

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**MICROMINERAIS INJETÁVEIS PARA BEZERROS DE  
CORTE NA FASE DA DESMAMA**

**Camila da Silva Pereira**

**CAMPO GRANDE, MS  
2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**MICROMINERAIS INJETÁVEIS PARA BEZERROS DE  
CORTE NA FASE DA DESMAMA**

*Injectable trace minerals for beef calves on weaning phase*

**Camila da Silva Pereira**

**Orientador: Prof. Dr. Gumercindo Loriano Franco**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal

CAMPO GRANDE, MS  
2019

Certificado de aprovação

Camila da Silva Pereira

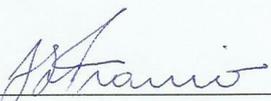
Microminerais injetáveis para bezerros de corte em fase de desmama

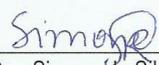
Injectable microminerals for weaning calves at weaning stage

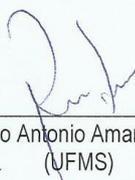
Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Mato Grosso  
do Sul, como requisito à obtenção do  
título de Mestra em Ciência Animal.

Aprovado(a) em: 28-02-2019

BANCA EXAMINADORA:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Gumercindo Loriano Franco  
Orientador (UFMS)

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Simone da Silva Ribeiro  
(AGRAER)

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Ricardo Antonio Amaral de Lemos  
(UFMS)

## **Dedicatória**

Dedico esta dissertação ao futuro eu, para que nas horas ruins olhe para trás e veja que com trabalho e esforço sou capaz de muitas realizações.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me ajudar em minhas horas de aflição e desespero, me fazendo capaz de passar pelos desafios e adversidades da vida.

Aos meus pais, Jose de Jesus Pereira e Maria Cleide da Silva Pereira, não apenas pelo apoio e amor, mas também por serem meus exemplos de fé e perseverança.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Gumerindo Lorianio Franco, que mesmo sem muito tempo disponível, me auxiliou grandemente desde o primeiro momento na graduação e pós-graduação.

À todos do GENRU e GENEq, Ibrahim Cortada Neto, Marcelo Vedovatto, Marcella Cândia D'Oliveira, Nayara Yone Yamashita, Amanda Quintiliano, e todos os demais, pela amizade e companheirismo.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e todos os professores, servidores e técnicos que de alguma forma participaram no desenvolvimento do projeto de pesquisa ou que contribuíram para meu aprendizado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos, que possibilitou a dedicação exclusiva ao curso de mestrado.

À todos não mencionados diretamente nessa seção, mas que fizeram parte dessa etapa da minha caminhada, muito obrigado.

## RESUMO

PEREIRA, C. S. Microminerais injetáveis para bovinos bezerros de corte na fase da desmama. 2019. 58f. Dissertação - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2019.

Objetivou-se realizar uma revisão de literatura de um breve panorama da pecuária de corte no Mato Grosso do Sul, seus desafios edafoclimáticos e da utilização de microminerais injetáveis (MMI) em bezerros de corte na fase de desmama sob os aspectos de saúde, bioquímica sanguínea e desempenho em bezerros durante o período de seca. Os bezerros criados no Centro-Oeste brasileiro além de desmamarem no período seco do ano, ainda passam por diversos eventos estressantes que podem acarretar em menor produtividade. O uso de MMI tem sido estudado como ferramenta capaz de melhorar a saúde e ganho de peso dos bezerros. Animais sob condições de desnutrição ou carência de proteína na dieta podem apresentar níveis plasmáticos reduzidos de albumina, ureia e proteína total. No experimento o objetivo foi avaliar o efeito da utilização do MMI sobre desempenho, concentração das enzimas do estresse oxidativo e variáveis bioquímicas em bezerros Nelore na fase de desmama sob restrição alimentar. Foram utilizados 30 bezerros Nelore no desmame, com  $7 \pm 1$  meses de idade e  $176,23 \pm 21,68$  kg de peso corporal (PC). Alocados por 28 dias em pasto de *U. decumbens* e transferidos para pasto de *U. brizantha* cv Marandu por mais 28 dias. Os tratamentos foram: SORO (injeção de soro fisiológico) ou MMI (Multimin®; fornecendo: 15 mg Cu/mL, 60 mg Zn/mL, 10 mg Mn/mL e 5 mg Se/mL). Aplicados via subcutânea na proporção de 1 mL/45kg de PC. Aos 28 dias após a aplicação foi observado aumento no PC dos bezerros para ambos os tratamentos. Porém aos 56 dias após o desmame, os animais apresentaram PC inferior aos demais dias. Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos na concentração das enzimas do estresse oxidativo, glutathione peroxidase e superóxido dismutase. Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos para os parâmetros sanguíneos. Em condição de restrição alimentar a utilização de MMI em bezerros desmamados não alterou o desempenho, tampouco a concentração das enzimas do estresse oxidativo e nem mesmo nos parâmetros sanguíneos.

