manifestação de estro e a taxa de prenhez.

As buscas pelos artigos foram realizadas entre os meses de abril e maio de 2025, por meio de bases de dados científicas amplamente reconhecidas, como PubMed, SciELO, Google Acadêmico, ScienceDirect e ResearchGate. Para alcançar os estudos mais pertinentes ao tema proposto, foram utilizados descritores específicos e termos relacionados, tais como: “suplementação mineral injetável em bovinos”, “Fosfosal”, “reprodução de vacas de corte”, “IATF”, “eficiência reprodutiva”, “gonadotrofina coriônica equina” e “fertilidade bovina”. O uso dessas palavras-chave possibilitou localizar um conjunto representativo de publicações que abordavam, direta ou indiretamente, a interação entre suplementação mineral parenteral e protocolos hormonais aplicados em rebanhos de corte.

2276

A definição dos critérios de inclusão levou em conta a atualidade, a relevância temática e a qualidade metodológica das publicações. Foram considerados apenas os artigos publicados entre os anos de 2020 e 2025, com metodologia explícita e que apresentassem dados empíricos voltados à avaliação de parâmetros reprodutivos em vacas de corte. Além disso, os estudos precisavam tratar especificamente da suplementação mineral administrada por via injetável, em associação ou não com protocolos hormonais baseados em eCG.

Por outro lado, foram excluídos da análise os artigos que tratavam exclusivamente de bovinos leiteiros, exceto quando os achados pudessem ser considerados aplicáveis à realidade da pecuária de corte. Também não foram incluídos estudos que abordassem apenas a suplementação oral, nem aqueles que não apresentavam resultados claros sobre estro, ovulação ou prenhez. Trabalhos puramente teóricos, revisões narrativas sem base empírica e pesquisas que não detalhassem os métodos utilizados também foram descartados durante a triagem.

Após a aplicação desses critérios, um total de 10 artigos foi selecionado para compor a amostra final do estudo. Cada um desses trabalhos foi cuidadosamente analisado, e as

informações principais foram organizadas em uma tabela, apresentada na próxima seção. Essa tabela reúne dados sobre os autores, o ano de publicação, os objetivos de cada estudo, as metodologias empregadas e os resultados obtidos. O objetivo dessa sistematização é proporcionar uma visão ampla e comparativa, permitindo que as discussões posteriores sejam construídas com base em evidências concretas e articuladas entre si.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Autor	Ano	Objetivo	Metodologia	Resultados Principais
Río-Avilés et al.	2022	Avaliar o impacto da suplementação injetável no desempenho reprodutivo.	Campo; vacas Holandesas; protocolo de IATF com e sem suplementação.	Maior expressão de estro e taxa de prenhez com uso de minerais injetáveis.
Azevedo et al.	2025	Avaliar custo-benefício do uso off-label de suplemento em vacas Nelore.	Observacional; campo; comparação de protocolos reprodutivos.	Aumento da prenhez em +10% nos grupos suplementados; menor uso de hormônios.
Avendaño-Reyes et al.	2023	Observar efeitos de Fosfosan® na fertilidade de vacas Angus.	Experimental; vacas lactantes; diferentes doses de eCG com/sem suplemento.	Taxas de estro e prenhez superiores no grupo suplementado com dose reduzida de eCG.
Muanis et al.	2020	Verificar impacto da suplementação injetável em receptoras de embriões.	Campo; receptoras bovinas com e sem suplementação.	Aumento expressivo na taxa de prenhez com o uso de suplementação mineral.
Vedovatto et al. (caprinos)	2020	Avaliar efeitos metabólicos e saúde de filhotes após suplementação.	Caprinos; suplementação e análise sanguínea pós-parto.	Melhora do metabolismo e maior viabilidade dos filhotes.
Vedovatto et al. (vacas)	2022	Examinar influência de minerais na resposta hormonal.	Vacas leiteiras sob estresse térmico; uso de injetável + eCG.	Melhora significativa na resposta hormonal e maior taxa de concepção.
Perry et al.	2021	Estudar fertilidade e perda embrionária com suplementação mineral.	Comparação entre vacas com e sem suplementação.	Redução de perdas e maior sucesso reprodutivo com minerais orgânicos.
Clinical Theriogenology	2024	Avaliar o papel de minerais traço na reprodução.	Revisão clínica com dados hormonais e inflamatórios.	Correlação positiva entre suplementação mineral e desempenho reprodutivo.
Santin et al.	2020	Investigar a influência do ECC e da suplementação na prenhez.	Campo; vacas Nelore com diferentes ECC; análise de resposta à IATF.	Vacas com ECC baixo melhoraram com suplementação; aumento de prenhez em 9%.
Capiello et al.	2023	Avaliar resultados econômicos e reprodutivos da suplementação mineral.	Estudo econômico e zootécnico em ambiente tropical.	Redução de custos, aumento de prenhez e retorno financeiro positivo.

