



## SUPLEMENTAÇÃO MICROMINERAL INJETÁVEL PARA BOVINOS DE CORTE

Camila da Silva Pereira<sup>1</sup>, Raizza Fátima Abadia Tulux Rocha<sup>2</sup>, Anderson Luiz de Lucca Bento<sup>2</sup>, Marcelo Vedovatto<sup>2</sup>, Ibrahim Miranda Cortada Neto<sup>2</sup>, Marcella Cândia D'Oliveira<sup>3</sup>, Gumercindo Lorian Franco<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestranda em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

<sup>2</sup>Doutorando (a) em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

<sup>3</sup>Professora Substituta da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

<sup>4</sup>Professor da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: gumercindo.franco@ufms.br

**Resumo:** Devido ao modelo predominante da pecuária extensiva ou semi-intensiva ser altamente dependente da pastagem, é importante que a mesma forneça os nutrientes necessários para os animais utilizarem na sua manutenção, produção e reprodução. Contudo são reportados casos de deficiência mineral nos bovinos em todo o mundo. Microminerais são essenciais diversos processos metabólicos, tais como síntese de vitaminas e hormônios, atividade enzimática, formação do colágeno, síntese de tecidos, transporte de oxigênio, produção de energia e demais processos fisiológicos relacionados ao crescimento, reprodução e saúde. Dentre as formas de suplementação está a suplementação mineral injetável (SMI), contendo Cobre (Cu), Manganês (Mn), Selênio (Se) e Zinco (Zn). Estudos sugerem que a utilização de SMI se provou eficiente em aumentar o status corporal de Mn e Zn a curto prazo e apresentar armazenamento a médio-longo prazo de Cu e Se no fígado, além de melhorias em índices reprodutivos e na resposta a vacinas. Portanto o objetivo desta revisão foi discutir sobre o uso da suplementação mineral injetável (SMI) em bovinos de corte.

**Palavras-chave:** microminerais, pecuária, status mineral, estresse, função imune

## INJECTABLE TRACE MINERALS SUPPLEMENTATION TO BEEF CATTLE

**Abstract:** Due the predominant model of extensive or semi-intensive livestock is highly dependent on pasture, it is important that it provides the necessary nutrients for the animals to use in their maintenance, production and reproduction. However, cases of mineral deficiency are reported in cattle worldwide. Trace minerals are required in several metabolic processes such as the vitamins synthesis, hormone production, enzymatic activity, collagen formation, tissue synthesis, oxygen transport, energy production and other physiological processes related to growth, reproduction and health. Injectable mineral supplementation (IMS) is among the means of supplementation, containing Copper (Cu), Manganese (Mn), Selenium (Se) and Zinc (Zn). Studies suggest that the use of MIS has proved to be efficient in increasing the body status of Mn and Zn in the short term and to present medium- and long-term storage of Cu and Se in the liver, besides improvements in reproductive indexes and ivaccine responses. Therefore, the objective of this literature review was to discuss the use of injectable mineral supplementation (IMS) in beef cattle.

**Keywords:** immune function, livestock, mineral status, stress, trace minerals

## INTRODUÇÃO

O Brasil é conhecido mundialmente por uma bovinocultura de corte essencialmente a pasto (Tonini et al., 2007), onde com base no último censo agropecuário do IBGE (2006), cerca de 4 milhões de um total de 143 milhões de cabeças, foram confinadas em 2006, e levantamentos da Associação Nacional de Pecuária Intensiva (2016), 4,6 milhões de animais foram confinados em 2016.

Devido ao modelo predominante da pecuária extensiva ou semi intensiva ser altamente dependente da pastagem é necessário que a mesma forneça os nutrientes necessários para os animais utilizarem na sua manutenção, produção e reprodução, visando o abastecimento de carne bovina ao mercado. Contudo são reportados casos de deficiência mineral nos bovinos em todo o mundo (McDowell, 1994), o que pode estar relacionado a grande diversidade de forrageiras e solos com diferentes níveis de fertilidade (Tokarnia e Döbereiner, 1978). Assim, o fornecimento de suplemento mineral convencional aos animais



tem sido adotado como mediada paliativa, visando reduzir a carência mineral dos bovinos criados em sistema de pastejo (Peixoto et al, 2005).