**Palavras-Chave:** Estresse oxidativo, glutathione peroxidase, parâmetros sanguíneos, ruminantes, superóxido dismutase

## ABSTRACT

PEREIRA, C. S. Injectable trace minerals for beef calves on weaning phase. 2019. 58f. Dissertação - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2019.

The aim of this study was to make a literature review on a brief scenery of beef cattle breeding in Mato Grosso do Sul, its edaphoclimatic challenges and the use of injectable microminerals (ITM) on beef calves at weaning phase, under aspects of health, blood biochemistry and performance in calves during the dry season. Calves raised in the Brazilian Midwest, in addition to weaning during the dry period of the year, still undergo several stressful events that can lead to lower productivity. The use of ITM has been studied as a tool capable of improving the health and weight gain of calves. Animals under conditions of malnutrition or protein deficiency in the diet may have reduced plasma levels of albumin, urea and total protein. In the experiment the objective was to evaluate the effect of the use of ITM on performance, concentration of oxidative stress enzymes and biochemical variables in Nelore calves on weaning phase under feed restriction. Were used thirty Nelore calves at weaning phase, with  $7 \pm 1$  months age and  $176.23 \pm 21.68$  kg of body weight (BW). Allocated for 28 days in pasture of *U. decumbens* and transferred to pasture of *U. brizantha* cv Marandu for another 28 days. The treatments were: SALINE (injection of saline solution) or ITM (Multimin®; providing: 15 mg Cu / mL, 60 mg Zn / mL, 10 mg Mn / mL and 5 mg Se / mL). Applied subcutaneously in the ratio of 1 mL / 45 kg of PC. At 28 days after application, there was an increase in BW of the calves for both treatments. However, at 56 days after weaning, the animals had lower BW than the other days. There was no significant difference between treatments in the concentration of oxidative stress enzymes, glutathione peroxidase and superoxide dismutase. There was no significant difference ( $P > 0.05$ ) between treatments for blood parameters. In a condition of food restriction, the use of MMI in weaned calves did not alter the performance nor the concentration of enzymes of oxidative stress nor even in blood parameters.

**Key words:** Blood parameters, glutathione peroxidase, oxidative stress, ruminants, superoxide dismutase

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Revisão de Literatura

Figura 1 - Mapa generalizado dos principais solos da região Centro-Oeste ..... 14

### Artigo: Microminerais injetáveis para bezerros de corte na fase da desmama

Figura 1 - Precipitação pluviométrica, temperatura máxima e mínima e umidade média durante o experimento (junho a agosto de 2017), na Fazenda Escola da UFMS, Terenos, Brasil.....37

Figura 2 - Efeito dos microminerais injetáveis (MMI) sobre a concentração das enzimas superóxido dismutase (U/mL) e glutatona peroxidase (nmol/min/mL) em bezerros sob restrição alimentar. ....40

## LISTA DE TABELAS

### Revisão de Literatura

Tabela 1 – Exigência mineral e concentrações máximas toleráveis..... 19

### Artigo: Microminerais injetáveis para bezerros de corte na fase da desmama

Tabela 1 - Composição química e quantitativa dos capins *Urochloa decumbens* (Piquete 1) e *Urochloa brizantha* cv. Marandu (Piquete 2) .....40

Tabela 2 - Efeito dos microminerais injetáveis sobre o desempenho de bezerros .....42

Tabela 3 - Efeito dos dos microminerais injetáveis sobre a bioquímica sanguínea de bezerros na desmama .....44

Tabela 4 - Efeito de dia sob a aplicação de microminerais injetáveis nos parâmetros bioquímicos AST, PT e Ureia de bezerros Nelore .....45

## SUMÁRIO

### Revisão de Literatura

<b>1. Introdução .....</b>	<b>12</b>
<b>2. Desafios edafoclimáticos para a pecuária em Mato Grosso do Sul.....</b>	<b>13</b>
<b>3. Indicadores de desnutrição ou restrição alimentar .....</b>	<b>15</b>
3.1 Aspartato aminotransferase (AST) .....	16
3.2 $\gamma$ -Glutamiltransferase (GGT).....	16
3.3 Proteína Total (PT) .....	17
3.4 Ureia .....	17
3.5 Albumina .....	18
<b>4. Minerais na nutrição de bovinos .....</b>	<b>18</b>
4.1 Cobre, Manganês, Selênio e Zinco na nutrição de bovinos de corte.....	20
<b>5. Suplemento micromineral injetável (MMI) .....</b>	<b>21</b>
5.1 Aplicação de MMI em bezerros .....	23
<b>6. Referências .....</b>	<b>25</b>

