



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL GOIANO CAMPUS MORRINHOS  
BACHARELADO EM ZOOTECNIA

**MANGANÊS NA DIETA DE TOUROS EM REPRODUÇÃO**

AMANDA SOUSA OLIVEIRA

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Aline Sousa Camargos

MORRINHOS  
2023



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL GOIANO CAMPUS MORRINHOS  
BACHARELADO EM ZOOTECNIA

AMANDA SOUSA OLIVEIRA

## **MANGANÊS NA DIETA DE TOUROS EM REPRODUÇÃO**

Trabalho de Curso de Graduação em Zootecnia  
do Instituto Federal Goiano – Campus  
Morrinhos, como parte das exigências para  
obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Aline Sousa Camargos

MORRINHOS  
2023

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

O48m Oliveira, Amanda Sousa  
Manganês na Dieta de Touros em Reprodução / Amanda  
Sousa Oliveira; orientadora Aline Sousa Camargos. -  
- Morrinhos, 2023.  
26 p.

TCC (Graduação em Bacharelado em Zootecnia) --  
Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, 2023.

1. Hormônios. 2. Minerais. 3. Nutrição. 4.  
Qualidade Espermática. 5. Reprodutor. I. Camargos,  
Aline Sousa , orient. II. Título.



AMANDA SOUSA OLIVEIRA

**MANGANÊS NA DIETA DE TOUROS EM REPRODUÇÃO**

Trabalho de Curso de Graduação em Zootecnia  
do Instituto Federal Goiano – Campus  
Morrinhos, como parte das exigências para  
obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Aline Sousa Camargos

APROVADA: \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Wallacy Barbacena Rosa dos Santos

(Membro da banca)

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Andréia Santos Cezário

(Membro da banca)

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Aline Sousa Camargos

(Orientadora)

Dedico esse trabalho às duas mulheres que sempre estiveram ao meu lado, zelando por mim, me ensinando a sonhar e a buscar meus sonhos... A vocês: minha avó Francelina e minha mãe Vânia!

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer a Deus por vida e saúde. E por me dar forças nos momentos de dificuldade. À minha família, em especial minha avó Francelina, por sempre me incentivar a correr atrás dos meus sonhos e fazer deles a razão dos meus dias.

À minha mãe Vânia, por sempre estar ao meu lado, por acreditar em mim mesmo quando eu não acreditei, por sonhar meus sonhos, e me auxiliar em tudo para que eles pudessem se tornar realidade. Agradecer às minhas amigas Ana Beatriz, Cristielly Divina e Jessica Tabathá, por sempre me apoiarem durante todo o processo, por todo incentivo e por sempre me lembrar que eu iria conseguir tudo aquilo que almejo.

Agradecer também à Professora Dra. Andréia Cezário por ter me dado a oportunidade de realizar meu primeiro projeto de pesquisa dentro da instituição. Tenho grande admiração pela mulher e docente que é. Agradecer a minha Orientadora Professora Dra. Aline Camargos, por todos os ensinamentos durante a graduação, admiro sua ética e principalmente o poder de extrair o melhor dos seus orientados.

Agradecer ao Instituto Federal Goiano, pela oportunidade de estudar em uma das melhores instituições do Brasil, que nos proporciona grande aprendizagem. A todo o corpo docente e aos demais servidores. Em especial, aos professores da área: Msc. Crislaine Messias, Dsc. Eliandra Bianchini, Dsc. Jeferson Corrêa, Dsc. Katia Fernandes, Msc. Roberta Rosa e Dsc. Wallacy Barbacena.

Àqueles que não mencionei, mas estiveram presentes ao meu lado, deixo aqui o meu agradecimento.

## RESUMO

OLIVEIRA, Amanda Sousa, Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, março de 2023. **Manganês na Dieta de Touros em Reprodução.** Orientadora: Aline Sousa Camargos.

Dentre os diversos minerais avaliados diante da suplementação animal, essencialmente em touros, o manganês (Mn) é benéfico para o bom funcionamento de diversos sistemas biológicos, sendo possível estabelecer sua relação com o desenvolvimento esquelético e atuação sobre os sistemas nervoso, imunológico e endócrino, além de ser precursor do hormônio sexual testosterona. O Mn é um elemento mineral indispensável na alimentação de bovinos, funcionalmente ativando ou se integrando às metaloenzimas que desencadeiam processos no metabolismo de proteínas, carboidratos e lipídeos. Além disso, o Mn atua na cascata de coagulação sanguínea, no desenvolvimento e na maturação de condrócitos e na proteção celular contra danos causados pelos radicais livres. Sabe-se, ainda, que o Mn atua positivamente na reprodução dos animais. Todavia, ainda não são bem estabelecidos seus efeitos fisiológicos maléficos e benéficos para os touros. Este trabalho deve por objetivo revisar na literatura a influência do manganês na reprodução de touros. É visto que o manganês tem papel essencial nos processos fisiológicos de bovinos, síntese e processamento de proteínas, metabolismo de carboidratos e metabolismo lipídico. Na reprodução, esse mineral pode ser correlacionado com a integridade da membrana plasmática do espermatozoide, além de estar envolvido no metabolismo dos principais componentes orgânicos que compõem esta membrana, aumento da libido bovina e da resistência espermática. Deficiências nutricionais marginais podem se manifestar por fertilidade reduzida antes de outros sinais clínicos aparecerem. Bezerros podem nascer com defeitos relacionados ao aporte inadequado de um nutriente sem que a matriz tenha chegado a exibir deficiência clínica. Bezerros nascidos de vacas deficientes em manganês apresentam fraqueza e graves deformidades dos membros, como os membros curtos, as articulações alargadas e inchadas e deformidades de flexão. Em suma, é demonstrado pela literatura que, em concentrações de segurança, esse mineral desempenha papel relevante não só na formação anatômica testicular, como também na manutenção dos espermatozoides, bem como na sua sobrevivência. Também foi visto que, em concentrações inadequadas, o manganês pode prejudicar o desempenho reprodutivo de touros.

Palavras-chave: Hormônios; Minerais; Nutrição; Qualidade espermática; Reprodutor; Suplementação

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Amanda Sousa, Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, March 2023. **Manganese in the Diet of Bulls in Reproduction.** Advisor: Aline Sousa Camargos.