As formas de oferecer o suplemento mineral aos animais são como mistura mineral em pó fornecida no cocho com livre acesso aos animais, suplementação líquida, emblocos, *bolus* intraruminais contendo micronutrientes e através da suplementação mineral injetável (SMI), com Cobre (Cu), Manganês (Mn), Selênio (Se) e Zinco (Zn) (McDowell, 1994).

A SMI é recomendada para ruminantes pelas inúmeras funções que os minerais exercem, como síntese de hormônios e enzimas, formação dos ossos e desenvolvimento do sistema nervoso central. Deficiências subclínicas de microminerais têm sido associadas à diminuição no ganho de peso, imunidade, desempenho reprodutivo e aumento do estresse oxidativo (Brasche, 2015).

As principais vantagens da utilização do SMI, em comparação ao método convencional de suplementação (suplemento mineral no cocho) é a garantia do fornecimento preciso de microminerais exigidos nutricionalmente pelos animais e sua aplicabilidade em sistemas que apresentam certa dificuldade no oferecimento diário das misturas minerais, como é o caso de sistemas extensivos de criação ou áreas alagadiças como algumas regiões do Pantanal (Arthington, 2015).

Nessa revisão serão abordadas as informações existentes na literatura a respeito da importância dos microminerais e o efeito da utilização de suplementação mineral injetável (SMI) sobre a saúde e desempenho de bovinos de corte em diferentes etapas do ciclo de produção.

## DESENVOLVIMENTO

### *Minerais na nutrição de bovinos de corte*

Os bovinos de corte exigem ao menos 17 minerais na sua alimentação (Tabela 1), que são subdivididos em macrominerais (cálcio, magnésio, fósforo, potássio, sódio, cloro e enxofre), e microminerais (cromo, cobalto, cobre, iodo, ferro, manganês, molibdênio, níquel, selênio e zinco) (NRC, 2016).

Tabela 1. Requerimento mineral e concentrações máximas toleráveis

Mineral	Unidade	Requerimento			Concentração máxima tolerável
		Crescimento e terminação	Vacas		
			Gestante	Início de lactação	
Cálcio	%	*			
Cloro	%	-	-	-	-
Enxofre	%	0,15	0,15	0,15	0,30-0,50
Fósforo	%	*			
Magnésio	%	0,10	0,12	0,20	0,40
Potássio	%	0,60	0,60	0,70	2,00
Sódio	%	0,06-0,08	0,06-0,08	0,10	-
Cobalto	mg/kg	0,15	0,15	0,15	25,00
Cobre	mg/kg	10,00	10,00	10,00	40,00
Cromo	mg/kg	-	-	-	1.000,00
Ferro	mg/kg	50,00	50,00	50,00	500,00
Iodo	mg/kg	0,50	0,50	0,50	50,00
Manganês	mg/kg	20,00	40,00	40,00	1.000,00
Molibdênio	mg/kg	-	-	-	5,00
Níquel	mg/kg	-	-	-	50,00
Selênio	mg/kg	0,10	0,10	0,10	5,00
Zinco	mg/kg	30,00	30,00	30,00	500,00

Adaptado de NRC (2016).

\* Exigência descrita no Capítulo 19 do NRC, com base na descrição de fatores que possam alterar sua recomendação.

Os microminerais, embora exigidos em pequenas quantidades são imprescindíveis para o funcionamento normal de todos os processos metabólicos nos animais, sendo necessário que estejam dentro de faixas adequadas de concentração no corpo, de modo a evitar deficiências, toxicidade ou



desequilíbrios, que podem induzir a ocorrência de distúrbios e a necessidade de ajustes metabólicos, resultando na redução do desempenho animal e consequentemente, em perdas econômicas (Suttle, 2010; Spears e Weiss, 2014).

Dentre as funções básicas dos minerais no organismo dos bovinos estão a participação como componentes estruturais dos tecidos corporais, atuação nos tecidos e fluidos corporais como eletrólitos para manutenção do equilíbrio ácido-básico, da pressão osmótica e da permeabilidade das membranas celulares, como ativadores de processos enzimáticos ou como integrantes da estrutura de metaloenzimas ou vitaminas (Tokarnia et al., 2000).

### ***Cobre, Manganês, Selênio e Zinco na nutrição de bovinos de corte***

Dentre as principais funções que o cobre exerce no organismo destacam-se a participação em uma série de enzimas, cofatores e proteínas reativas, como a citocromo C oxidase, superoxidodismutase, ceruloplasmina e tirosinase, que atuam na respiração celular, proteção contra agentes oxidantes e no transporte de ferro, sendo essencial para a atividade dessas enzimas (NRC, 2016). Os sintomas de deficiência deste mineral são: redução no crescimento, diarreia, anemia, desmielinização dos nervos, fibrose no miocárdio e redução na fertilidade (ASBRAM, 2003).

