



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS

ERCÍLIA LIBÓRIO DA SILVA

SUPLEMENTAÇÃO MINERAL PARA BOVINOS DE CORTE

COLINAS DO TOCANTINS



2019

ERCÍLIA LIBÓRIO DA SILVA

SUPLEMENTAÇÃO MINERAL PARA BOVINOS DE CORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de pós-graduação *Lato Sensu* em Agropecuária Sustentável do Instituto Federal do Tocantins, *campus* Colinas, sob a orientação do Prof. Dr. Raphael Pavesi Araújo como requisito parcial para obtenção do Título de Especialista em Agropecuária Sustentável.

COLINAS DO TOCANTINS



2019



Ercília Libório da Silva

SUPLEMENTAÇÃO MINERAL PARA BOVINOS DE CORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus* Colinas do Tocantins, como parte das exigências para a conclusão do curso de Pós-Graduação *Latu Sensu* em Agropecuária Sustentável. Orientador: Prof. Dr. Raphael Pavesi Araújo

Aprovado em: ____ / ____ / ____

Conceito: _____

Prof. Dr. Raphael Pavesi Araújo
Instituto Federal do Tocantins IFTO – *Campus* Colinas

Prof. Dr. Esdras Henrique da Silva
Instituto Federal do Tocantins IFTO – *Campus* Colinas

Prof. Dr. Rossini Sôffa da Cruz
Instituto Federal do Tocantins IFTO – *Campus* Colinas

Prof. Me. Daniel Santana Colares
Instituto Federal do Tocantins IFTO – *Campus* Colinas



RESUMO

A suplementação mineral de bovinos é o ato de inserir na dieta animal os elementos minerais que são essenciais e que não são absorvidos por eles na alimentação convencional. Conhecer as características da suplementação e a sua real necessidade é um fator de grande relevância para pecuaristas. Diante disso o objetivo deste trabalho foi conhecer as especificidades envolvidas na necessidade de suplementar os bovinos de corte. O organismo animal depende de vários elementos químicos para conseguir se manter e realizar seus metabolismos, e o papel da suplementação mineral é justamente fornecer tudo o que falta na alimentação que muitas vezes não é amplamente deficiente devido características climáticas, regionais ou do solo. Os animais necessitam de especial atenção, no que diz respeito a mistura mineral, pois esta pratica exige conhecimentos específicos.

Palavra-chave: bovino de corte. mineralização. suplementação mineral.

ABSTRACT

The mineral supplementation of cattle is the act of inserting in the animal diet the mineral elements that are essential and that are not absorbed by them in conventional feeding. Knowing the characteristics of supplementation and its real need is a factor of great relevance for cattle ranchers. Therefore, the objective of this work was to know the specificities involved in the need to supplement beef cattle. The animal organism depends on various chemical elements to maintain and maintain its metabolisms, and the role of mineral supplementation is precisely to provide everything that is lacking in food that is often not largely deficient due to climatic, regional or soil characteristics. Animals need special attention, as far as mineral mixing is concerned, since this practice requires specific knowledge.

Key words: beef cattle, mineral supplementation, mineralization.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 CONCEITO DE MINERALIZAÇÃO.....	9
3 OS PRINCIPAIS MINERAIS ENVOLVIDOS NA MINERALIZAÇÃO E SUAS FUN- ÇÕES METABÓLICAS.....	11
3.1 Macrominerais.....	12
3.2 Microminerais.....	16
4 LIMITAÇÕES DOS MINERAIS NOS SOLOS BRASILEIROS.....	18
5 PRINCÍPIOS DA MINERALIZAÇÃO.....	23
6 CONCLUSÕES.....	26
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte é uma das principais atividades do agronegócio brasileiro, a atividade se destacou no cenário mundial em 2018 e colocou o Brasil na posição de maior produtor e exportador de carne bovina do mundo. Sendo seus principais clientes a China e Hong Kong (ABIEC, 2019).

No Brasil há sistemas de produção de bovinos para corte completamente extensivo sem o uso de tecnologia e outros extremamente intensivos onde o produtor utiliza sais minerais de alta qualidade diariamente, observando a categoria animal e o rendimento por animal por dia, e todas as atividades são planejadas, e contam com conhecimento técnico científico para buscar alternativas que maximizem os lucros e minimizem os custos (CEZAR *et al.*, 2005; PEIXOTO *et al.*, 2005).

Mas a maior parte dos produtores aderem ao sistema de produção extensiva, onde os animais são sub-suplementados e não raras as vezes ingerem apenas sal branco (BARBOSA *et al.*, 2005). É claro que essa consciência tem mudado muito, mas os pequenos produtores que são detentores de poucos conhecimentos técnicos tendem por se manter nesse sistema, que é mais barato.

É de conhecimento geral que o gado a pasto reflete em um sistema de produção de maior economia, além disso, a dieta com volumoso é essencial para o bom desempenho animal. No entanto, esta dieta pode não ser suficiente para aumentar a produtividade.

A pastagem é a principal fonte de alimento para o ruminante. É ela a principal fonte de fibras e de proteína bruta, que são essenciais ao desenvolvimento do animal (BONFIM *et al.*, 2003). Porém são necessários vários outros elementos, como Ca e P que não são encontrados na pastagem em abundância, podendo gerar para o rebanho um déficit nutricional, baixo desempenho produtivo dos animais e conseqüentemente aumento do custo de produção e perdas na lucratividade.

A suplementação mineral é acima de tudo um complemento na alimentação animal, e este necessita desse complemento para responder a expectativa do produtor, que é alta produtividade no menor tempo possível (SILVA *et al.*, 2009).

A realidade de boa parte do sistema de produção está ainda muito aquém do que é preciso para o equilíbrio entre alta produção e alta rentabilidade. E para que esse cenário seja mudado é necessário mudar a concepção principalmente dos pequenos produtores na fase de cria que são adeptos do sistema extensivo de baixo nível tecnológico.

Conhecer o metabolismo animal, e cuidar para garantir uma dieta balanceada de boa qualidade são fatores indispensáveis para a melhoria da produção animal (NICODEMO, 1988; PIRES, 2015). Para aumentar a lucratividade o produtor tem que aderir às inovações tecnológicas.

O objetivo deste trabalho é relatar as especificidades inerentes à suplementação mineral de bovinos para corte.

2. CONCEITO DE MINERALIZAÇÃO

O termo mineralização é utilizado para definir a ação de complementar a alimentação dos animais com elementos minerais essenciais para o seu bom desempenho (SILVA *et al.*, 2009). E a função da utilização das misturas minerais é proporcionar a correção dos desequilíbrios causados por uma alimentação deficiente (MORAIS, 2001a).