Among the various minerals evaluated before animal supplementation, essentially in bulls, manganese (Mn) is beneficial for the proper functioning of several biological systems, making it possible to establish its relationship with skeletal development and its action on the nervous, immune and nervous systems. endocrine hormone, in addition to being a precursor to the sex hormone testosterone. Mn is an indispensable mineral element in cattle feeding, functionally activating or integrating with metalloenzymes that trigger processes in the metabolism of proteins, carbohydrates and lipids. In addition, Mn acts in the blood clotting cascade, in the development and maturation of chondrocytes, and in cell protection against damage caused by free radicals. It is also known that Mn acts positively on the reproduction of animals. However, its harmful and beneficial physiological effects for bulls are not yet well established. This work aimed to review in the literature the influence of manganese on the reproduction of bulls. It is seen that manganese plays an essential role in the physiological processes of cattle, protein synthesis and processing, carbohydrate metabolism and lipid metabolism. In reproduction, this mineral can be correlated with the integrity of the sperm plasma membrane, in addition to being involved in the metabolism of the main organic components that make up this membrane, increasing bovine libido and sperm resistance. Marginal nutritional deficiencies may be manifested by reduced fertility before other clinical signs appear. Calves can be born with defects related to the inadequate supply of a nutrient without the sow ever showing clinical deficiency. Calves born to manganese-deficient cows show weakness and severe limb deformities, such as short limbs, enlarged and swollen joints, and flexion deformities. In short it is demonstrated by the literature that, in safe concentrations, this mineral plays a relevant role not only in testicular anatomical formation, but also in the maintenance of spermatozoa, as well as in their survival. It has also been seen that, in inadequate concentrations, manganese can impair the reproductive performance of bulls.

Keywords: Hormones; Minerals; Nutrition; Reproductive; Supplementation; Sperm quality

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. O MANEJO NUTRICIONAL NA PERSPECTIVA DA REPRODUÇÃO DE BOVINOS	12
2.1 Nutrição dos Animais Destinados à Reprodução	16
3. ATUAÇÃO NUTRICIONAL DOS MINERAIS NA REPRODUÇÃO DE TOUROS	17
3.1 Manganês (Mn)	20
3.2 O Desempenho do Touro Reprodutor e a Suplementação Mineral Manganês	21
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
5. REFERÊNCIAS	25

## 1 INTRODUÇÃO

Ao observar a reprodução de bovinos, deve se atentar para a nutrição adequada e dietas formuladas por um complexo que envolva proteína, vitaminas e minerais, observando quantidades equilibradas, pois a deficiência de algum nutriente pode se apresentar como um fator de prejuízo. Por outro lado, o excesso também não é algo favorável. Neste aspecto, é possível afirmar que os dois extremos podem causar desajustes, que interferem nos resultados. Neste sentido, se faz necessário um profissional que domine o conhecimento e possa contribuir para esclarecimentos e direcionamentos. Posto que o conhecimento técnico pode contribuir para a oferta correta dos nutrientes, o que favorecerá o resultado esperado (NOGUEIRA et al., 2015).

De acordo com a literatura, cerca de 50 minerais estão presentes no organismo bovino, sendo alguns essenciais para os processos metabólicos, justificando sua presença na alimentação e suplementação alimentar, sendo eles Cálcio (Ca), Fósforo (P), Magnésio (Mg), Potássio (K), Sódio (Na), Cloro (Cl), Enxofre (S), Ferro (Fe), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Iodo (I), Manganês (Mn), Zinco (Zn) e Selênio (Se). Os primeiros sete elementos demandam quantidades e concentrações maiores na alimentação bovina, e por isso denominam-se macroelementos. Os demais minerais, denominados microelementos, oligoelementos ou elementos-traços, são necessários aos animais em quantidades menores (TOKARNIA; DÖBEREINER; PEIXOTO, 2000).

Dentre os diversos minerais avaliados diante da suplementação animal, essencialmente em touros, o manganês (Mn) é favorável para o bom funcionamento de diversos sistemas biológicos, sendo possível estabelecer sua relação com o desenvolvimento esquelético e atuação sobre os sistemas nervoso, imunológico e endócrino. Além de favorecer o metabolismo da gliconeogênese, por ação enzimática com ênfase na superóxido dismutase (SOD). Esse mineral pode ser encontrado no ar, água, solo, rochas e minérios, além dos próprios alimentos. Quando consumido, o Mn é absorvido no intestino por difusão passiva ou transporte ativo, chegando aos demais tecidos acoplado à transferrina. Nesse sentido, é evidenciado, também, que o mineral interfere na reprodução animal pela participação direta na síntese de colesterol, precursor do hormônio sexual testosterona (REIS et al., 2014; STUDER et al., 2022).

O Mn é um elemento mineral indispensável na alimentação de bovinos, funcionalmente ativando ou se integrando às metaloenzimas que desencadeiam processos no metabolismo de proteínas, carboidratos e lipídeos. Além disso, o Mn atua na cascata de coagulação sanguínea, no desenvolvimento e na maturação de condrócitos e na proteção celular contra danos causados

pelos radicais livres. Sabe-se, ainda, que o Mn atua positivamente na reprodução dos animais. Todavia, ainda não são bem estabelecidos seus efeitos fisiológicos maléficos e benéficos para os touros (CARVALHO; BARBOSA; MCDOWELL, 2003; MCDOWELL, 1992).

Por esses motivos, o presente trabalho tem por objetivo revisar na literatura a influência do manganês na reprodução de touros, bem como as concentrações adequadas para sua suplementação.

## **2 O MANEJO NUTRICIONAL NA PERSPECTIVA DA REPRODUÇÃO DE BOVINOS**

Ao se estabelecer um plano de ação nutricional, é fundamental observar todos os critérios de uma nutrição de qualidade, o que envolve todos os aspectos nutritivos relativos ao bom desempenho do animal. Neste sentido, vale destacar a importância dos alimentos volumosos, que são a base nutricional da alimentação de bovinos, pode ser citado como exemplo, as pastagens, leguminosas e gramíneas. Estes são classificados, em linhas gerais, como:

[...] alimentos com altos teores em fibra ou em água. Possuem menos de 60% de NDT e/ou mais de 18% de fibra bruta (FB) e podem ser divididos em secos e úmidos. Os mais usados para os bovinos de corte são as pastagens (braquiárias e panicuns em sua maioria), capineiras (capim elefante), silagens (capim, milho, sorgo), cana-de-açúcar, bagaço de cana hidrolisado. Entre os menos usados estão: milheto, fenos de gramíneas, silagem de girassol, palhadas de culturas, etc. (BUSCHINELLI DE GOES; SILVA; SOUZA, 2013, p.11).