O Manganês atua como ativador da glicosiltransferase, fundamental na síntese de mucopolissacarídeos nas cartilagens e matriz dos ossos, sendo encontrado também na proteína piruvato-carboxilase, essencial para a geração de energia (ATP – adenosina trifosfato) no metabolismo de carboidratos (Corah e Ives, 1991). Além disso, participa de modo indireto na síntese hormonal nos ovários, estimulando a síntese do colesterol, utilizado para a formação de hormônios esteroides (Corah e Ives, 1991).

A carência de manganês em animais jovens pode acarretar em irregularidades ósseas como ossos frágeis, pernas tortas e articulações alargadas, enquanto que em animais adultos pode ocasionar em problemas reprodutivos, caracterizados por estros irregulares, baixos índices de concepção, abortos e baixos pesos ao nascimento (NRC, 2016).

A atuação do selênio no organismo animal é baseada nas funções das selenoproteínas, que em sua grande maioria têm atividade antioxidante, retirando radicais livres resultantes da atividade metabólica das células (Fairweather-Tait et al., 2010; Hall et al., 2011). Também implementa a resposta dos linfócitos a citoquinina Interleucina IL-2, aumentando a expressão de receptores nos linfócitos a esta (Rooke et al., 2004).

Os sinais de deficiência de selênio são a distrofia no músculo estriado cardíaco e músculo estriado esquelético, mais conhecida como doença do músculo branco, além de ocasionar fraqueza em neonatos, imunossupressão, menor ganho de peso, redução na fertilidade, aborto e retenção de placenta (Koller et al., 1983; Enjalbert et al., 2006).

O Zinco é considerado um micromineral essencial devido a sua necessidade para o crescimento do animal (Vallee e Falchuk, 1993), sua participação em diversas enzimas e *noturnover* de células, onde são necessárias altas taxas de proliferação, diferenciação e apoptose (Haase et al., 2006). Atua também como componente da enzima superóxido dismutase, importante antioxidante na maioria das células, responsável pela catalisação e dismutação de superóxidos e peróxidos de hidrogênio (Saker, 2006).

Níveis inadequados de ingestão de Zn resultam em diminuição do crescimento, piora na eficiência alimentar, redução no consumo de alimentos, salivação em excesso, dermatites, alopecia, menor produção de leite nas vacas, redução na fertilidade e eficiência reprodutiva nas fêmeas (Dantas e Negrão, 2010).

### ***Suplemento micromineral injetável***

Embora dietas completas ou suplementos mineralizados em pó sejam formulados para atender as exigências de bovinos nas diferentes fases do sistema de criação, incluindo quantidades adequadas de microminerais, possíveis interações entre nutrientes no rúmen, apetite reduzido, acesso restrito aos comedouros e a ocorrência de distúrbios digestivos podem limitar seu consumo ou a disponibilidade (Ganda et al., 2016).

Os microminerais Cu, Se, Mn, Zn podem ser suplementados por meio de injeções, permitindo assim sua rápida disponibilidade e transporte para o sangue, Esta forma de suplementação tem demonstrado proporcionar incrementos no status de microminerais de bovinos, sem ocasionar reações inflamatórias no local da injeção, tornando-se uma possível fonte complementar à suplementação convencional, podendo ser utilizada de forma estratégica em fases do ciclo de produção onde a suplementação oral pode não atender completamente as exigências nutricionais dos animais como, por



exemplo, durante o período de transição, reprodução e desmame (Arthington e Havenga, 2012; Pogge et al., 2012).

O pico destes minerais no plasma após a injeção acontece em um curto período de tempo (24 horas), diminuindo lentamente ao longo dos dias (14-15 d) sendo armazenados no corpo (Bohman et al., 1984). Desta forma para experimentos científicos é mais importante considerar a concentração destes microminerais no fígado, onde permanecem por mais tempo fornecendo maiores informações sobre o estado geral dos minerais no corpo (Brasche, 2015).

Em um estudo para determinar a eficácia da utilização de um SMI sobre a concentração plasmática e hepática destes microminerais, foi testado um produto comercial (Multimin 90<sup>®</sup>) contendo uma mistura de microminerais (15 mg de Cu/mL, 60 mg de Zn/mL, 10 mg de Mn/mL e 5 mg de Se/mL) em 20 novilhos (Pogge et al. (2012).