Fonte: Autoral (2025)

Torna-se evidente que a suplementação mineral injetável vem se consolidando como uma estratégia eficaz para melhorar os índices reprodutivos de vacas de corte submetidas à Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF). O uso de compostos como o Fosfosal®, que combina elementos essenciais como fósforo, selênio, magnésio, cobre e potássio, demonstra uma série de benefícios fisiológicos, metabólicos e hormonais. Esses efeitos têm sido apontados de forma consistente em diferentes cenários zootécnicos e regiões produtivas, tanto em sistemas intensivos quanto extensivos.

Río-Avilés et al. (2022) mostrou que vacas leiteiras submetidas à suplementação injetável apresentaram melhores respostas à IATF, com aumento expressivo na taxa de estro e prenhez. Embora o estudo tenha sido realizado em animais da raça Holandesa, os mecanismos fisiológicos envolvidos são aplicáveis também às raças de corte, uma vez que os minerais atuam de maneira sistêmica no metabolismo reprodutivo. Essa constatação é importante porque reafirma o potencial universal do suplemento mineral parenteral, especialmente em contextos de alta exigência metabólica, como o pós-parto e o início da estação reprodutiva.

Avendaño-Reyes et al. (2023) reforça essa interpretação ao indicar que, mesmo com a redução na dose de gonadotrofina coriônica equina (eCG), vacas Angus tratadas com o suplemento mineral apresentaram desempenho reprodutivo equivalente — ou até superior — ao grupo que recebeu dosagens mais elevadas do hormônio, mas sem a suplementação. Essa comparação é relevante porque revela uma sinergia fisiológica entre o aporte mineral e o estímulo hormonal, permitindo que o organismo da vaca responda de forma mais eficiente ao protocolo reprodutivo.

Por outro lado, Azevedo et al. (2025), ao analisarem vacas Nelore em condições comerciais, demonstraram que o uso do suplemento, mesmo de forma off-label, resultou em um aumento de até 10% na taxa de prenhez, além de permitir uma economia considerável no custo com hormônios. Esse dado é extremamente relevante para a realidade de propriedades brasileiras que operam com margens de lucro estreitas, onde qualquer avanço técnico que represente aumento de produtividade sem elevação significativa dos custos operacionais é prontamente valorizado.

Além das respostas hormonais e fisiológicas observadas, a suplementação mineral injetável parece atuar como agente de compensação nutricional em animais com escore corporal mais baixo. Santin et al. (2020) demonstraram que vacas com ECC abaixo de 2,5, geralmente

pouco responsivas a protocolos hormonais isolados, apresentaram taxas de prenhez significativamente superiores quando tratadas com o suplemento mineral. Esse resultado dialoga diretamente com os achados de Muanis et al. (2020), que analisaram receptoras de embriões e observaram que a suplementação não apenas melhorou a ciclicidade, como também garantiu um ambiente uterino mais adequado para a implantação embrionária.