Mesmo com a importância desses alimentos, com introdução de novas tecnologias e os estudos mais direcionados e aprofundados para um bom equilíbrio da nutrição animal, observando seus benefícios, houve um melhor direcionamento da utilização de dietas devidamente calculadas. Neste aspecto, houve uma inovação no modo de atendimento das necessidades de cada categorial animal, bem como o direcionamento para cada pretensão nutricional, considerando que de acordo com o objetivo do pecuarista, será estabelecido um tipo de nutrição. Sendo assim, a dieta dos bovinos, de acordo com o interesse, terá uma variação nas proporções, mas será embasada na utilização dos volumosos, concentrados, vitaminas, minerais e água (BERCHIELLI et al., 2011; ARRIGONI et al., 2013).

O volumoso, em sua composição, possui menor quantidade de proteínas, carboidratos e lipídeos. Entretanto, é rico em fibras  $\geq 18\%$  de fibra bruta da matéria seca. Com estas

características, a fibra é fundamental na alimentação dos bovinos, pois atua como um substrato para os microrganismos. É importante observar que os microrganismos ruminais, por sua vez, agem sobre o volumoso, favorecendo a realização da hidrólise na parede celular das plantas, especificamente nas ligações  $\beta$ 14. Este processo químico coloca a fibra como uma importante fonte de energia (ALVEZ et al., 2016).

De acordo com Berchielli et al (2011), a fibra é necessária para o controle da qualidade e quantidade desses microrganismos no rúmen. Por outro lado, estimula a produção de saliva e movimentos ruminais, que favorecem a realização da fermentação dos alimentos. Neste aspecto, vale destacar que o Brasil possui aproximadamente 170 milhões de hectares de pastagens, estas são a base da alimentação dos bovinos criados em sistemas extensivos e semiextensivos. Diante disso, é possível afirmar que no Brasil existe uma boa produção e reserva de volumosos, com um custo relativamente baixo (FONSECA et al., 2010).

Apesar dessa boa produção alimentar, o fato é que as pastagens não suprem todas as carências dos animais, em especial, se forem observadas as necessidades relativas ao crescimento, manutenção, produção e reprodução dos bovinos. Outro fator importante é que, de acordo com a região, como por exemplo, o Cerrado brasileiro, que é um bioma que apresenta uma baixa fertilidade e um solo pobre em nutrientes, conseqüentemente, tem uma menor oferta de forragem para os animais. Em casos como esses, será sempre necessária a inclusão de alimentos com maior teor de proteína, energia, vitaminas e minerais na dieta dos animais. Estes nutrientes são exigidos, de um modo geral, para que o gado tenha um bom desempenho em todas as perspectivas, variando de acordo com a categoria, estado fisiológico e objetivo da produção (HOFFMANN, 2014).

Nesta perspectiva, é necessário observar outros aspectos que são imprescindíveis para a boa composição nutricional dos animais, de maneira que, para além do cuidado na oferta dos volumosos, também é importante cuidar pela oferta de outros nutrientes, como os classificados como sendo concentrados. Estes apresentam características próprias e são definidos como alimentos que se destacam por proporcionarem maior teor de proteína e energia; em contrapartida, menor teor de fibras. Neste viés, observa-se um teor de fibra bruta < 18%. Por apresentarem aspectos próprios, os concentrados ainda podem ser divididos em concentrado proteico ou energético. Nestas condições, apresentarão, respectivamente, >20% de PB na MS é <20% de PB na MS (BERCHIELLI et al., 2011).

Em se tratando de concentrados energéticos, é corriqueira a utilização de ingredientes como milho, milheto e sorgo, que são comumente utilizados para produção de concentrados energéticos, porquanto apresentam um alto teor de energia. Por outro lado, ao se utilizar os

concentrados com o objetivo proteico, o que se observa é a utilização de soja em grão, torta de algodão e farelo de algodão. Estes últimos são utilizados uma vez que apresentam um alto teor de proteína (BERCHIELLI et al., 2011; MEDEIROS et al., 2015).

De acordo com Malafaia (2014), o uso das vitaminas é fundamental para o desenvolvimento e manutenção dos bovinos. Comparado aos outros nutrientes, a vitamina é necessária, mas não em dosagens altas, pois atuam em processos metabólicos e em diferentes funções no organismo animal (MEDEIROS et al., 2015).

As vitaminas são moléculas que funcionam principalmente como catalisadores para reações dentro do organismo. O catalisador é uma substância que permite que uma reação química ocorra usando menos energia e menos tempo do que levaria normalmente. Portanto, com a deficiência de vitaminas, as funções normais do organismo podem entrar em colapso, deixando o organismo suscetível a doenças (ELIAS, 2014, apud COSMO; GALERIANI, p.02, 2020).

Outro aspecto importante a ser observado, naquilo que se refere às vitaminas, é a solubilidade, que apresentam características divididas em grupos distintos, porquanto podem ser lipossolúveis. Isto é, a composição de lipídios e solventes orgânicos, que são encontradas nos materiais com formação lipídica. Em outra perspectiva, as vitaminas hidrossolúveis são solúveis em água e se encontram distribuídas nos vegetais. De maneira que “[...] as vitaminas lipossolúveis são solúveis em lipídios (gorduras e óleos) e são as vitaminas A, D, E e K. As vitaminas hidrossolúveis são solúveis em água e compreendem todas as outras vitaminas (C, complexo B)” (COSTA E SILVA, 2016).

Nesta mesma expectativa, os minerais são importantes para a saúde dos animais, atua no crescimento ósseo e muscular, na eficiência alimentar e no desempenho reprodutivo. Embora a porcentagem na dieta como um todo seja pequena, os minerais apresentam uma relevância na nutrição do rebanho. Posto que aja em situações específicas, como o aumento das taxas de prenhez e também no fortalecimento de bezerros recém-nascidos, em especial, aqueles que apresentam características de desnutrição e fraqueza.