De acordo com Tokarnia *et al.*, (2000) são aproximadamente 50 elementos minerais diferentes contidos em um organismo bovino, porém, apenas cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), sódio (Na), cloro (Cl), magnésio (Mg), zinco (Zn), cobre (Cu), cobalto (Co), iodo (I), selênio (Se), ferro (Fe), manganês (Mn) são considerados essenciais. Mas ainda conforme o autor Tokarnia *et al.*, (2000) nos últimos anos tem sido citado também como essenciais os elementos minerais flúor, molibdênio, cromo, níquel, vanádio e silício. Segundo o autor, dentre esses minerais alguns são exigidos em maior quantidade, mas todos são indispensáveis para se completar o ciclo de vida do animal.

Um elemento mineral é considerado essencial quando a sua falta causa redução no desempenho e na saúde do animal. Moraes (2001a) fala que, a ausência de minerais essenciais nos animais podem causar desequilíbrios variados no organismo, podendo ocorrer baixa produção de carne, leite, baixa taxa reprodutiva, crescimento retardado, abortos, fraturas e queda da resistência. O autor ainda deixa a seguinte ressalva. O fato de um mineral ser considerado essencial não obriga o produtor a inclui-lo na suplementação mineral.

A alimentação dos bovinos é a base de vegetais como os capins *in natura* ou na forma de silagem e feno (SILVA *et al.*, 2009; CAVALCANTE *et al.*, 2004). E estes têm a capacidade de fornecer a maioria dos minerais necessários aos bovinos, porém, nem sempre isso é possível, por vários motivos. Porém, assim como Paulino *et al.*, (2004) aponta, dependendo da época do ano, devido a sazonalidade, os níveis de garantia energético, proteico e mineral das pastagens podem cair muito e isso pode comprometer o rendimento dos animais se fazendo necessário inserir a suplementação mineral.

Contudo, não só a sazonalidade pode comprometer o valor nutricional da pastagem. De acordo com Leite & Euclides (1994) para se conhecer o valor nutritivo de uma pastagem é preciso observar também, os fatores: fertilidade do solo, idade fisiológica da planta e o manejo empregado nela. Ainda conforme os autores, esses fatores podem interferir na qualidade do volumoso *in natura* ingerido pelos animais, pois pastagens mal manejadas estão sujeitas à redução da sua capacidade nutritiva, por fatores como a lignificação, baixo teor de proteína bruta, e baixa digestibilidade.

No entanto, conforme Silva *et al.*, (2009) mesmo em pastagens bem manejadas é possível haver a necessidade de suplementar o rebanho, pois, nem sempre a pastagem fornecem todos os nutrientes necessários na quantidade adequada para os animais.

Mas esta questão é muito variável, e depende de uma análise muito criteriosa para se chegar ao resultado de que em determinada propriedade é necessário suplementar os bovinos que se alimentam de determinado alimento. A respeito disso Peixoto *et al.*, (2005) deixa claro que nem sempre é necessário suplementar os animais com sais minerais, pois, é preciso levar em consideração que nem todos os locais os solos possuem características de déficit nutritivo, além disso o alimento que o animal está consumindo (volumoso e concentrado) pode já fornecer a quantidade exigida pelo bovino por dia, pelo menos de alguns nutrientes, pois conforme descrito mais a frente alguns minerais são requeridos em pequena quantidade pelos bovinos.

Nicodemo (1998) ainda alerta que deve-se observar não só os níveis nutritivos das pastagens, mas também da água, pois, nela pode conter níveis significativos de Fe, Na e Ca que se existentes podem excluir a necessidade de suplementação, pelo menos desses minerais.

Ao analisar todos os fatores e concluir que há necessidade de suplementar o rebanho o produtor pode formular o seu próprio mineral ou pode comprar uma fórmula comercial

pronta. Porém, de acordo com Peixoto *et al.*, (2005) esta última opção não é a melhor, pois a formulação de um mineral deve obedecer as necessidades da propriedade, de acordo com o déficit avaliado no local para o rebanho da propriedade. Porém, a formulação de um suplemento mineral exige conhecimentos e cuidados essenciais e específicos sobre as exigências nutricionais dos animais a serem suplementados (PEIXOTO *et al.*, 2005) e a maioria dos produtores acabam optando por fornecer uma mistura comercial pronta.

Paulino (1998) deixa claro que antes de elaborar uma fórmula mineral para um rebanho é preciso estabelecer os objetivos principais do produtor, seja para elevar o ganho de peso nos níveis altos, moderados e baixos, ou apenas para manter o peso durante a época da seca, e a melhor maneira de se fazer a suplementação.

A suplementação mineral pode ser feita em qualquer época do ano, mas ela pode ser intensificada de acordo com as oportunidades comerciais, com a categoria animal, com o ambiente ou com o sistema de produção (SILVA *et al.*, 2009).

Balsalobre *et al.*, (2004) fala sobre suplementos minerais para a época seca que contém adição de nitrogênio não protéico como a uréia que tem alta degradabilidade objetivando o adequado suprimento de minerais. De acordo com o autor essa proteína pode ser oferecida em diferentes níveis, visando desenvolvimentos estratégicos, podendo ser de baixo, médio e alto consumo. Este primeiro se refere aos suplementos que promovem ganhos esperado de até 200-300g/cab./dia e o último promove ganhos esperados de até 600g/cab./dia, porém todos estes desempenhos dependem da disponibilidade de forragem.

3. OS PRINCIPAIS MINERAIS ENVOLVIDOS NA MINERALIZAÇÃO E SUAS FUNÇÕES METABÓLICAS

Para nutrir um animal é preciso conhecer suas necessidades e o funcionamento do seu organismo. O bovino possui um metabolismo diferenciado dos monogástricos, e conhecer tal maneira de metabolizar os alimentos é fator essencial para conseguir que a atividade seja rentável (PIRES, 2015).

De acordo com Moraes (2001a) os minerais participam de diversas maneiras da manutenção dos animais, mas cada elemento tem sua função, como por exemplo: eles podem fazer parte da composição estrutural do corpo, podem participar de forma iônica dos fluidos e

líquidos das células e como catalizadores enzimático e hormonal; eles também podem agir conjuntamente numa mesma função; e ainda, podem ser essenciais para a microflora simbiótica do trato gastrointestinal dos bovinos.

Para facilitar o conhecimento, esses minerais foram divididos em duas categorias, em macrominerais e microminerais. De acordo com Tokarnia *et al.*, (2000) elementos considerados macrominerais são geralmente requisitados em maiores quantidades pelos bovinos, enquanto os microminerais são requeridos pelos animais em menores quantidades. Porém, como cita Tokarnia *et al.*, (2000) existem alguns que não são necessários na suplementação, pois a quantidade requerida é tão baixa que só a pastagem já fornece tais elementos.

3.1 Macrominerais

Cálcio (Ca)

O Ca é o elemento em maior abundância encontrado no corpo dos bovinos. De todo o Ca nestes animais, 99% é encontrado nos ossos e dentes, e o restante 1% é distribuído nas células de vários tecidos do corpo. O Ca juntamente com o P também é responsável pela estabilidade mecânica do esqueleto (CARVALHO *et al.*, 2003).