### Artigo - Microminerais injetáveis para bezerros de corte na fase da desmama

<b>Resumo. ....</b>	<b>33</b>
<b>Abstract. ....</b>	<b>34</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>35</b>
<b>2. Material e métodos .....</b>	<b>36</b>
2.1. Local e condições climáticas .....	36
2.2. Animais, tratamentos e amostras .....	37
2.3. Análises estatísticas .....	40
<b>3. Resultados .....</b>	<b>41</b>
3.1. Desempenho animal .....	41
3.2. Análise das enzimas SOD e GPx.....	42
<b>4. Discussão .....</b>	<b>45</b>
4.1. Desempenho animal .....	45
4.2. Enzimas SOD e GPx .....	47
4.3. Parâmetros sanguíneos Alb, AST, GGT, PT e Ureia .....	48

<b>5. Conclusões .....</b>	<b>50</b>
<b>6. Referências .....</b>	<b>51</b>

## 1 1. Introdução

2

3 A região Centro-oeste é conhecida pela predominância dos biomas Cerrado e  
4 Pantanal. Estas regiões apresentam duas estações climáticas bem definidas, uma chuvosa  
5 que dura de novembro a janeiro e outra seca, de abril até setembro (Rios e Thompson,  
6 2013). Na região do Pantanal se concentra a maior quantidade de propriedades de cria  
7 ou cria/recria, porém grande parte dos bezerros de corte são desmamados e transferidos  
8 ou adquiridos por produtores localizados no Cerrado, em que o foco da produção é em  
9 recria e engorda (Simões et al., 2007).

10 Os bezerros na desmama são uma das categorias de maior exigência e podem ter  
11 limitações na produtividade por conta da desmama no centro-oeste coincidir com o  
12 período seco do ano, além do estresse da separação de suas mães, vacinações, marcação  
13 a ferro candente e o próprio desafio de se tornar um ruminante totalmente funcional  
14 (Enríquez et al., 2011; Pott *et al.*, 1989; Richeson e Kegley, 2011).

15 Outro desafio para o desempenho dos animais são os minerais no solo e  
16 consequentemente na forrageira, pois são reportados casos de deficiência mineral nos  
17 bovinos destas regiões, assim como no mundo inteiro (McDowell, 1996; Tokarnia et al.,  
18 2000). Como forma de evitar que os animais tenham carência de alguns minerais, os  
19 produtores fornecem os suplementos minerais, podendo a mistura ser ofertada na forma  
20 de pó, blocos, líquida ou *bolus* intra-ruminais. Convencionalmente o suplemento  
21 mineral é fornecido como mistura em pó, disponibilizada no cocho para consumo *ad*  
22 *libitum* (Peixoto et al., 2005).

23 Outra ferramenta para suplementação exclusiva dos minerais Cobre (Cu),  
24 Manganês (Mn), Selênio (Se) e Zinco (Zn) são os microminerais injetáveis (MMI).  
25 Utilizados em momentos específicos da vida dos bovinos, sem que substitua os  
26 suplementos já adotados pelos produtores (McDowell, 1996). Os MMI são  
27 recomendados na nutrição dos bovinos não somente pelas inúmeras funções que os  
28 minerais exercem no organismo dos animais, mas por conta de deficiências subclínicas  
29 de microminerais terem associação com a diminuição no ganho de peso, na imunidade,  
30 no desempenho reprodutivo e aumento do estresse oxidativo. Também podem ser  
31 utilizados em momentos de maior necessidade de aporte nutricional nos animais  
32 (Brasche, 2015).

33 Neste sentido, a administração de microminerais via parenteral pode ser um  
34 método eficiente de garantir que os animais recebam níveis adequados destes minerais  
35 durante essa fase de vida, o que pode acarretar efeitos positivos sobre a saúde e  
36 desempenho dos mesmos.

37 O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura de um  
38 breve panorama da pecuária de corte no Centro-oeste brasileiro, seus desafios  
39 edafoclimáticos e da utilização de MMI em bezerros de corte na fase de desmama, sob  
40 os aspectos de saúde, bioquímica sanguínea e desempenho em bovinos recriados em  
41 regime de pastagem durante o período de seca.