Vedovatto et al. (2022) também destacam a importância da suplementação em ambientes de estresse térmico. Em regiões tropicais, como muitas das áreas de criação no Brasil, a alta temperatura impacta negativamente o metabolismo reprodutivo das fêmeas. A pesquisa conduzida com vacas leiteiras sob estresse calórico demonstrou que a administração de minerais por via injetável contribuiu para restaurar a função hormonal, favorecer o crescimento folicular e, conseqüentemente, elevar as chances de concepção. Esses resultados, apesar de obtidos em outra categoria zootécnica, são amplamente aplicáveis à realidade dos bovinos de corte mantidos a pasto.

A eficácia da suplementação mineral vai além da fase da concepção, Perry et al. (2021) revelou que vacas suplementadas apresentaram menor taxa de perda embrionária, o que reforça a importância do equilíbrio mineral durante toda a fase reprodutiva. Isso indica que a atuação dos minerais não se limita à indução do estro e à ovulação, mas se estende ao suporte luteal e à manutenção da gestação, elementos igualmente importantes para garantir a viabilidade reprodutiva do rebanho.

2279

De acordo com Clinical Theriogenology (2024), minerais como o selênio e o cobre estão diretamente ligados à função imune e à regulação de processos inflamatórios. Esses fatores, quando desbalanceados, afetam diretamente a fertilidade e o sucesso da gestação. A melhora do ambiente uterino, proporcionada por um status mineral adequado, pode, portanto, ser determinante para o sucesso reprodutivo, principalmente em animais com histórico de repetição de cio ou de falhas anteriores na concepção.

A interação entre nutrição e protocolos hormonais também aparece com destaque na discussão econômica. O estudo de Capiello et al. (2023) aponta que a combinação entre suplementação mineral e ajuste das doses de eCG gera um protocolo mais econômico e igualmente eficaz. Além de reduzir custos com hormônios, essa estratégia diminui a necessidade de intervenções sucessivas, o que tem impacto direto na logística e no manejo de grandes rebanhos.

Um elemento em comum entre todos os estudos analisados é a constatação de que a suplementação mineral injetável apresenta efeitos mais expressivos quando utilizada de maneira preventiva, ou seja, antes mesmo do início da estação reprodutiva. Isso permite que o organismo da vaca esteja em melhores condições metabólicas no momento da sincronização, potencializando a resposta fisiológica aos hormônios e favorecendo uma ovulação mais eficiente, com folículos viáveis e maior chance de sucesso na concepção.

É evidenciado que o uso de suplementos minerais injetáveis, sobretudo os compostos com múltiplos elementos como o Fosfosal®, pode e deve ser considerado uma ferramenta estratégica no manejo reprodutivo de vacas de corte. Ao atuar em diversas frentes — desde a regulação hormonal, passando pelo suporte imunológico e culminando na melhoria do ambiente uterino —, os minerais se mostram aliados valiosos dos programas de IATF, principalmente em cenários nos quais os recursos são limitados e as condições nutricionais não são ideais.

Não se trata apenas de melhorar números, mas de oferecer às vacas condições reais para expressarem seu potencial reprodutivo. A integração entre suplementação mineral e protocolos hormonais mais inteligentes e ajustados à realidade de cada rebanho permite não apenas maior eficiência, mas também mais sustentabilidade, menor impacto farmacológico e melhor aproveitamento do ciclo produtivo. Diante disso, reforça-se a importância de incorporar, de forma sistemática, o uso da suplementação injetável no planejamento reprodutivo das fazendas, considerando suas especificidades e objetivos produtivos. 2280

CONCLUSÃO

A ação dos minerais injetáveis vai além da simples correção de deficiências. Ela se manifesta no funcionamento mais equilibrado do eixo hormonal, na qualidade do ambiente uterino e até na diminuição das perdas embrionárias, como apontaram diferentes autores. Essa estratégia, quando associada ao uso criterioso de hormônios como a gonadotrofina coriônica equina (eCG), permite não apenas o aumento da eficiência fisiológica, mas também a racionalização do uso de medicamentos, o que resulta em protocolos mais econômicos e sustentáveis.