Marques (2003) fala sobre a importância do Ca na homeostase, como controlador da permeabilidade de entrada e saída nos vasos sanguíneos de pequeno calibre. Ele também influencia na bomba de Na/K que controla a entrada e saída de fluidos na célula (McDOWELL, 1999).

Carvalho *et al.*, (2003) lembra ainda que o Ca é responsável pela capacidade de aderência entre as células dos tecidos, evitando a ruptura dos mesmos. Além disso, ele é fator importante no mecanismo de coagulação do sangue. Na contração muscular é ativador e estabilizador de enzimas que participam do metabolismo hormonal que está diretamente ligado ao controle de glicose no sangue.

O Ca é componente das membranas que envolvem o sistema nervoso, participa da composição das mitocôndrias que são responsáveis pela respiração celular (LUCCI, 1997), é ativador de diversas enzimas incluindo a ATPase ou adenosinatrifosfatases que é utilizada no ciclo de ATP que é quem produz energia para o animal (CARVALHO *et al.*, 2003), e para as reprodutoras o Ca é essencial na fase de lactação.

Na ausência de Ca na dieta os bovinos podem encontrar-se com deformidades no desenvolvimento ósseo, raquitismo e crescimento lento, além disso, pode apresentar articulações doloridas e inchadas, lordose, claudicações e pode ocorrer o aumento do volume dos ossos nas junções costo-condrais, o que é conhecido por “rosário raquítico”. Nas vacas leiteiras a falta de Ca é drástica para a produção de leite, podendo reduzir a produtividade e em casos mais severos pode causar tetania (convulsões) (MORAIS, 2001b).

A falta de Ca pode comprometer a produtividade e causar deficiências no organismo do animal de ordem anatômica ou fisiológica como, baixa taxa de prenhez, raquitismo dos animais jovens e osteomalácia nos adultos, crescimento retardado, baixa produção de leite, baixa imunidade, baixa eficiência alimentar, magreza excessiva, mau estado geral, deformações no esqueleto e até a morte (EMBRAPA, 1980).

Fósforo (P)

Este é o segundo mineral mais requerido pelos bovinos (Stormowski Jr. 2008). Cerca de 80% do P consumido pelo bovino é utilizado também na formação e manutenção dos ossos e dentes (MORAES, 2001a; STORMOWSKI JR. 2008).

Stormowski Jr. (2008) também fala que o P é necessário para a produção de leite, participa da formação dos tecidos musculares, e do metabolismo ruminal nas bactérias celulolíticas que são responsáveis pela digestão de fibras e no tamponamento e equilíbrio ácido-básico e osmótico do sangue, líquidos celulares e intercelulares.

Para Mendonça Jr. *et al.*, (2011) o P participa especificamente no processo de fertilidade dos bovinos. Carvalho *et al.*, (2003) acrescenta que o P é também essencial na formação do ATP, fosfolipídios, fosfoproteínas. E Moraes (2001b) além de corroborar com Mendonça Jr. *et al.*, (2011) relata que o déficit de P causa redução do apetite e consequente perda de peso, apatia geral, alterações ósseas, endurecimento das articulações, claudicação e apetite incomum de ingerir materiais estranhos aos habituais como ossos, roupas, plástico, pedras e etc.). O hábito de roer ossos pode causar nos bovinos o botulismo causado pela intoxicação da toxina produzida pelo *Clostridium botulinum*, uma doença severa que causa a morte dos animais (MORAIS, 2001b)

Em 1980 a EMBRAPA já havia descrevido problemas estruturais nos animais relacionados a ausência desse mineral. Segundo os pesquisadores, a falta de P pode

comprometer o desempenho animal e causar vários prejuízos, dentre os quais citaram baixa taxa de prenhez, problemas no esqueleto e baixa eficiência alimentar (EMBRAPA, 1980).

Sódio (Na) e Cloro (Cl)

São estes os elementos contidos no sal branco, e são indispensáveis na vida dos bovinos, são eles quem controlam juntamente com o potássio o balanço osmótico e o equilíbrio ácido-básico, e ainda é fator limitante de consumo (STIVANIN, 2014).

O Cl é responsável por manter o equilíbrio da água no corpo do animal, bem como da utilização dos demais nutrientes pelo corpo, e na transmissão de impulsos nervosos. O Na também funciona como agente tamponante do pH ruminal evitando acidose (STIVANIN, 2014).

Por todos esses motivos é comum ver animais que não estejam consumindo sal, ficarem ávidos. Isso pode ser percebido através da observação do comportamento do animal, que de acordo com Moraes (2001b) roem, lambem ou chupam madeira, lambem ou ingerem solos e lambem o suor uns dos outros.

O Cl é necessário ao bovino no suco gástrico. Ele forma o ácido clorídrico que é derramado no abomaso e utilizado para degradação de proteínas, e também é mediador no balanço ácido/básico do sangue e ainda ativa as amilases (PERRY, 1995).

Potássio (K)

O K é um dos minerais mais requerido pelos bovinos. Ele participa do fluido intracelular, participa de funções no organismo, como o equilíbrio osmótico, equilíbrio ácido-básico, vários sistemas enzimáticos e balanço hídrico (McDOWELL, 1999). Moraes (2001a) cita K como elemento mineral essencial para o crescimento de alguns microrganismos da microflora ruminal.

Stivanin (2014) fala que o K é um eletrólito típico encontrado no organismo, segundo o autor ele é componente essencial dos fluidos corporais, como sangue e urina, e auxilia a regulação e distribuição de água no organismo. O autor acrescenta que o K é o principal cátion intracelular dos fluidos corporais e é utilizado e transportado pela bomba de Na-K.

Stivanin (2014) fala também que o K é o eletrólito em maior quantidade no líquido intracelular. Ele é absorvido em todos os segmentos no sistema digestivo por difusão, possui

baixa concentração plasmática e é muito importante na síntese de proteína e de glicogênio, na transmissão dos impulsos nervosos para que ocorra contração muscular. Segundo o autor ele é importante também na manutenção do volume celular e ainda participa, além de outras várias funções, do tamponamento do rumem, pois favorece a proliferação de microorganismos, sendo os principais as bactérias celulolíticas.

A ausência de K na alimentação dos bovinos pode causar sintomas como desenvolvimento retardado, queda no consumo de alimentos e água, queda da conversão alimentar, fraqueza muscular, distúrbios nervosos, rigidez, perda da flexibilidade do couro, definhamento, acidose intracelular e degeneração dos órgãos vitais (McDOWELL, 1999). Além disso, a ausência deste macromineral causa gasto energético excessivo devido o aumento respiratório, diminuindo a produção de carboidratos e causando a redução na incorporação eficiente de nitrogênio (LANYON & GRIFFITH, 1988).

Enxofre (S)

O bovino necessita de S para a produção das proteínas, pois ele é constituinte dos aminoácidos essenciais conhecidos como cisteína e metionina e também das vitaminas biotina e tiamina e dos polissacarídeos sulfatados chamados condroitina (STORMOWSKI JR., 2008). McDowell (1999) acrescenta ainda que o S participa do “metabolismo de carboidratos e gorduras, coagulação do sangue, função endócrina e equilíbrio ácido-base dos fluidos intra e extra-celulares” (McDOWELL, 1999). Moraes (2001a) cita S como necessário para que ocorra a digestão da celulose no rumem pela microflora presente no local.