Após 8 e 10 horas da aplicação, verificou-se aumentos significativos nas concentrações plasmáticas de Se, Mn e Zn, mas não de Cu. No entanto, 24 horas após a injeção apenas o Se apresentou concentração superior comparativamente ao grupo controle, não mantendo entretanto essa superioridade nos horários subsequentes. As concentrações hepáticas de Cu (113,5 e 177,6 mg/kg de MS), Se (1,7 e 6,2 mg/kg de MS) e Zn (77,8 e 88,3 mg/kg de MS) para o controle e SMI, respectivamente, foram aumentados ao longo do período de 15 dias e houve uma tendência ( $P = 0,06$ ) para o Mn (6,2 e 6,8 mg/kg de MS, para controle e SMI, respectivamente) em apresentar maior concentração nos animais que receberam SMI.

Em outro estudo, bezerros foram alimentados com uma dieta adequada e uma deficiente em Cu (4,1 mg/kg de MS), Mn (25,7 mg/kg de MS) e Zn (33,9 mg/kg de MS) contendo substâncias antagonistas, como Fe (sulfato ferroso 300 mg/kg da dieta) e Mo (molibdato de sódio 5 mg/kg da dieta). Estes animais foram submetidos a um período de estresse (20 h de transporte) e na sequência receberam injeções de SMI ou solução salina esterilizada (Genther e Hansen, 2015). As concentrações plasmáticas Se, Zn e Mn foram aumentados no dia 1, entretantosomente as concentrações plasmáticas de selênio permaneceram superiores 15 dias após a injeção, não sendo observado efeito do SMI sobre as concentrações plasmáticas de Cu. Vinte e nove dias após as injeções foram observadas concentrações hepáticas de Cu e Se superiores nos animais suplementados comparativamente aos animais do grupo controle. O aumento na concentração de Cu foi maior em resposta ao SMI nos animais alimentados com uma dieta adequada em comparação à dieta deficiente destes minerais e com antagonistas (Genther e Hansen, 2015).

Supõe-se que animais alimentados com uma dieta adequada são capazes de armazenar o Cu no fígado de maneira mais eficiente, enquanto que animais com dietas deficientes nesse micromineral utilizaram o Cu oriundo do SMI, resultando em menor tempo de estocagem no fígado (Genther e Hansen, 2015).

Esses resultados sugerem que a utilização de SMI se provou eficiente em aumentar o status corporal de Mn e Zn a curto prazo e apresentar armazenamento a médio-longo prazo de Cu e Se no fígado. Porém, a questão é se esta melhora no status mineral pode refletir em aumento no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais.

### ***Efeitos sobre a reprodução***

Os efeitos dos microminerais sobre a reprodução têm sido descritos em diversos 278 estudos, que sustentam o conceito de que estes apresentam papéis fundamentais em vias 279 metabólicas e enzimáticas críticas para a concepção e desenvolvimento embrionário 280 (Hostetler et al., 2003; Wilde, 2006; Griffiths et al., 2007).

Nesse sentido, a aplicação de 5 mL via subcutânea de um produto comercial (Multimin 90<sup>®</sup>) contendo uma mistura de microminerais (60 mg/mL de Zn, 10 mg/mL de Mn, 287 5 mg/mL de Se e 15 mg/mL de Cu) 17 dias antes da realização de transferência de embriões (D0, início da sincronização do estro) proporcionou maiores taxas de concepção comparativamente ao grupo controle (43 e 30%, respectivamente) em novilhas cruzadas de cinco propriedades distintas recebendo suplementação mineral enriquecida com microminerais (Sales et al. 2011).

De forma semelhante, a suplementação via parenteral com o mesmo produto comercial na dose de 1 mL/90 kg de PC a vacas e novilhas Angus x Hereford, mantidas em pastagens nativas, com acesso a mistura mineral, 105 dias antes do parto e novamente 30 dias antecedendo a inseminação artificial em tempo fixo (IATF), proporcionou maiores taxas de prenhez (60,2%) comparativamente aos animais do grupo controle (51,2%) (Mundell et al., 2012).