Apesar de constituírem apenas 4% do peso corporal dos animais, os minerais exercem funções vitais no organismo, com reflexos no desempenho animal. Deficiências de um ou mais elementos minerais podem resultar em desordens nutricionais sérias, levando o animal a desempenhos produtivo e reprodutivo aquém de seu potencial (MIRANDA et al., 2006, p. 1201).

Desse modo, é possível observar que a deficiência de minerais se apresenta como fator preponderante e determinante para a manutenção da saúde e a nutrição do animal. É

imprescindível destacar a importância da água, visto que auxilia de maneira determinante nas funções essenciais, em especial naquilo que se refere à fisiologia e o metabolismo dos animais. De maneira que a água possibilita a termorregulação corpórea, além de contribuir para o bom funcionamento do processo digestório, dentre outros. Sabendo desta importância, é que se torna essencial ofertar uma água de qualidade, uma vez que este cuidado interfere diretamente na qualidade de vida e, conseqüentemente, no aumento da produção dos animais (PALHARES, 2014).

Ainda de acordo com Palhares (2014), o uso da água pode interferir nos índices zootécnicos dos animais de produção. Ora, mananciais não tratados ou aqueles contaminados por microrganismos ou agentes químicos podem acarretar problemas graves aos animais, o que reverbera em prejuízos econômicos. Desse modo, é fundamental observar o pH da água que será ofertada ao gado, posto que esta deve apresentar um pH neutro 7,0, conforme fragmento abaixo:

Os animais têm baixa tolerância a nitratos solúveis; a coloração deve ser incolor, inodora e insípida para ser considerada de bebida; o pH ideal é que esteja próximo da faixa de neutralidade (pH 7,0), valores acima de 7,6 indicam alcalinidade, podendo apresentar níveis elevados de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), tornando a água imprópria para consumo; a presença de bactérias na água indica matéria orgânica e/ou contaminação fecal (coliformes) havendo a necessidade de tratamento (cloração); a presença de parasitas na água por contaminação dos próprios animais também tornam a água imprópria para consumo (SILVA NETTO, 2005 apud PEREIRA et al., 2009, p. 231).

De acordo com a Resolução Conama 357<sup>1</sup>, de 17 de março de 2005, a classificação da água pode variar entre a composição da água doce e da água salobra. Nesta resolução, ficou estabelecido que a água ideal para a dessedentação dos animais deve estar enquadrada na classe 3, que são “águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais” (BRASIL, 2005).

Neste mesmo viés, Pereira et al. (2009), recomendam sobre a importância de o pecuarista zelar pela qualidade da água que será ofertada, pois uma situação que pode se

---

<sup>1</sup> CONAMA — Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005\* (Retificada – ao final). Alterada pelas Resoluções CONAMA N° 393/2007, N° 397/2008, N° 410/2009 E N° 430/2011: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de Efluentes, e dá outras providências Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfcd\\_a\\_altrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf)>.

apresentar sem gravidade, tem a possibilidade de desencadear prejuízos consideráveis. Destacam que os bovinos têm uma resistência maior que os humanos, mas que as “por substâncias presentes na água, que em determinadas concentrações, podem ser fatais. Dependendo da concentração dessas substâncias na água, os bovinos podem não apresentar sinais cíclicos, mas o crescimento, a lactação e a reprodução podem ser afetadas” (PEREIRA et al., 2009).

## 2.1 Nutrição dos Animais Destinados à Reprodução

Do mesmo modo, a nutrição correta ou a falta dela pode interferir de maneira significativa sobre a reprodução de bovinos, em especial naquilo que se refere ao cuidado dos animais destinados a serem futuros reprodutores. Por isso, a importância de se zelar pela nutrição correta, que irá contribuir para a construção de um rebanho de qualidade. Destacando que a falta desse cuidado pode impactar de maneira severa o resultado final. “No Brasil, uma das principais razões do baixo desempenho dos bovinos é a baixa disponibilidade qualitativa de alimentos e o inadequado manejo nutricional do rebanho” (DIAS, 2010).

[...] a subnutrição altera todos os níveis reguladores da função reprodutiva (hipotálamo-hipófise-gônadas), e que a deficiência nutricional promove redução na liberação do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), já que a sensibilidade da hipófise a este hormônio não é alterada, evidenciando que a condição nutricional atua no mecanismo de controle neuroendócrino da reprodução (CHILLIARD *et al.* 1998 apud DIAS, 2010, p. 03).

Sendo assim, é de suma relevância observar a alimentação ofertada a esse plantel com destinação reprodutiva, pois os níveis nutricionais podem interferir, de maneira severa na atuação desses animais, em especial porque poderá ocorrer uma interferência no desenvolvimento dos órgãos reprodutivos. Dentre vários fatores, o desequilíbrio hormonal, gerado por um mal funcionamento do sistema endócrino. É necessário, portanto, que se observem todas as respostas físicas desse animal, ou seja, se está dando respostas metabólicas de acordo com esperado, se está andando bem, comportando de maneira equilibrada, pois o comportamento natural do organismo é zelar primeiro pela homeostase básica, cuidando para a estabilidade fisiológica do organismo, para depois direcionar nutrientes para a atividade reprodutiva (MAGGIONI et al., 2008).

O balanço nutricional inadequado poderá ocasionar problemas sérios de reprodução. Neste sentido, é necessário que o pecuarista cuide, por meio de seus técnicos do “fornecimento

de condições químicas necessárias para as reações metabólicas envolvidas na manutenção, crescimento, produção e reprodução das células do corpo animal. A nutrição envolve um conjunto de processos, desde a ingestão até a assimilação de nutrientes pelas células” (ARAÚJO; ZANETTI 2019).

Do mesmo modo, de acordo com Araújo e Zanetti (2019), a não observância da nutrição proteica dos animais, dentre outros males, compromete o crescimento, provoca problemas de pele, além de contribuir para a queda da produtividade, posto que a reprodução se torna ineficiente. Este cuidado é fundamental, pois o corpo do animal é como uma usina em que todos os nutrientes têm seu valor e importância, haja vista, a sua composição físico/químico/biológica.

O fato é que a complementação nutricional contribui para melhores resultados e independe dos grupos genéticos, porquanto colabora para o bom desempenho produtivo e reprodutivo. É evidente que os cuidados gerais cooperam para essa manutenção, como por exemplo, exames específicos em animais reprodutores, sendo necessário, neste caso, a realização de exames anuais, que possibilitam acompanhar as condições dos touros e das matrizes.