Quando o animal está com deficiência deste mineral pode-se observar como sintomas a perda de peso, fraqueza geral, lacrimejamento, aspecto emaciado e morte (STORMOWSKI JR., 2008). O autor acredita que isso ocorra por causa da mudança que ocorre na flora ruminal. Segundo o autor, quando ocorre deficiência de S a flora é mudada e esta nova não utiliza lactato, gerando um acúmulo de ácido lático no rúmen, sangue e urina (McDOWELL, 1999).

Magnésio (Mg)

O Mg participa dos processos de formação dos ossos e dentes, de diversas reações enzimáticas trabalhando como ativador enzimático e catalizador na síntese de carboidratos e lipídios, participa também da síntese de proteína e está envolvido na atividade neuromuscular

(McDOWELL, 1999). Moraes (2001a) cita Mg como componente obrigatório na ativação de enzimas das bactérias ruminais.

Quando o animal está com deficiência deste mineral apresenta falta de apetite, ranger de dentes, salivação e convulsão e em casos mais graves o animal não consegue acompanhar o rebanho por incapacidade motora e por fim apresenta espasmos musculares tetânicos podendo permanecer com movimentos de pedalagem (STORMOWSKI JR., 2008), que segundo Moraes (2001b) é causada pela falta de coordenação motora e pelas convulsões. Esta condição é conhecida como tetania das pastagens, das pastagens ou hipomagnesêmica (STORMOWSKI JR., 2008).

3.2 Microminerais

Zinco (Zn)

O Zn participa direta ou indiretamente de inúmeras atividades no corpo do bovino, ele participa de atividades enzimáticas, de sínteses de proteínas, ácidos nucleicos e carboidratos, interage com hormônios, entre outras inúmeras funções. Moraes (2001a) cita Zn como componente obrigatório na ativação de enzimas das bactérias ruminais.

Lucas & Prado (2011) fala ainda sobre a importância do Zn na regulação da expressão genética. Já que ele é capaz de estabilizar as estruturas do RNA (ácido ribonucleico), do DNA (ácido desoxirribonucleico) e dos ribossomos (CARVALHO, 2003).

No entanto, a função mais importante do Zn é na composição da formação de metaloenzimas (STORMOWSKI JR., 2008). Segundo Lucas & Prado (2011) existem mais de mil enzimas e coenzimas que necessitam de Zn em sua estrutura, ou então necessitam ativando o sistema enzimático no processo de replicação e diferenciação celular.

Os principais sintomas da deficiência deste mineral são perda de apetite, crescimento retardado e baixa conversão alimentar, seguidos de alterações na estrutura da pele que tende a se mostrar seca, escamosa e com rachaduras, especialmente na região da cabeça, pescoço, estômago, escroto e pernas (McDOWELL, 1999).

Cobre (Cu)

O Cu é um dos minerais de grande importância na nutrição animal, considerado por Miltimore & Mason (1971) provavelmente como o elemento mais importante na nutrição de

bovinos depois do P. Contudo a sua absorção é dependente da existência de outros elementos, sendo o Mo e o S os mais pre-requisitados (VÁSQUEZ *et al.*, 2001).

McDowell (1999) acrescenta que o Cu é indispensável no processo de respiração celular, formação óssea, função cardíaca normal, desenvolvimento conjuntivo, mielinização da medula espinhal, queratinização e pigmentação dos tecidos. Este mineral é componente essencial de várias metalo-enzimas que são fisiologicamente importantes, e participa largamente do sistema imune (McDOWELL, 1999; CARVALHO, 2003).

Sua deficiência é caracterizada por anemia, diarreia grave, redução do crescimento, mudança de cor dos pelos, infertilidade temporária, falência cardíaca e fragilidade dos ossos longos, que ficam fáceis de quebrar (McDOWELL, 1999).

Cobalto (Co)

O Co é necessário para flora ruminal produzirem a vitamina B12 ou cobalamina, que é uma molécula orgânica complexa que possui no seu centro um átomo de Co, esta é essencial para vários sistemas enzimáticos que são utilizados em diversos metabolismos, como o dos ácidos nucleicos, proteínas, lipídios e carboidratos (McDOWELL, 1999).

O principal sintoma da deficiência de Co é a falta de apetite, e correlacionado a este fator ocorre a perda de peso, a diminuição da produtividade e anemia. O processo dessas desordens começa no fígado, que é o local onde a vitamina B12 é armazenada (DIAS SILVA, 2017).

Iodo (I)

O Iodo participa da síntese dos hormônios tiroxina e triiodotironina que impedem o crescimento da glândula tireóide (STORMOWSKI JR., 2008) que quando sofre anormalidade desenvolve o bócio que é responsável por diversos outros sintomas como fraqueza, baixa produtividade, ciclo estral irregular ou suprimido e quando ocorre a reprodução pode haver problemas nos filhotes como nascer cegos, sem pelos ou fracos.

Selênio (Se)

O Se é necessário em várias funções no organismo entre elas o crescimento, na reprodução, na imunidade e na manutenção da integridade dos tecidos. Junto com a vitamina E o Se protege as membranas da degeneração oxidativa (McDOWELL, 1999).

Existe uma concentração de Se nos ovários, participando de algumas funções na reprodução, participando do metabolismo hormonal da progesterona (CARVALHO, 2003). Em sua ausência há infertilidade, aborto, retenção de placenta e nascimento de bezerras fracas ou natimortos (GRAHAM, 1991).

Ferro (Fe)

O Fe é utilizado pelos animais nos complexos ligados à proteína, compostos heme e heme-enzimas. É importante na respiração celular, como componente da hemoglobina, mioglobina e citocromo bem como em várias outras enzimas (McDOWELL, 1999). Moraes (2001a) cita Fe como componente obrigatório na ativação de enzimas das bactérias ruminais.

Animais com baixos teores de Fe no sangue apresentam quadro de anemia o que é facilmente identificável pela palidez das mucosas visíveis, baixo ganho de peso, letargia, cansaço, redução do apetite e atrofia das papilas da língua (STORMOWSKI JR., 2008).

Peixoto *et al.*, (2005) ao falar sobre o equívoco de colocar Fe nas misturas minerais, diz que isso se deve ao fato de se acreditar que quanto mais se colocar elementos na mistura, melhor é o mineral. No entanto, o autor adverte que isso não é verídico, pois o excesso pode ocasionar outros problemas de ordem nutricional.

Manganês (Mn)

Este elemento é fundamental para o funcionamento da reprodução da espécie, sendo exigido tanto para os machos quanto para as fêmeas, é exigido também para manutenção da estrutura óssea e no sistema nervoso central. O Mn é estocado no fígado e da mesma forma que o Fe é pouco exigido pelos bovinos, sendo que a quantidade exigida é facilmente encontrada na pastagem (MORAES, 2001b).