A aplicação de 4 mL dessa mistura, 30 dias antes da data prevista para a realização de IATF em novilhas Angus mantidas em confinamento, por outro lado, não proporcionou efeitos positivos sobre a resposta dos animais ao protocolo de sincronização e as taxas de concepção, possivelmente em função dos elevados níveis de Zn e Se na dieta dos animais (55 e 0,17 mg/kg de MS, respectivamente), que excederam os requerimentos desses minerais (30 e 0,1 mg/kg de MS, respectivamente) (Willmore et al., 2015).

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

Trabalhando com três aplicações (0, 51 e 127 dias após o desmame) de uma dose reduzida (2,5 mL/animal, aproximadamente metade da dose recomendada) em novilhas recém desmamadas, foram observados incrementos no GMD e status de Se dos animais suplementados 177 dias após o desmame, todavia, não foram observadas alterações na idade a puberdade e taxa de prenhez após uma estação de monta de aproximadamente 90 dias (Arthington et al., 2014).

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

### ***Período de transição***

Durante o período de transição, definido como o período que compreende entre três semanas antes a três semanas após o parto, a vaca sofre um grande estresse metabólico, decorrente da elevada demanda de nutrientes para atender ao crescimento fetal e o metabolismo intenso da glândula mamária para a síntese de leite, associados a uma baixa ingestão de MS, que leva os animais a entrarem em balanço energético negativo, aumentando a lipólise e o catabolismo proteico (Roche et al. 2009).

Esse período de elevada demanda metabólica leva a aumentos consideráveis no consumo de oxigênio pelos tecidos, resultando em uma elevada produção de espécies reativas ao oxigênio (ROS), o que exige uma maior disponibilidade de defesas antioxidantes para reduzir o acúmulo de radicais livres, frequentemente, expondo as vacas a um elevado estresse oxidativo (Sordillo e Aitken, 2009).

Estudos têm sugerido que o estresse oxidativo é um importante fator para a ocorrência de respostas inflamatórias e resposta imune reduzida, aumentando a susceptibilidade do animal a uma grande variedade de distúrbios metabólicos e problemas de saúde, como metrite, mastite e retenção de placenta, principalmente durante o período de transição (Bernabucci et al., 2005; Castillo et al., 2005; Turk et al., 2008; Sharma et al., 2011). Como diversos microminerais estão envolvidos no sistema de defesa antioxidante, deficiências desses nutrientes poderiam deprimir a imunidade dos animais nesse período (Spears e Weiss, 2008).

Vacas diagnosticadas com metrite e retenção de placenta apresentaram menores concentrações séricas de Se e Zn no pós-parto. A suplementação de microminerais via parenteral com 230 e 260 dias de gestação proporcionou maiores níveis séricos de Se, Zn e Cu, todavia, não foram observadas diferenças nas atividades das enzimas superóxido dismutase (SOD) e glutatiónperoxidase (GPx) entre as vacas controle e suplementadas (Bicalho et al., 2014).

Os estudos demonstram a possibilidade de utilização da suplementação de microminerais via parenteral como uma ferramenta para a manutenção da saúde do útero e do úbere de vacas no período de transição, não havendo, contudo, indícios que possam indicar efeitos positivos sobre a produção e composição do leite.

### ***Bezerros***

Nos diferentes sistemas de produção, os bezerros estão suscetíveis a uma grande variedade de fatores estressantes como vacinações, desmame e transporte, sendo ideal que estes apresentem um status de microminerais adequado, garantindo sua rápida disponibilidade, de modo a manter o desempenho e função imune em níveis adequados durante esses períodos (Richeson e Kegley, 2011).

O fornecimento de níveis adequados desses elementos a animais jovens pode ser desafiador devido ao baixo consumo de matéria seca (CMS) típico desses animais, além da possibilidade de interações negativas destes com outros elementos da dieta (Galyean et al., 1999; Machado et al., 2013).



Nesse sentido, a administração de microminerais via parenteral pode ser um método eficiente de garantir que estes animais recebam níveis adequados desses minerais durante esses períodos, adicionalmente a suplementação mineral via dieta, podendo acarretar em efeitos positivos sobre a saúde e desempenho desses animais.

Foram observados incrementos na resposta imune humoral em decorrência da aplicação de 7 mL de uma solução de microminerais (15, 40, 10 e 5 mg/mL de Cu, Zn, Mn e Se, respectivamente), em bezerros com idade entre 10 e 12 meses, mantidos em pastagens, simultaneamente a vacinação viral, com aumento na titulação de anticorpos (até 60 dias após a vacinação) e nas concentrações séricas de Se, Zn e Cu (após 14 dias) comparativamente ao grupo controle, embora todos os animais tivessem acesso suplementação concentrada enriquecida com um núcleo mineral (Arthington e Havenga, 2012).