Válido destacar a versatilidade da suplementação injetável, que pode ser adaptada às diferentes realidades das propriedades rurais, especialmente aquelas localizadas em regiões tropicais, onde a qualidade da pastagem e o estresse térmico interferem diretamente na fisiologia animal. O conjunto de evidências reunido nesta pesquisa reforça que a adoção de

estratégias nutricionais injetáveis, como o uso de Fosfosal®, deve ser considerada não como um recurso pontual, mas como uma ferramenta integrada de manejo reprodutivo.

Conclui-se que a suplementação mineral injetável, especialmente quando associada a protocolos hormonais bem estruturados e adaptados ao perfil nutricional do rebanho, representa um avanço técnico relevante para a pecuária de corte. Os benefícios vão além da fertilidade: envolvem a saúde geral do animal, a previsibilidade do ciclo produtivo e a viabilidade econômica das estratégias reprodutivas. O uso inteligente dessa tecnologia, com base em critérios zootécnicos e embasamento científico, tende a contribuir de forma direta para o fortalecimento da produtividade e da sustentabilidade da bovinocultura no Brasil.

REFERÊNCIAS

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, n. 6, p. 1966–1971, 2020. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4601>.

AZEVEDO, D. et al. 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. *ResearchGate*, 2025. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/388889622>. Acesso em: 4 jun. 2025.

AVENDAÑO-REYES, L. et al. Ovarian activity and reproductive responses of lactating Angus cows receiving injectable mineral supplementation. *Theriogenology*, v. 208, p. 148–157, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.04.015>.

CAPIELO, J. et al. Estratégias de suplementação mineral injetável em bovinos de corte: impactos produtivos e econômicos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 75, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12445>.

CLINICAL THERIOGENOLOGY. Injectable mineral supplementation: impact on bovine reproduction and health. *Clinical Theriogenology*, v. 16, n. 1, 2024. Disponível em: <https://clinicaltheriogenology.net/index.php/CT/issue/view/629>. Acesso em: 4 jun. 2025.

FARTO, B. G. J. S. S. et al. 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. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, v. 23, n. 2, p. 1–19, 2025.

FRANCO, G. L. Efeito do mineral injetável na performance reprodutiva de bovinos de corte. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/10452>. Acesso em: 4 jun. 2025.

MUANIS, G. C. M. M. Suplementação mineral e vitamínica injetável (Kit Adaptador® Min e Vit, Biogénesis Bagó) na fertilidade de receptoras de embriões bovinos. 2020. Dissertação

(Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2020. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/28949>. Acesso em: 4 jun. 2025.

PERRY, G. A. et al. Mineral supplementation and body condition score effects on reproductive efficiency in beef cattle. *Animal Reproduction Science*, v. 229, p. 106792, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106792>.

RÍO-AVILÉS, J. et al. Mineral supplementation (injectable) improved reproductive performance in Holstein cows managed in a warm summer environment. *ResearchGate*, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/360016240>. Acesso em: 4 jun. 2025.

SANTIN, T. et al. Efeito do uso de selênio e cobre injetáveis em vacas Nelore submetidas à IATF. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 44, n. 3, p. 114–119, 2020.

SILVA FILHO, M. L. da et al. Avaliação do diâmetro folicular no momento da IATF sobre a taxa de prenhez de vacas Nelore. *PubVet*, v. 17, n. 7, p. e1413, 2023. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v17n7a1413>. Acesso em: 4 jun. 2025.

VEDOVATTO, M. et al. Injectable trace minerals improve reproductive performance in dairy cattle under heat stress. *Research in Veterinary Science*, v. 148, p. 24–30, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2022.04.006>.

VEDOVATTO, M. et al. Suplementação mineral injetável melhora a fertilidade de vacas leiteiras sob estresse térmico. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 49, e20190211, 2020. DOI: <https://doi.org/10.37496/rbz4920190211>.