Os sintomas da deficiência deste mineral inclui baixo crescimento dos tecidos moles e do esqueleto, facilidade para fraturar os ossos, formatos dos ossos anormais, ataxia, fraqueza muscular, diminuição da produção de leite, cio retardado e reabsorção fetal (McDOWELL, 1999).

4. LIMITAÇÕES DOS MINERAIS NOS SOLOS BRASILEIROS

A pastagem é a principal fonte de minerais para o rebanho, pois o ruminante não consegue sintetizá-los. Porém, não é sempre que ela está em ótimas condições para oferecer os nutrientes em quantidade necessária aos animais, pois depende de alguns fatores como o gênero, a espécie e a variedade da pastagem, da disponibilidade hídrica, do clima local, da fertilidade natural do solo, das condições e do estágio de maturidade fisiológica da planta (MENDONÇA JR. *et al.*, 2011).

No Brasil, a maior porcentagem de pastagem está localizada na região do Cerrado ou em seus limites (MORAES, 2001a). Dias-Filho (2011) fez uma estimativa de que há 203,4 milhões de hectares de área de Cerrado ocupados com pastagens e destes, cerca de 50 a 70% estejam ocupados com pastagem que se apresentam com algum estágio de degradação.

A degradação das pastagens consiste no seu uso indiscriminado. Esta condição reduz a capacidade produtiva da pastagem e a produção de gado é afetada diretamente. Dias-Filho (2011) fala que um dos critérios utilizados para identificar uma pastagem degradada é observar a capacidade de suporte por área. Ou seja, a quantidade de UA/ha (Unidade Animal por hectare).

No Brasil é comum haver pastagens que são utilizadas há décadas sem nenhuma correção ou fertilização. Além disso, são muitas as pastagens que foram feitas em roças de toco, com o auxílio do fogo. O fogo é uma ferramenta drástica para a fertilidade do solo, pois mata a flora microbiológica que auxilia na formação da matéria orgânica do solo. E não são raros os casos em que o produtor ateia fogo para renovar a pastagem. Porém, não são apenas os microrganismos que são afetados pela prática do fogo, os minerais do solo também são perdidos. Como exemplo disso, Moraes (2001b) relata que o maior problema da indisponibilidade de S nas pastagens é devido a volatilização do mineral ocorrido pelas queimadas. Mas retirando este problema, de acordo com Tokarnia *et al.*, (2000) não há evidências de deficiência de S em animais mantidos a pasto pois ele é requerido em baixas quantidades, e a pastagem fornece S suficiente para a manutenção do organismo bovino.

É de conhecimento geral, da comunidade científica agropecuária, que os solos do Brasil são em sua grande maioria naturalmente pobres em fertilidade. Portanto, o uso incorreto desses solos pode gerar vários problemas que podem até chegar a ser irreversíveis no caso das perdas de solo. Além disso, as propriedades químicas, físicas e biológicas de uma

pastagem variam e se comportam de acordo com o manejo a que ela está submetida (MORAES, 2001a).

Bernardi *et al.*, (2002) ao falar sobre os solos brasileiros diz que eles são em sua grande maioria intemperizados. E solos assim são ácidos, com baixa capacidade de troca de cátions (CTC), com baixos teores de macronutrientes primários e secundários (N, P, K, Ca, Mg e S) e também de micronutrientes (B, Zn e Cu), alta acidez trocável ($H+Al^{3+}$) e alto poder de prender o cátion P no solo indisponibilizando-o na solução do solo. Devido a essas condições é comum que haja para o produtor um gasto extra com a fertilidade do solo.

Nas pastagens onde o pastejo é extensivo é comum não haver preocupação com a reposição dos minerais do solo, e nestes, principalmente nos solos do cerrado é comum haver altos índices de Al e Fe. Estes elementos, se não forem neutralizados pelo uso do calcário, reagem com o P, e o deixa indisponível para a planta na solução do solo (MARQUES, 2003).

Bernardi *et al.*, (2012) salienta que o ato de corrigir os solos aumenta a produtividade em cerca de 50%. Nas pastagens não corrigidas ou degradadas a ingestão de minerais é comprometida, pois eles em sua grande maioria podem ser absorvidos pelos animais através da disponibilidade no capim.

No entanto, Peixoto *et al.*, (2005) atenta ao fato de que corrigir e adubar o solo pensando em suprir as necessidades minerais dos animais através da ingestão da pastagem não é viável. Isso porque corrigir e adubar não são práticas baratas, além disso, existe nas plantas, uma exigência adequada de nutrientes, o excesso de adubo pode causar intoxicação, e mesmo que essa adubação extra não chegue a níveis de intoxicação é preciso levar em conta a CTC do solo, pois o solo tem um limite de adsorção, e o que for colocado em excesso no solo será lixiviado no perfil.

A ingestão da pastagem como visto pode proporcionar aos bovinos boa parte dos elementos minerais necessários ao seu desenvolvimento, porém, quando isso não for possível há a necessidade de suplementar os animais e isso pode acontecer através da suplementação a cocho para suprir os déficits nutricionais em minerais.

Os minerais que são passíveis de déficit para os ruminantes nas pastagens são P, Na, Cu, Co, Zn, I, e Se. Em algumas regiões, apesar de raro, pode ocorrer também déficit de Ca, Mg, K, Mn e Fe. Em condições de baixa fertilidade com deficiência de Mo e S é comum

haver deficiência de Cu (MORAES, 2001a). A inexistência de deficiência de Ca em bovinos mantidos a pasto é uma observação também de Tokarnia *et al.*, (2000) que acrescenta que esta só é possível em animais alimentados com concentrado em grandes quantidades, pois a pastagem por mais ruim que seja possui os níveis adequados deste mineral.

O Ca é um elemento que não sofre interferência nem mesmo na seca, pois ele é um elemento mineral de rara deficiência nas regiões tropicais, isso se deve ao fato que geralmente as pastagens possuem em sua composição mais Ca do que P, a ocorrência de deficiência de Ca no solo é menos comum e ainda porque os níveis de Ca na planta geralmente não declinam mesmo com a maturidade fisiológica e senescência da forragem pois diferentemente do P o Ca não é móvel na planta (MORAES, 2001b).

O P é afetado por fatores físico-químicos do solo, pois no período seco, os teores nutritivos das plantas são reduzidos, isso ocorre devido à baixa qualidade da forragem que mesmo nas pastagens bem manejadas tende a cair (MORAES, 2001b). Tokarnia *et al.*, (2000) fala que a deficiência de P é a mais comum no mundo e a mais importante economicamente, pois existe uma quantidade imensa de terras carentes nesse mineral afetando diretamente a disponibilidade de P nas forragens.