A aplicação de 1 mL da mesma solução de microminerais (15, 60, 10 e 5 mg/mL de Cu, Zn, Mn e Se, respectivamente) ao nascimento e novamente com aproximadamente 100 e 200 dias de idade, em bezerros de corte com acesso a suplementação mineralizada, não proporcionou efeito sobre o GMD e peso corporal dos animais até o desmame (250 dias), todavia, o status de microminerais foi aumentado, com os animais do grupo suplementado apresentando níveis de Cu hepático em média 34% superiores até o desmame e níveis de selênio cerca de 5 vezes superiores aos 150 dias comparativamente aos animais do grupo controle. Apesar de não haver diferença estatística no status de Se entre os grupos ao desmame, os animais do grupo controle apresentaram concentrações hepáticas de 0,49 mg/kg de MS, valor abaixo do nível considerado crítico para deficiências (0,61 mg/kg de MS), indicando que a suplementação pode ser benéfica visando evitar deficiências de Se em bezerros ao desmame (Arthington et al., 2014)

A aplicação de duas injeções de microminerais (1 mL/ 90 kg de PC) em vacas Angus x Hereford 105 dias pré-parto e 30 dias antes da IATF e em seus bezerros (1 mL/45 kg de PC) ao nascimento e aos 71 dias de idade não proporcionou incremento no GMD ou peso ajustado aos 205 dias comparativamente aos animais do grupo controle (Mundell et al., 2012).

Avaliando o ganho de peso e status mineral em 168 novilhos Angus nas fazes de crescimento e terminação utilizando SMI (Multimin90®), contendo 15 mg/mL de Cu, 60 mg/mL de Zn, 10 mg/mL de Mn e 5 mg/mL de Se, em comparação com o tratamento controle (recebendo apenas solução salina). Foi observado concentrações de Cu e Se maiores no fígado de animais que receberam o SMI em relação ao tratamento controle, ao dia 98 não foi observado diferença significativa de Zn e Mn, porém concentrações de Cu e Se foram maiores no tratamento controle. Contudo não foi obtido melhores ganho de peso com a utilização do SMI (Niedermayer et al. 2017).

Esses resultados demonstram o potencial da utilização da microminerais injetáveis para melhorar a saúde de bezerros de corte e leiteiros, sendo ainda necessárias avaliações que permitam identificar as quantidades, frequências e durações da suplementação necessárias para proporcionar um status imunológico adequado e maximizar seus benefícios sobre a saúde e desempenho de bezerros.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora usualmente as dietas para ruminantes sejam formuladas para atender completamente as suas exigências de microminerais e, em situações de pastejo estes frequentemente possuam livre acesso a suplementação mineralizada, durante períodos específicos do ciclo de produção suas exigências podem não ser completamente atendidas, podendo resultar em problemas sanitários e redução no desempenho produtivo e reprodutivo.

A suplementação com microminerais via injetável se apresenta como uma importante ferramenta, que associada à suplementação mineral convencional, pode garantir um adequado status de microminerais nos momentos críticos do ciclo de produção, como no pré-desmame, período de transição, reprodução e início do período de confinamento.

Trabalhos demonstram bons resultados no uso de SMI, contudo faz se necessário maior número de pesquisas para estabelecer protocolos adequados e aplicabilidade na bovinocultura de corte visando a maximização do desempenho e saúde animal.

### LITERATURA CITADA

ARTHINGTON, J. D., AND L. J. HAVENGA. Effect of injectable trace minerals on the humoral immune response to multivalent vaccine administration in beef calves. *Journal of Animal Science*. v. 90, p. 1966-1971, 2012.