Esta precaução deve ocorrer antes do período de monta, mas os cuidados gerais devem ser ministrados durante toda a vida do animal, pois o consumo do alimento correto, em quantidade correta, estabelece um fator determinante na vida e no vigor do gado. De maneira que a nutrição animal deve ser fator preponderante nas fazendas destinadas à pecuária e o cuidado com o alimento correto deve ter início desde os primeiros dias de vida, sendo contínuo. Isto porque a ingestão do alimento correto, contribuirá para a absorção de nutrientes que terão influência em vários aspectos orgânicos, como por exemplo, no crescimento e no desenvolvimento da saúde, na produção e reprodução do gado. Logo, animais saudáveis replicarão geneticamente esta condição em seus sucessores. Neste caso, é importante se atentar para a saúde geral e o bom desenvolvimento dos touros reprodutores (BERCHIELLI et al., 2011).

### **3. ATUAÇÃO NUTRICIONAL DOS MINERAIS NA REPRODUÇÃO DE TOUROS**

Os minerais atuam em processos bioquímicos no organismo do touro reprodutor, como a composição estrutural, os hormônios, que atuam diretamente em fluidos intra e extracelulares,

além de se situarem como catalizadores enzimáticos ou biocatalizadores, que têm a função de acelerar o metabolismo e as reações químicas do organismo (COSMO; GALERIANI, 2020).

Ao se concentrar na dieta específica do touro reprodutor e em sua nutrição, é imprescindível considerar vários fatores específicos, como por exemplo, a raça, idade, peso do animal, dentre outros. De acordo com essas especificidades, é possível determinar quais nutrientes são mais necessários para a melhor composição nutricional. Neste viés, convém ponderar a quantidade e a qualidade dos nutrientes ofertados, tais como proteínas, carboidratos, minerais e vitaminas, ajustando de acordo as necessidades. Vale destacar que o equilíbrio entre esses nutrientes assegura o desenvolvimento reprodutivo adequado; porquanto, a capacidade reprodutiva de touros depende de vários fatores, sobretudo, o adequado manejo reprodutivo e nutricional (BICUDO; SIQUEIRA; MEIRA, 2007).

De maneira que, se houver um desequilíbrio contínuo na forma de suplementação, isto pode causar efeitos diretos na produtividade do animal. Conforme observado por alguns pesquisadores, esse desequilíbrio pode causar prejuízos naquilo que tange a imunidade e o baixo rendimento reprodutivo. Neste aspecto, vale destacar que tanto o excesso como a deficiência dos minerais podem refletir na condição geral do animal e, conseqüentemente, causar prejuízos financeiros ao produtor (MAGGIONI et al., 2008).

Há de se observar que fatores como condições climáticas e a devida sanidade tendem a influenciar na qualidade do sêmen do touro. Contudo, o cuidado mais estreito com a questão nutricional favorece um melhor desempenho, desde a juventude do animal, contribuindo para uma precocidade de sua performance, refletindo em sua condição reprodutiva. Ora, um dos maiores obstáculos para que o touro execute bem o seu papel de reprodutor é a baixa libido, o que interfere diretamente na realização da monta natural. Com essa limitação, o touro deixa de cobrir, de maneira satisfatória, as fêmeas aptas à reprodução (SANTOS et al., 2004).

Problemas dessa natureza podem ter diversas origens, mas algo que interfere de maneira determinante é a nutrição incorreta. Em especial a deficiência em nutrientes minerais, que, para além dessa atuação, também aumenta a resposta imunológica. Isto ocorre, justamente porque um animal que apresente níveis desregulados de minerais, tende a um baixo desempenho geral. Pode se observar que animais nestas condições costumam ter um comprometimento no ganho de peso e, conseqüentemente, perdas em sua atuação reprodutiva (MAGGIONI et al., 2008).

Cada mineral, em conjunto ou isoladamente, tem uma atuação específica no organismo do animal. Em se tratando de machos, especificamente, a baixa qualidade e quantidade espermática, menor libido e menor aptidão física para a monta natural pode estar associado, também, a uma deficiência de minerais. Ora, os minerais agem na composição química e

hormonal dos animais, portanto refletem na reprodução dos machos. Sendo assim, a falta ou o excesso de minerais pode contribuir para prejuízos irreversíveis (GALVÃO, 2021).

Os minerais são considerados nutrientes fundamentais por participarem de diversas funções do metabolismo animal, 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 ácido-básico. Estes nutrientes representam apenas cerca de 5% do peso corporal, mesmo assim, tem grande influência na produção do animal, acarretando acréscimos ou decréscimos na produtividade do sistema (FILAPPI et al., 2005 apud SOUSA, 2014, p. 02).

Neste viés, Nogueira et al. (2015) afirmam que nutrientes, como os minerais, são fundamentais para se obter um destaque positivo na produção de um sêmen de qualidade. Este quesito deve ser observado porquanto o reprodutor que passar por longos períodos em uma dieta não ajustada, poderá apresentar infertilidade ou baixa condição neste aspecto. Podendo ocorrer durante a puberdade, que é o início da maturidade sexual, este desequilíbrio nutricional, afeta fatores importantes, incluído a questão hormonal, além de desregular diretamente o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal de forma irreversível; trazendo, conseqüentemente, perdas reprodutivas e financeiras (GALVÃO, 2021).

Com esse teor de importância, vale destacar que os minerais são elementos inorgânicos essenciais ao desenvolvimento e manutenção do organismo. Vale destacar que alguns minerais não podem ser sintetizados pelo organismo animal, este grupo é classificado como Macrominerais e é composto pelo: Cálcio, Fósforo, Sódio, Potássio, Cloro, Enxofre e Magnésio. O outro grupo é formado pelos microminerais: Ferro, Cobre, Manganês, Zinco, Selênio, Iodo, Cobalto, Cromo e Boro. Os minerais podem ser divididos em macrominerais e microminerais, o que faz relação à sua proporção no organismo animal e aos requerimentos nutricionais (CAMARGOS, 2019).