Apesar de Moraes, (2001a) citar que a deficiência de K é rara, a degradação contínua das pastagens faz com que a disponibilidade nutritiva seja afetada, incluindo a deste elemento. Pois o K é sujeito a oscilações, e em casos de degradação seus níveis são diminuídos tanto na planta quanto nos animais, nas plantas ele participa de diversas funções no metabolismo e na estrutura, sendo essencial a sua existência para que ela consiga realizar a fotossíntese que é diminuída em caso de escassez (LANYON & GRIFFITH, 1988). Tokarnia *et al.*, (2000) assegura que não é comum encontrar tal deficiência em bovinos em situação de pastejo, mas Moraes (2001b) relata que em algumas condições específicas os níveis de K se reduzem a níveis de deficiência e, portanto, os animais que consomem esta pastagem vão precisar ser suplementados com o mineral vindo através da suplementação. São estas condições, mais comuns nas pastagens maduras principalmente de *Urochloa humidicula*.

De acordo com Tokarni *et al.*, (2000) não existem evidências de deficiência de Mg em animais a pasto. Os autores ainda falam que é comum ocorrer tal deficiência em bezerros de leite (que estão amamentando), pois este alimento é pobre neste mineral. Já Moraes (2001b) fala que esta deficiência pode ocorrer em animais com idade avançada, pois estes têm uma

redução na capacidade de absorção no intestino e uma dificuldade em translocar o mineral do esqueleto para outras partes do corpo (MORAES, 2001b).

Pastagens com desequilíbrio nutricional em Mg pode causar nos animais a condição conhecida como hipomagnesêmica ou tetania das pastagens (SILVA & CASETA, 2012; TOKARNIA *et al.*, 2000), salvo se eles estiverem sendo suplementados com um mineral que possua em sua formulação tal elemento e em quantidades adequadas.

O déficit de Mn também não representa problema na produção de bovinos na região do Cerrado, pois o mineral em questão é mais disponibilizado em solos com pH abaixo de 6, o que é uma realidade de todos os solos intemperizados. Aliás, é mais fácil ocorrer excesso de Mn, não sendo necessário haver concentrações desse elemento nas misturas minerais (MORAES, 2001b).

Para Moraes (2001b) as carências de P e Cu são as mais ocorrentes em ruminantes em condições de pastejo. Segundo o autor em regiões brasileiras onde há a presença de solos férteis pode acontecer deficiência condicionada de Cu por causa de altas concentrações de Mo e S no solo. Mendonça Jr. *et al.*, (2011) também fala sobre o Cu. Segundo os autores pode haver deficiência deste mineral se ocorrerem altos teores de proteína na pastagem, pois isto faz reduzir a absorção deste elemento, isso porque durante a fase de crescimento vegetativo podem haver baixas concentrações de elementos minerais não essenciais para o desenvolvimento da planta.

O Iodo é um dos minerais que normalmente estão ausentes nos solos dos Cerrados, pois normalmente as forragens são incapazes de absorver esse nutriente e, portanto deve ser incorporado à mistura mineral. É mais comum encontrar este mineral nos solos litorâneos (MORAES, 2001b).

Outro mineral encontrado em regiões litorâneas é o Na. Geralmente animais criados a pasto necessitam consumir Na, pois os solos das demais regiões possuem pouca ou nenhuma concentração deste mineral e mesmo nos locais onde há este mineral no solo é preciso disponibilizá-lo no cocho, se a água não apresentar Na, pois, as pastagens, exceto a *U. humiducula*, não têm a capacidade de manter estes elementos em sua composição (MORAES, 2001b). De acordo com Tokarnia *et al.*, (2000) a deficiência em Na é depois da de P a mais comum do mundo e corrobora com Moraes (2001b) ao dizer que o elemento mineral Na está deficiente nas pastagens de todo o mundo.

O Cl não é necessário na suplementação mineral, pois dificilmente há deficiência deste mineral na pastagem, exceto em vacas em lactação de alta produtividade, porém este não é um elemento preocupante, pois o sal (NaCl) disponibilizado no cocho tem em sua composição o Cl (TOKARNIA *et al.*, 2000).

Peixoto *et al.*, (2005) disse que o Fe pode ser adquirido somente com a ingestão da pastagem, não sendo necessário suplementar o animal com este mineral, devido a sua baixa exigência pelo bovino. Devido a isso, o autor acrescenta que a deficiência deste mineral ocorre somente em casos onde a alimentação é exclusiva de leite que não possui Fe em sua composição, ou em casos onde a alimentação possua valores extremamente baixos deste mineral (TOKARNIA *et al.*, 2000).

A deficiência de Zn era desconhecida, porém atualmente sabe-se que ela pode acontecer de forma subclínica em várias regiões do mundo, esta carência é conhecida como paraqueratose, que pode incluír ser hereditária, pois há um distúrbio na absorção de Zn nas mucosas intestinais (TOKARNIA *et al.*, 2000).

Conforme Peixoto *et al.*, (2005), existem nutrientes que não precisam ser inseridos na suplementação mineral, pois são exigidos pelos bovinos em baixa quantidade e estas quantidades podem ser ingeridas através da alimentação. Como exemplo disso, os autores citam os casos do Fe, Cr, e do S. Tokarnia *et al.*, (2000) acrescenta a essa lista o Mg e Moraes (2001b) acrescenta o Ca e Mn e adverte que, antes de se colocar Se na mistura mineral é necessário analisar os solos, pois naqueles que possuem altas concentrações de Se, é possível ocorrer intoxicação no rebanho (MORAES, 2001b). Os sinais dessa intoxicação podem ser percebidos pelo animal apresentar sonolência, enfraquecimento, queda de pelos e crescimento dos cascos, nos casos mais graves ou crônicos o animal perde a visão e a coordenação motora ou apresenta alcalose metabólica (MORAES, 2001b).

5. PRINCÍPIOS DA MINERALIZAÇÃO

A partir do momento que se define a necessidade de suplementar o rebanho é preciso estabelecer alguns critérios, como o tamanho do cocho, e o local para melhorar o desempenho do gado. A suplementação mineral geralmente é disponibilizada em cochos cobertos para

evitar entrada de água, dispostos em locais estratégicos do pasto (perto da água e da sombra) e a mistura mineral deve ser colocada a vontade para os animais (MORAES, 2001a).

O mineral colocado à vontade para o rebanho é uma estratégia para evitar a sub-suplementação, porém, há produtores que erram nas estratégias do tamanho do cocho para a quantidade de animais do rebanho, e isso influencia no consumo ideal, principalmente naqueles que são dominados, pois, existe uma hierarquia formada no rebanho que depende da idade dos animais do grupo, do gênero e ainda de diferentes pesos (PEIXOTO *et al.*, (2005). Conforme o autor nos casos onde há coxos com tamanho insuficiente para que todos tenham acesso ao mesmo tempo, haverá uma subnutrição mineral nos dominados que pode chegar a 25%. O espaço de coxo mínimo recomendado por Peixoto *et al.*, (2005) por cabeça na suplementação convencional deve ser de 4 a 8 cm lineares por animal, no entanto Balsalobre *et al.*, (2004) deixa claro que para dietas de alto consumo esse espaçamento é maior, podendo chegar a 40-50cm lineares por animal. Esta afirmação deixa evidente que a medida de espaço de coxo é determinada pelo nível tecnológico do sal mineral utilizado.