42

## 43 **2. Desafios edafoclimáticos para a pecuária em Mato Grosso do Sul**

44

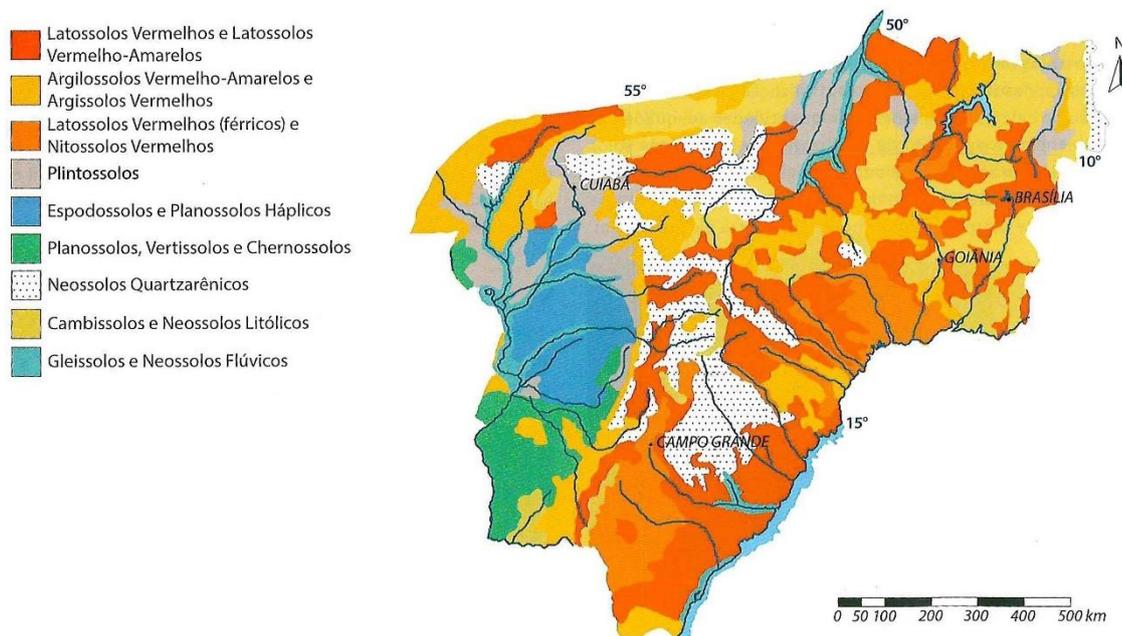
45 De acordo com a classificação Köppen e Geiger (1936) a região Centro-oeste  
46 brasileira possui 3 zonas climáticas, sendo elas a tropical, tropical de altitude e  
47 subtropical, com inverno seco e verão quente e úmido.

48 No Cerrado sul mato-grossense, além de menos horas de luz e temperaturas mais  
49 baixas no inverno, que afetam o crescimento das plantas, há o reduzido regime de  
50 chuvas, limitando o crescimento e qualidade das forrageiras (Hodgson, 1990). Podendo  
51 impactar na alimentação dos bovinos criados a pasto por conta de uma menor oferta de  
52 alimento (Pott et al., 1989).

53 No Pantanal, a seca reduz a produtividade dos animais, porém o auge das chuvas  
54 é mais impactante, pois ao alagar extensas áreas de pastagem, dificulta ou impossibilita  
55 o pastejo dos bovinos (Pott et al., 1989). Ao se formar estas áreas alagadas é  
56 comprometida a sobrevivência das plantas forrageiras não adaptadas a solos  
57 encharcados (Silveira *et al.*, 2004).

58 O solo da região Centro-oeste (Figura 1) compreende o Planalto Central. Com  
59 chapadões entremeados de vales, matas-galerias e a planície do Pantanal. Na região de  
60 Planalto Central, superfícies quase planas das chapadas e nas áreas de relevo levemente  
61 ondulado, há predomínio de Latossolos, principalmente os Vermelhos, e alguns  
62 Neossolos, principalmente os Quartzarênicos, antes chamados de Areias Quartzosas, já  
63 nas veredas. Nas matas-galerias, os solos são constituídos por Organossolos e  
64 Gleissolos, e nas áreas mais elevadas e quase planas, os Plintossolos Pétricos e  
65 Argilossolos (antes chamados Solos Concrecionários Lateríticos e Podzólicos

66 Vermelho-Amarelos, respectivamente). Nas regiões de Pantanal, há uma grande  
 67 variedade de solos, dentre eles faixas de Neossolos, Planossolos, Gleissolos,  
 68 Espodosolos e Vertissolos (Lepsch, 2010).