Quadro 1: Os macro e microminerais mais importantes da suplementação mineral

<b>Macrominerais</b>	<b>Microminerais</b>
Cálcio (Ca)	Ferro (Fe)
Fósforo (P)	Zinco (Zn)
Magnésio (Mg)	Cobre (Cu)
Enxofre (S)	Iodo (I)
Sódio (Na)	Manganês (Mn)
Cloro (Cl)	Cobalto (Co)
Potássio (K)	Selênio (Se)
	Cromo (Cr)

Fonte: MEDEIROS et al., 2015.

Sendo assim, para compreender a seriedade dos minerais — macrominerais e microminerais — no organismo do animal, e no caso do tema aqui tratado, a importância dos minerais para o bom desenvolvimento do touro reprodutor, é importante compreender as questões relacionadas neste quesito.

Os macrominerais e sua proporção aproximada no organismo animal são os seguintes: cálcio: 1,33%, fósforo: 0,74%, potássio: 0,19%, sódio: 0,16%, enxofre: 0,15%, cloro: 0,11% e magnésio: 0,04%. O cálcio responde por 46% e o fósforo por 29% de todos os minerais no organismo. O restante dos macrominerais perfazem cerca de 24,7% do total de minerais. Os microminerais estão em concentrações bem menores (respondem por 0,3% do total mineral) e seus requerimentos são expressos em partes por milhão (ppm). Entre eles estão: cobre, zinco, iodo, selênio, ferro, cobalto, manganês, molibdênio, flúor e cromo (GONZÁLEZ, 2019, p. 02).

### **3.1 Manganês (Mn)**

O manganês é o décimo segundo elemento mais abundante na crosta terrestre e está amplamente distribuído por toda a superfície do planeta, ocorrendo naturalmente em rochas, solo, água e alimentos. O Mn é encontrado como um composto orgânico ou inorgânico, sendo a forma inorgânica mais comumente presente em substâncias ambientais (STUDER et al., 2022).

O Mn é um mineral ativo, utilizado por quase todos os organismos vivos, essencial para a ativação enzimática nos compartimentos celulares, compondo diversas enzimas, sendo capaz, ainda, de modular várias vias metabólicas, incluindo as do desenvolvimento do sistema esquelético, metabolismo energético, função dos sistemas nervoso e imunológico e função do hormônio reprodutivo. É um elemento mineral essencial para os bovinos, responsável pela ativação e integração à metaloenzimas que desempenham papel no metabolismo. Além disso, o Mn é capaz de atuar na coagulação sanguínea, desenvolvimento das cartilagens e proteção das células contra danos causados pelos radicais livres (REIS et al., 2010; ÁVILA et al., 2013).

Um grupo específico de enzimas, denominadas mangano-proteínas são estritamente dependentes de Mn para ativação. Essas enzimas incluem glutamina sintetase, Mn superóxido dismutase (MnSOD), arginase, piruvato descarboxilase e serina/treonina fosfatase. Além disso, em combinação com a vitamina K, o Mn tem funções na coagulação do sangue e na manutenção da hemostasia. O manganês é essencial para o metabolismo lipídico em animais, sendo

considerado um elemento mineral com baixa toxicidade aos animais, todavia, quando em excesso, pode causar intoxicação (SANTOS et al., 2003).

O manganês participa diretamente da síntese de colesterol, precursor da testosterona. Por isso, o colesterol desempenha funções importantes na reprodução animal, tornando-se parte integrante da membrana plasmática dos espermatozoides e precursor do hormônio sexual, os quais estão envolvidos na manutenção e na produção espermática. A testosterona é um esteroide responsável pela formação de espermatozoides, pela determinação do sexo e pelos caracteres sexuais secundários (BUENO et al., 2019).

### **3.2 O Desempenho do Touro Reprodutor e a Suplementação Mineral Com Manganês**

Conforme observado, o manganês tem papel essencial nos processos fisiológicos de bovinos, síntese e processamento de proteínas, metabolismo de carboidratos e metabolismo lipídico. Assim, esse mineral pode ser correlacionado com a integridade da membrana plasmática do espermatozoide, além de estar envolvido no metabolismo dos principais componentes orgânicos que compõem esta membrana, que incluem fosfolipídios e proteínas integrais e periféricas da membrana. Ademais, o Mn também está envolvido na proteção da membrana plasmática da cabeça, acrossoma e mitocôndrias contra os radicais livres (hidroperóxidos), que são formados pela decomposição de metaloenzimas e são altamente oxidativos, potenciais causadores de danos a membranas, proteínas e DNA (REIS et al., 2014).

O manganês é responsável por ativar muitas enzimas em plantas e animais, e a deficiência do mineral nas plantas é comum em solos alcalinos, com alta concentração de fósforo e em solos muito arenosos. Nas pastagens, é essencial que esse mineral mantenha o equilíbrio com os demais elementos, a exemplo do ferro e cobalto. Para os animais, a falta do mineral afeta o crescimento geral do bovino, a formação óssea e cartilaginosa, a função hepática e a fertilidade. Por tal motivo, são recomendadas as suplementações minerais em conjunto à alimentação (FILAPPI; PRESTES; CECIM, 2005).

É recomendado que bovinos de corte recebam uma ingestão diária equivalente ao consumo de matéria seca (kg) x 20 mg/Mn em períodos habituais, e de 40 mg de Mn durante seus períodos reprodutivos (VALADARES FILHO et al., 2010). No entanto, em muitos países, o Mn está naturalmente presente em concentrações que excedem a dose recomendada em cerca de 30 vezes, porém alguns fabricantes adicionavam além do necessário quantidades de Mn aos

suplementos minerais. Isso é preocupante porque os efeitos dessas dietas com concentrações excessivas de Mn sobre a integridade da membrana plasmática da cabeça, acrossoma e mitocôndrias de espermatozoides dos touros não estão bem elucidados (STUDER et al., 2022; REIS et al., 2014).

O manganês influencia os rebanhos de corte e leite. A principal função do Mn é na reprodução, incluindo em fêmeas bovinas, pelo incremento da mitose das células ovarianas da granulosa e folicular e das células luteínicas ovarianas que formam o corpo lúteo. Dado isso, sabe-se que há o controle do nível de estrógeno e progesterona no sangue, o que favorece a reprodução (NICODEMO et al., 2008). Deficiências nutricionais marginais podem se manifestar por fertilidade reduzida antes de outros sinais clínicos aparecerem. Bezerros podem nascer com defeitos relacionados ao aporte inadequado de um nutriente sem que a matriz tenha chegado a exibir deficiência clínica. Bezerros nascidos de vacas deficientes em manganês apresentam fraqueza e graves deformidades dos membros, como os membros curtos, as articulações alargadas e inchadas e deformidades de flexão. Parte dos efeitos da deficiência mineral se relaciona à síntese anormal de proteoglicanas provocada pela redução na atividade de glicosiltransferases (HURLEY & DOANE, 1989).