- ARTHINGTON, J. D.; MORIEL, P.; MARTINS, P. G. M. A.; LAMB, G. C.; HAVENGA, L. J. Effects of trace mineral injections on measures of performance and trace mineral status of pre- and postweaned beef calves. *Journal of Animal Science*, v. 92, p. 2630-2640, 2014.
- ARTHINGTON, J. New Concepts in Trace Mineral Supplementation of Grazing Cattle. *Hydroxy Sources, Injectable Sources and Pasture Application. 2015 Florida Ruminant Nutrition Symposium. 26th Annual Meeting.*, n. 863, p. 104–118, 2015.
- ASBRAM. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DE SUPLEMENTOS MINERAIS. Guia prático para a correta suplementação pecuária: bovinos de corte. São Paulo, 2003.
- ASSOCON. Associação Nacional de Pecuária Intensiva. Queda nos preços do adubo estimula investimentos em pastagens, São Paulo, 2016
- BERNABUCCI, U.; RONCHI, B.; LACETERA, N.; NARDONE, A. Influence of body condition score on relationships between metabolic status and oxidative stress in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 88, p. 2017-2026, 2005.
- BOHMAN, V. R.; DRAKE, E. L.; BEHRENS, W. C. Injectable copper and tissue composition of cattle. *Journal of dairy Science*. v. 67, p.1468, 1984.
- BRASCHE, C.J. Effect of a Trace Mineral Injection on Beef Cattle Performance. 2015, 142 f. Tese - University of Nebraska, USA, 2015.
- CASTILLO, C.; HERNANDEZ, J.; BRAVO, A.; LOPEZ-ALONSO, M.; PEREIRA, V.; BENEDITO, J. L. Oxidative status during late pregnancy and early lactation in dairy cows. *The Veterinary Journal*, v. 169, p.286-292, 2005.
- CORAH, L. R.; IVES, S. The Effects of Essential Trace Minerals on Reproduction in Beef Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 7, n. 1, p. 41–57, 1991.
- DANTAS, C.C.O. & NEGRÃO, F.M. Funções e sintomas de deficiência dos minerais essenciais utilizados para suplementação dos bovinos de corte. *Uniciências, Cuiabá*, v. 14, n. 2, p. 2010.
- ENJALBERT, F.; LEBRETON, P.; SALAT, O. Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds: Retrospective study. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 90, n. 11–12, p. 459–466, 2006.
- FAIRWEATHER-TAIT, S. J.; COLLINGS, R.; HURST, R. Selenium bioavailability : current knowledge and future research. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 91, n. 2, p. 1484S–91S, 2010.
- GALYEAN, M. L.; PERINO, L. J.; DUFF, G. C. Interaction of cattle health/immunity and nutrition. *Journal of Animal Science*, v. 77, p. 1120-1134, 1999.
- GENTHER-SCHROEDER, O.N.; HANSEN, S.L. Effect of a multielement trace mineral injection before transit stress on inflammatory response, growth performance, and carcass characteristics of beef steers. *Journal of Animal Science*, v.93, p.1767–1779, 2015.
- HAASE, H.; MOCCHIGIANI, E.; RINK, L. Correlation between zinc status and immune function in the elderly. *Biogerontology*, v. 7, n. 5–6, p. 421–428, 2006.
- HALL, J. A. et al. Agronomic biofortification with selenium: Effects on whole blood selenium and humoral immunity in beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*, v. 164, n. 3–4, p. 184–190, 2011.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário 2006 : Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro, ISSN: 01036157, 2006.
- KOLLER, L. D. et al. Selenium deficiency of beef cattle in Idaho and Washington and a practical means of prevention. *The Cornell veterinarian*, v. 73, n. 4, p. 323-332, 1983.
- LÓPEZ-ALONSO, M. Trace minerals and livestock: not too much not too little. *ISRN Veterinary Science*, 2012.
- MACHADO, V. S.; BICALHO, M. L. S.; PEREIRA, R. V.; CAIXETA, L. S.; KNAUER, W. A.; OIKONOMOU, G.; GILBERT, R. O.; BICALHO, R. C. Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc, and manganese on the health and production of lactating Holstein cows. *The Veterinary Journal*, v. 197, p. 451-456, 2013.
- MCDOWELL, L. R. Feeding minerals to cattle on pasture. *Animal Feed Science and Technology*, v. 60, p. 247–271, 1994.
- MORAES, S.S. Importância da suplementação mineral para bovinos de corte. Campo Grande: EMBRAPA Gado de corte, 2001.
- MUNDELL, L. R.; JAEGER, J. R.; WAGGONER, J. W.; STEVENSON, J. S.; GRIEGER, D. M.; PACHECO, L. A.; BOLTE, J. W.; AUBEL, N. A.; ECKERLE, G. J.; MACEK, M. J.; ENSLEY, S. M.; HAVENGA, L. J.; OLSON, K. C. Effects of prepartum and postpartum bolus injections of trace