A altura do cocho também pode influenciar no consumo. Cochos colocados no chão facilitam o pisoteio, a urinação e a defecação dentro do espaço fazendo com que a mistura mineral não seja ingerida (PEIXOTO *et al.*, 2005). O recomendável segundo o autor é que a altura do cocho seja colocada de acordo com a categoria animal podendo variar de 50 a 100 cm do solo.

É preciso avaliar a quantidade necessária da mistura mineral para o rebanho a fim de não negligenciar o consumo, com quantidades insuficientes para todos os animais. E nos casos de utilizar um produto comercial pronto é muito importante não diluir o mineral mais do que o recomendável pelo fabricante em proporções antagônicas às necessidades do rebanho (PEIXOTO *et al.*, 2005).

Para se estabelecer a quantidade necessária de suplemento mineral por animal é preciso avaliar os critérios, fertilidade do solo e qualidade da forragem. Solos com baixa capacidade produtiva podem ser corrigidos e adubados para aumentar a ingestão de minerais a partir do alimento volumoso e também para melhorar a capacidade de suporte por área e outros aspectos estratégicos.

Apesar da recomendação de se aumentar o consumo de minerais através da melhora da qualidade da pastagem, é inviável economicamente corrigir e adubar os solos com esta

finalidade (PEIXOTO *et al.*, 2005). Sendo a maneira mais barata de se obter esse consumo através da ingestão de minerais no coxo juntamente com o NaCl. É importante salientar que o sal branco é um fator limitante de consumo mas antes disso ele é o motivo que faz os bovinos procurarem o cocho (STORMOWSKI JR., 2008).

O primeiro elemento mineral a ser observado nas condições de solo do Cerrado é a quantidade de P. Moraes (2001a) ao falar da quantidade necessária de P de uma mistura mineral, defende que deve ser variável de acordo com a categoria animal, o nível tecnológico a ser implantado e a qualidade da forragem. Mas que essa quantidade não deve extrapolar o mínimo de 6 a 8% para um consumo diário de 50 gramas da mistura mineral. No entanto, as marcas comerciais fabricam produtos com aproximadamente 18% de P para ser misturado com uma parte de sal branco, o que equivale a necessidade de uma vaca em reprodução, de acordo com as exigências apontadas por Moraes (2001a). Segundo o autor essa categoria animal precisa de mais P devido a sua exigência de manutenção para manter o escore corporal, o leite para o filhote e ainda para manter a prenhez no seu ventre.

O segundo critério a ser observado na formulação de um mineral é a relação Ca:P que deve ser o mais próximo possível de 2:1. Ou seja, para cada grama de P é necessário duas de Ca. E depois é preciso analisar as exigências dos demais nutrientes, *Co*, *Cu*, *I* e *Zn*, e dependendo da região, o *Mn* (MORAES, 2001 p.22). Vale ressaltar que na formulação não deve conter elementos tóxicos. A granulometria das partículas deve permitir a homogeneidade na mistura.

As fontes de minerais que podem ser usadas na composição da mistura mineral podem ser sulfatos, carbonatos, cloretos, óxidos e formas orgânicas e os critérios de escolha de qual material utilizar depende de vários fatores como o seu valor biológico, custo, disponibilidade no mercado, sua estabilidade e efeito no tipo de dieta usado e outras funções (STOMOWSKI JR., 2008). E deve-se sempre observar as condições ambientais do clima, lugar de armazenamento, retorno financeiro esperado, nível tecnológico e capacidade genética do bovino.

Em algumas regiões é possível que o gado não consuma sal branco e conseqüentemente o sal mineral. Isso acontece em regiões de água salobra ou salgada como os litorais, pelo fato dos animais consumirem todo o NaCl da água e/ou do solo via planta (PEIXOTO *et al.*, 2005). Nesses locais é necessário implantar uma metodologia para se

conseguir suplementar os animais com os macro e microminerais essenciais ao seu desenvolvimento, e que não esteja sendo disponibilizado na pastagem de acordo com a quantidade necessária.

Uma alternativa para resolver este impasse sugerida por Peixoto *et al.*, (2005) é adotar a suplementação via alimento, que se resume em colocar estes minerais na comida que é disponibilizada no cocho. Porém, estes alimentos precisam ter boa palatabilidade, pois o gado é seletivo e não consome alimentos que não lhe parece bom. O autor também sugere o uso de injeções para suprir a necessidade de Cu e balas que supre principalmente a necessidade de Co.

6. CONCLUSÕES

A pastagem é uma excelente fonte nutritiva para o rebanho, além de ser a forma de alimento mais barata. Porém há circunstâncias que a fazem perder qualidade, e por causa disso os níveis nutricionais disponibilizados para o gado se tornam insuficientes para nutrir suas exigências. Se as exigências nutricionais do rebanho não forem sanadas, haverá queda na produtividade de carne dentre outras consequências, e em níveis de déficit severos pode ocorrer a perda do animal.

Antes de realizar a suplementação é bom realizar uma investigação em busca do déficit mineral que o rebanho está sofrendo, para evitar gastos desnecessários com minerais que já estão na faixa de consumo ideal. Porém essa prática não é comum, pois formular um mineral requer conhecimentos específicos que a maioria dos produtores não tem. Além disso, há a indisponibilidade de matérias minerais em algumas regiões que dificultam e encarecem a formulação.

A suplementação pode ser feita durante todo o ano, observando-se sempre o quê e em quanto tempo se deseja alcançar tal objetivo, e também se deve observar o nível tecnológico da propriedade. A suplementação através de sal mineral requer conhecimentos sobre o comportamento animal, o que demanda cochos em tamanho e altura específicos para que não ocorra a subsuplementação. Em locais onde há disponibilidade de Na na água o rebanho costuma não ir ao coxo para lamber o sal mineral, e nestes casos, o produtor deverá encontrar uma alternativa para suplementar o gado e evitar a perdas de produtividade.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. Exportações brasileiras de carne bovina fecham 2018 com recorde histórico. Disponível em: <
<http://www.abiec.com.br/download/exportacoes%20fecham%20com%20recorde.pdf>> Acesso em 08 de abril de 2019.

BALSALOBRE, M.A.A.; GRAMINHA, C.V.; MARTINS, A.L.M. Estratégias para a Seca. Grupo Cultivar online. Julho, 2004. Disponível em: <
https://www.grupocultivar.com.br/ativemanager/uploads/arquivos/artigos/bovinos09_seca.pdf>
 Acesso em: 26 de abril de 2019.

BARBOSA, F.A.; SOARES-FILHO, B.S.; MERRY, F.D.; AZEVEDO, H.O.; COSTA, W.L.S.; COE, M.T.; BATISTA, E.L.S.; MACIEL, T.G.; SHEEPERS, L.C.; OLIVEIRA, A.R.; RODRIGUES, H.O. Cenários para pecuária de corte amazônica. Centro de Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A.; SILVA, C. A. Fertilidade do solo e demanda por nutrientes no Brasil. In: MANZATTO, C. M.; FREITAS JÚNIOR, E.; PERES, J. R. R. Uso agrícola dos solos brasileiros. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2002. p. 61-77.