Santos et al. (2003) citam em seus estudos que touros com maior concentração de testosterona circulante apresentam maior libido, o que, automaticamente, beneficiaria a reprodução. Visto que o Mn atua na síntese de colesterol que é da testosterona. Além do mais, descreve que tais animais são capazes de reter nitrogênio, fósforo e potássio pelo aumento da atividade anabólica proteica, favorecendo a sobrevivência dos espermatozoides no epidídimo. O desenvolvimento testicular de touros também é dependente da concentração sanguínea de testosterona, considerando que estabelecem uma relação diretamente proporcional, devido ao aumento do número de células germinativas, volume das células de Sertoli e comprimento dos túbulos.

Nos estudos de Reis et al., (2014), foi possível identificar que o controle da suplementação do Mn apresentou eficiência de 50% na estimulação da produção de espermatozoides íntegros, resultados que confirmam o seu benefício para a integridade do plasma e das membranas acrossomais do esperma do touro. Em seu estudo os touros receberam suplementação dietética de Mn 540, 1300, 3800 e 6300 mg/kg, puderam concluir que a suplementação dietética de Mn para touros deve ser limitada a 540 mg de Mn/kg, uma vez que doses mais altas são prejudiciais à integridade do plasma e das membranas espermáticas. Além disso, foi descrito pelo autor que a adição de maiores quantidades de Mn às misturas minerais,

como é feito pela maioria das empresas produtoras de suplementos minerais, é diretamente prejudicial à membrana espermática. O sêmen produzido pelos touros que receberam a suplementação habitual, conforme o preconizado, teve maior qualidade e maior proporção de espermatozoides íntegros, diretamente associada à motilidade, ao vigor e ao movimento das ondas espermáticas.

Estudos de Lapointe et al. (1996) demonstram também que a deficiência de manganês afetou a produção espermática, diminuindo a produção e a motilidade dos espermatozoides, causando degeneração testicular e aumento do número de espermatozoides anormais, contudo, não afetando a libido. Em avaliação do sêmen congelado, mostrou que a presença de manganês (e de magnésio) melhorou a fertilidade e propiciou maior manutenção da viabilidade espermática.

Foi colocado por Bilaspuri e Bansal (2008) que a suplementação de Mn aos espermatozoides do touro permite o aumento de Ca sem diminuir sua viabilidade, além de possuir efeitos benéficos na sobrevivência do esperma e no percentual de hiperatividade durante a capacitação e reação acrossômica. Seus estudos ainda mostraram que o Mn possui a propriedade antioxidante, pois diminui significativamente a produção de malondialdeído, produto da peroxidação lipídica, além de que aumenta a taxa de reação acrossômica em condições normais e de estresse oxidativo. Sugere-se, por meio desses estudos, que o Mn mantenha a integridade da membrana plasmática.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A suplementação mineral com manganês, em concentrações de segurança, definidas pelos órgãos de responsabilidade e segurança nacionais, desempenha papel relevante não só na formação anatômica testicular, como também na manutenção dos espermatozoides, bem como na sua sobrevivência.

Também foi descrito que, em concentrações de acima 540 mg/kg o manganês pode proporcionar efeitos adversos, como a diminuição da viabilidade espermática, prejudicando o desempenho reprodutivo de touros.

## 5. REFERÊNCIAS

- ALVEZ, A. R. *et al.* Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. **Puvet**. v.10, n. 7, p. 568-579, Jul., 2016. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/uploads/e1142e0e16dd9d3280d9ab0508c86149.pdf>. Acesso: jan./2022.
- ARAÚJO, L., F.; ZANETTI, M. A. **Nutrição animal**. Editora Manole, Barueri - SP, 355p, 2019.
- ARRIGONI, M. B. *et al.* Níveis elevados de concentrado na dieta de bovinos em confinamento. **Veterinária e Zootecnia**, v. 20, n. 4, p. 539-551, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/141034/ISSN0102-5716-2013-20-04-539-551.pdf?isAllowed=y&sequence=1> Acesso em: Dez./2021.
- NICODEMO, M.L.F. *et al.* Minerais na Eficiência Reprodutiva de Bovinos. **Embrapa Pecuária Sudeste**. São Carlos. 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/48731/1/documentos80.pdf> Acesso em: 20/12/2021
- BERCHIELLI, T.T. *et al.* **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.565-600.
- BICUDO, J. B.; SIQUEIRA, C. Meira. Palestra Raib Patologias do Sistema Reprodutor de Touros. **S.D. Biológico**, São Paulo, v.69, n.2, p.43-48, jul./dez., 2007. Disponível em: <[http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v69\\_2/p43-48.pdf](http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v69_2/p43-48.pdf)>. Acesso em abr./2022.
- BILASPURI, G. S.; BANSAL, A. K. Mn<sup>2+</sup>: A potent antioxidant and stimulator of sperm capacitation and acrosome reaction in crossbred cattle bulls, **Archives Animal Breeding**, v. 51, p. 149–158, 2008.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução. **CONAMA nº 357**, de 15 de junho de 2005.
- BUENO, E. S. B. *et al.* O Manganês E Suas Interações Antagônicas E Sinérgicas Entre Os Elementos Minerais Sobre A Reprodução E O Metabolismo De Touros. In: **III Simpósio Nacional de Bovinocultura e Bubalinocultura**. v. 26 n. 1-SI, p. 90-101, 2019.
- BUSCHINELLI DE GOES, R. H. T.; SILVA, L. H. X.; SOUZA, K. A. **Alimentos e alimentação animal**. Editora UFGD, 2013.
- CAMARGOS, T. Como uma dieta mal balanceada influencia na composição do leite das vacas?. In, **Prodap** 19/02/2019. Disponível em <https://blog.prodap.com.br/dieta-do-gado-de-leite-influencia-na-qualidade/#:~:text=Ou%20seja%2C%20a%20dieta%20do,produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20qualidade%20do%20leite!&text=Sendo%20que%20cada%20componente%20no,teores%20de%20gordura%20e%20prote%C3%ADna>. Acesso em: dez./2021.