- minerals on performance of beef cows and calves grazing native range. *The Professional Animal Scientist*, v. 28, p. 82-88, 2012.
- NIEDERMAYER, E. K.; GENTHER-SCHROEDER, O. N.; LOY, D. D.; HANSEN, S. L. The effects of injectable trace minerals on growth performance and mineral status of Angus beef steers raised in a natural feedlot program. *The Professional Animal Scientist*, v. 33, p. 186-193, 2017.
- NRC. *Nutrients Requirements of Beef Cattle*, 8th Revised Edition; Update. National Academy Press. Washington, D.C., 2016.
- PATERSON, J. A.; ENGLE, T. E. Trace mineral nutrition in beef cattle. University of Tennessee Department of Animal Science Nutrition Conference, n. 1992, p. 1–22, 2005.
- PEIXOTO, P. V. et al. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 25, n. 3, p. 195–200, 2005.
- POGGE, D.J.; RICHTER, E.L.; DREWNOSKI, M.E. HANSEN, S.L. Mineral concentrations of plasma and liver after injection with a trace mineral complex differ among Angus and Simmental cattle. *Journal of Animal Science*, v.90, p.2692-2698, 2012.
- RICHESON, J. T.; KEGLEY, E. B. Effect of Supplemental trace minerals from injection on health and performance of highly stressed, newly received beef heifers. *The Professional Animal Scientist*, v. 27, p. 461–466, 2011.
- ROCHE, J. R.; FRIGGENS, N. C.; KAY, J. K.; FISHER M. W.; STAFFORD, K. J.; BERRY, D. P. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, v. 92, p. 5769–5801, 2009.
- ROOKE, J. A.; ROBINSON, J. J.; ARTHUR, J. R. Effects of vitamin E and selenium on the performance and immune status of ewes and lambs. *The Journal of Agricultural Science*, v. 142, n. 03, p. 253-262, 2004.
- SAKER, K. E. Nutrition and Immune Function. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, v. 36, n. 6, p. 1199–1224, 2006.
- SALES, J.N.S., PEREIRA, R.V.V., BICALHO, R.C., BARUSELLI, P.S., Effect of injectable copper, selenium, zinc and manganese on the pregnancy rate of crossbred heifers (Bosindicus x Bostaurus ) synchronized for timed embryo transfer. *Livestock Science*. v. 142, p. 59–62, 2011.
- SHARMA, N.; SINGH, N. K.; SINGH, O. P.; PANDEY, V.; VERMA, P. K. Oxidative Stress and Antioxidant Status during Transition Period in Dairy Cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 24, n. 4, p. 479-484, 2011.
- SORDILLO, L. M.; AITKEN, S. L. Impact of oxidative stress on the health and immune function of dairy cattle. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, v. 128, p. 104-109, 2009.
- SPEARS, J. W.; WEISS, W. P. Invited review: mineral and vitamin nutrition in ruminants. *The Professional Animal Scientist*, v. 30, p. 180-191, 2014.
- SPEARS, J. W.; WEISS, W. P. Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. *The Veterinary Journal*, v. 176, p. 70-76, 2008.
- SUTTLE, N. F. *The mineral nutrition of livestock*. 4rd edition. CABI, 2010. 579 p.
- 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.
- TOKARNIA, C.H. & DÖBEREINER, J. Diseases caused by mineral deficiencies in cattle raised under range conditions in Brazil. *Latin American Symposium on Mineral Nutrition Research with Grazing Ruminants*, Belo Horizonte, Brazil. p. 163-169, 1978.
- TONINI, M. G. O.; ROSA, F. R. T; TORRES JR, A. M. Pecuária: Cresce o confinamento. *Agroanalyses*. p. 27–28, 2007.
- TURK, R.; JURETIC, D.; GERES, D.; SVETINA, A.; TURK, N.; FLEGAR-MESTRIC, Z. Influence of oxidative stress and metabolic adaptation on PON1 activity and MDA level in transition dairy cows. *Animal Reproduction Science*, v. 108, p. 98-106, 2008.
- VALLEE, B. L.; FALCHUK, K. H. The biochemical basis of zinc physiology. *Physiological Reviews* 73:79–118, 1993.
- WILLMORE, C. J.; HALL, J. B.; HARRISON, S.; DREWNOSKI, M. E. Effect of a trace mineral injection on pregnancy rate of Angus beef heifers when synchronized using the 14-day controlled internal drug-releasing insert prostaglandin F<sub>2α</sub> protocol at a commercial feedlot. *The Professional Animal Scientist*, v. 31, p. 588-592, 2015.