BERNARDI, A. C. C.; RASSINI, J. B.; FERREIRA, R. P. Teores de potássio no solo, estado nutricional e produção de matéria seca de alfafa em função de doses e frequência da adubação potássica após dois anos de cultivo. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2012. 25 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33).

BOMFIM, E. R. P., PINTO, J. C., SALVADOR, N., MORAIS, A. D., ANDRADE, I. D., & ALMEIDA, O. D. Efeito do tratamento físico associado à adubação em pastagem degradada de braquiária, nos teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 27, n. 4, 2003.

CARVALHO, F.A.N.; BARBOSA, F.A.; McDOWELL, L.R. Nutrição de Bovinos a Pasto. Belo Horizonte: PapelForm, 2003. 438 p.

CASALI, M.; MENDONÇA, B.S.; BÁNKUTI, F.I.; Uso de uréia e sal como controladores de consumo para bovinos a pasto. Anais do II Simpósio Produção Sustentável e Saúde Animal “A integração da pós graduação”, 25 a 27 de maio de 2017, p. 80-84.

CEZAR, I.M.; QUEIROZ, H.P.; THIAGO, L.R.L.S.; CASSALES, F.L.G.; COSTA, F.P. Sistemas de Produção de Gado de Corte no Brasil: Uma Descrição com Ênfase no Regime Alimentar e no Abate. Embrapa Gado de Corte, Documentos 151, Campo Grande, MS 2005.

DIAS SILVA, N.C.; MARTINS, T.L.T.; BORGES, I. Efeito dos microminerais na alimentação de ruminantes. *Ciência Animal*, 27 (1): 75-98, 2017.

DIAS-FILHO, M. B. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens degradadas. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 30 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 258).

EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido. Suplementação Mineral de Bovinos de Corte em Pastagem Nativa. Circular Técnico. Nº 12, Belém – PA, 1980.

GRAHAM, T.W. Trace element deficiencies in cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.7,n.1,p.153-215,1991.

LANYON, L. E.; GRIFFITH, W. K. Nutrition and fertilizer use. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL JUNIOR, R. R. (Ed.). *Alfalfa and alfalfa improvement*. Madison: Agronomy American Society, 1988. p.333-372.

LEITE, G.G., EUCLIDES, V.P.B. Utilização de pastagens de *Brachiaria* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. *Anais... Piracicaba: FEALQ*, 1994. p.267-297.

LOPES, H.O.S. Sal mineral com uréia para bovinos na época seca. Embrapa Comunicado Técnico, nº 37, 5 pag., Planaltina – DF, outubro de 1984.

LUCAS, W.H.; PRADO, T.A. Importância da suplementação de zinco em bovinos de corte criados a pasto. *Cadernos de pós graduação da Fazu. Uberaba-MG*, Vol. 2, 2011.

LUCCI, C. S. *Nutrição e Manejo de Bovinos Leiteiros*. São Paulo: Manole, 1997. 169 p.

MARQUES, D. C. *Criação de Bovinos*. 7 ed. Belo Horizonte: CVP, 2003. 538 p.

McDONALD et al. *Animal Nutrition*. 5th ed. Longman Scientific and Technical: New York. 1995. 607p.

McDOWELL, L. R. *Minerais para Ruminantes sob Pastejo em Regiões Tropicais, enfatizando o Brasil*. 3 ed. Gainesville: University Press, 1999. 92 p.

MENDONÇA JR., A.F.; BRAGA, A.P.; RODRIGUES, A.P.M.S.; SALES, L.E.M.; MESQUITA, H.C. Minerais: importância de uso na dieta de ruminantes. *ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido*, v.07, n 01 janeiro/março 2011 p. 01 – 13.

MILTIMORE, J.E., MASON, J.L. Cooper to molybdenun ratio and molybdenun and copper concentration in ruminan feeds. *Canadian Journal Animal Science*, v.51, p.193 – 200, 1971.

MORAES, S.S. Importância da Suplementação Mineral para Bovinos Corte. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2001a.

MORAES, S.S. Principais deficiências minerais em bovinos de corte. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2001b.

NICODEMO, M. L. F. Efeito de diferentes fontes de fósforo na suplementação mineral em novilhas azebuadas em pastejo. Dissertação de mestrado. Belo Horizonte: UFMG, 1988. 162 p.

PAULINO, M. F., FIGUEIREDO, D. D., MORAES, E. H. B. K., PORTO, M. O., SALES, M. F. S., ACEDO, T. S., ... & VALADARES FILHO, S. D. C. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. Simpósio de produção de gado de corte, v. 4, n. 2004, p. 93-139, 2004.

PAULINO, M.F. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastagens. In: CONEZ-98 - CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.173-188.

PEIXOTO, P.V.; MALAFAIA, P.; BARBOSA, J.D.; TOKARNIA, C.H. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. *Pesq. Vet. Bras.* 25(3):195-200, jul./set. 2005.

PERRY, T. W. Mineral requirements of beef cattle. In: PERRY, T. W.; CECAVA, M. J. Beef cattle feeding and nutrition. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. p. 36-52.

PIRES, P.G.S. Metabolismo nitrogenado: diferenças entre ruminantes e monogástricos. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do Tecido Animal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. 10 p.

SILVA, F. D., SÁ, J. D., SCHIO, A. R., ÍTAVO, L. C. V., SILVA, R. R., & MATEUS, R. G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 1, p. 371-389, 2009.

SILVA, S.F.; CASETA, M. C. Aspectos práticos para uma boa mineralização de bovinos. Monografia (Pós-Graduação em Nutrição e Alimentação de Ruminantes) Faculdades Associadas de Uberaba, Uberaba (MG), 2012).

SLADE, L. M.; ROBINSON, W.; CASEY, K. E. Nitrogen metabolism in nonruminant herbivores. I. The influence of nonprotein nitrogen and protein quality on the nitrogen retention of adult mares. *Journal of Animal Science*. v. 30, p.753-760, 1970.

STIVANIN, S.C.B. Desequilíbrio eletrolítico: sódio, potássio e cloro. Seminário apresentado na disciplina Transtornos Metabólicos dos Animais Domésticos, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. 10p.

STORMOWSKI JR., N.A. Importância da mineralização em bovinos leiteiros. Monografia (Faculdade de Ciências Biológicas e de Saúde da Universidade Tuiuti do Paraná) Guarapuava 2008.

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, n. 3, p. 127-138, 2000.

VÁSQUEZ, E.F.A.; HERRERA, A.D.P.N.; SANTIAGO, G.S. Interação cobre, molibdênio e enxofre em ruminantes. Ciência Rural, Santa Maria, v. 31, n. 6, p.1101-1106, 2001.