CARVALHO, F. A. N.; BARBOSA, F. A.; MCDOWELL, L. R. Minerais. In: Carvalho FAN, Barbosa FA, McDowell LR. **Nutrição de bovinos a pasto**. Belo Horizonte: Papel Form Editora Ltda, p. 157-368, 2003.

COSMO, B. M. N.; GALERIANI, T. M. Minerais na alimentação animal. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 4, 2020. Disponível em: <<https://www.fcav.unesp.br/Home/ensino/departamentos/cienciasdaproducaoagricola/laborat-oriomatologia-labmato/revistaagronomiabrasileira/rab202011.pdf>>. Acesso em: Mar.2022.

COSTA E SILVA, L. F. *et al.* Exigências de minerais para bovinos de corte. In, **Br Corte**, 2016 <<https://brcorte.com.br/assets/book2016/br/c9.pdf>>. Acesso em: Mar/2022.

DIAS, J.C. *et al.* Alguns aspectos da interação nutrição-reprodução em bovinos: energia, proteína, minerais e vitaminas. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 5, Ed. 110, Art. 738, 2010. Disponível em: <<https://fdocumentos.tips/document/protena-minerais-e-vitaminas-pubvet-2016-6-13-protena-minerais-e-vitaminas.html> >. Acesso em: Fev./2022.

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.

FONSECA, D. M. *et al.* **Importância das forrageiras no sistema de produção**. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Eds) Plantas forrageiras. Viçosa: UFV, 2010. p.13-29.

GALVÃO, A.L.C.O. **Fertilidade em touros e suas interações com fatores relacionados a fêmeas em programas de inseminação artificial em tempo fixo**. Tese, (Pós Graduação, Medicina Veterinária) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. São Paulo. p.92. 2021. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10131/tde-25062021-140741/publico/Ana\\_Luiza\\_Carvalho\\_de\\_Oliveira\\_Galvao\\_corrigida.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10131/tde-25062021-140741/publico/Ana_Luiza_Carvalho_de_Oliveira_Galvao_corrigida.pdf) Acesso em Out./2022.

HOFFMANN, A. *et al.* Produção de bovinos de corte no sistema de pasto suplementado no período seco. **Nativa, Sinop**, v. 02, n. 02, p. 119-130, abr./jun. 2014. Disponível em <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa>. Acesso em Dez./2022.

HURLEY, W. L.; DOANE, R. M. Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.3, p.784-804, 1989.

LAPOINTE, S.; AHMAD, I.; BUHR, M.M. *et al.* Modulation of postthaw motility, survival, calcium, uptake, and fertility of bovine sperm by magnesium and manganese. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.12, p.2163-2169, 1996.

MAGGIONI, D. *et al.* Efeito da nutrição sobre a reprodução de ruminantes: uma revisão. **PUBVET**, v.2, n.11, 2008.

Malafaia P, Costa RM, Brito MF, Peixoto PV, Barbosa JD, Tokarnia CH, et al.. Equívocos arraigados no meio pecuário sobre deficiências e suplementação minerais em bovinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, p. 244–9. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014000300008>. Acesso em Ja/n./2022.

MCDOWELL, L. R. Minerals in animal and human nutrition. San Diego: **Academic Press**; 1992.

MEDEIROS, S.R. *et al.*, **Nutrição de bovinos de corte fundamentos e aplicações**. Brasília DF. 2015. **Embrapa**, Brasília, DF: p. 29-153. Disponível em; <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120040/1/Nutricao-Animal-livro-em-baixa.pdf>>. Acesso em: Jan./2022.

MIRANDA, E. N. *et al.* Composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais de bovinos Caracu selecionados e Nelore selecionados ou não para peso ao sobreano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1201-1211, 2006 (supl.). <<https://www.scielo.br/j/rbz/a/ttRbt4by74R89zJYxGCDNwt/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em Mar./2022.

NOGUEIRA, E. *et al.* Nutrição aplicada à reprodução de bovinos de corte In: MEDEIROS, S. R. de; GOMES, R. da C.; BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/134246/1/Nutricao-Animal-CAPITULO-10-reduzido1.pdf>>. Acesso em Jan./2022.

PALHARES, J.C.P. **Qualidade da água na produção animal**. EMBRAPA. 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98412/1/Comunicado103.pdf>>. Acesso em; Jan./2022.

PEREIRA, E. R. *et al.* A Importância da Qualidade da Água de Dessedentação Animal. **BioEng, Campinas**, v.3 n.3, p.227-235, Set/Dez., 2009. Disponível em: <file:///C:/Users/UEG/Downloads/40-Article%20Text-85-1-10-20141110.pdf >. Acesso em Abr./2022.

REIS, L. S. L. S. *et al.* Effect of manganese supplementation on the membrane integrity and the mitochondrial potential of the sperm of grazing Nelore bulls. **Animal Reproduction Science**, 2014.

REIS, L. S. L. S. *et al.* Mineral element and heavy metal poisoning in animals. **Journal of Medicine and Medical Sciences**, v. 1, n. 12, p. 560-579, 2010.

SANTOS, M. D. *et al.* Potencial reprodutivo de touros da raça Nelore submetidos a diferentes proporções touro: vaca. **Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia**, v.56, n.4, p.497-503, 2004. <<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/4yrf46CQ8BXpD5vQNsxXryy/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em Mar./2022.

SANTOS, M. D. *et al.* Libido de touros Nelore: efeito da proporção touro: vaca sobre a taxa de gestação. **Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia**., v. 55, p. 293-300, 2003.

SOUSA, G. V. **Suplementação de Minerais na Reprodução de Bovinos**. Orientador: Prof. Vinício Araujo Nascimento. 2014. p. 34. TCC (Graduação). – Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2014. Disponível em

<[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/186/o/TCC\\_Gleidson\\_Vilela\\_Souza.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/186/o/TCC_Gleidson_Vilela_Souza.pdf)>. Acesso em Abr./2022.

STUDER, J. M. *et al.* Functions of manganese in reproduction. **Animal Reproduction Science**, 2022.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 20, p. 127-38, 2000.

VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L., *et al.* Tabela brasileira de alimentos para ruminantes. **Composição química-bromatológica de alimentos - CQBAL 3.0**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010.