69  
 70 Figura 1 - Mapa generalizado dos principais solos da região Centro-Oeste (Lepsch,  
 71 2010).

72

73 O Mato Grosso do Sul teve como sua formação geotectônica três unidades  
 74 distintas: a plataforma amazônica, o cinturão metamórfico Paraguai-Araguaia e a bacia  
 75 sedimentar do Paraná. Resultando na maior ocorrência de solos do tipo Latossolo  
 76 Vermelho Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo e Quartzarênicos presente no bioma  
 77 Cerrado e os solos Podzol Hidromórfico, Planossolo e Glei Pouco Húmico (IBGE,  
 78 2001; Souza, 2013).

79 As áreas de pastagem em Mato Grosso do Sul representam 60% (17,565 milhões  
 80 de hectares) do território, a agricultura ocupa apenas 12% (3,537 milhões de hectares),  
 81 24% (6,877 milhões de hectares) são matas ou florestas e 4% (1,179 milhões de  
 82 hectares) outras ocupações. Tornando-o quarto estado com maior extensão de áreas de  
 83 pastagem, sendo estas em sua maioria cultivadas (cultivadas 75% e nativas 25%)  
 84 (IBGE, 2018).

85 Algumas das plantas forrageiras nativas de maior ocorrência e palatáveis para os  
 86 bovinos nas áreas de Pantanal sul mato-grossense são: *Mesosetum chaseae* (grama do  
 87 cerrado), *Scheelea phalerata* (acuri), *Axonopus purpusii* (capim mimoso), *Setaria*

88 *geniculata* (minoso vermelho), *Elyinurus muticus* (capim carona) e *Urochloa*  
89 *humidicola* (Rodela, 2006; Moraes, 2001).

90 Já nas áreas de Cerrado do estado são encontrados em volume expressivo  
91 espécies naturalizadas, como: *Melinis minutiflora* (capim gordura), *Hyparrhenia rufa*  
92 (capim Jaraguá), *Urochloa decumbens*, *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruzizienses*,  
93 *Urochloa humidicola*, *Setaria anceps* (setária), *Panicum maximum* (capim-colonião),  
94 *Digit'aria decumbens* (capim-pangola) e *Erichloa polystachya* (capim-angolinha).  
95 Além de capins híbridos ou outras espécies exóticas introduzidas mais recentemente  
96 tanto nas áreas de Cerrado, quanto no Pantanal (Carmona e Martins, 2010; Casagrande e  
97 Souza, 1982; Prada et al., 1998).

98 Em suma, no estado de Mato Grosso do Sul, os solos variam de boa a baixa  
99 fertilidade e essencialmente arenosos, com grande concentração de alumínio, e  
100 ocorrência de microrregiões de solos de melhor fertilidade (Toral et al., 2004). Com  
101 plantas adaptadas a média e baixa disponibilidade de nutrientes nos solos. Pois além de  
102 grandes quantidades de alumínio no solo há baixas quantidades dos minerais cálcio,  
103 fósforo, magnésio e potássio nos solos da região (Haridasan, 2000). Havendo casos de  
104 carência mineral em bovinos criados a pasto, dos quais foram relatados carência de  
105 cobre, ferro, fósforo, manganês, selênio e zinco (Tokarnia et al., 2000).

106

### 107 **3. Indicadores de desnutrição ou restrição alimentar**

108

109 Além da utilização do peso corporal como principal indicador de restrição  
110 alimentar, é possível identificar por meio de redução na concentração de ureia e proteína  
111 total, da mobilização de proteína corporal como fonte de energia ou do baixo consumo  
112 de proteína e compostos nitrogenados da dieta (González et al., 2000). Apesar das  
113 enzimas aspartato aminotransferase (AST) e  $\gamma$ -Glutamilttransferase (GGT) serem  
114 indicadoras de desordens hepáticas, também podem ter suas concentrações  
115 influenciadas pela da alimentação. Concentrações acima do normal observadas para a  
116 enzima AST podem ser indicativas de intensa mobilização de lipídios para obtenção de  
117 energia (González e Silva, 2006).

118 A constatação de baixas concentrações da albumina é realizada não somente  
119 como indicador de desnutrição, mas de condições severas de restrição alimentar, por

120 conta de sua longa meia vida, juntamente com análise de outros parâmetros sanguíneos  
121 (Tabelão et al., 2007).

122

### 123 **3.1 Aspartato aminotransferase (AST)**

124

125 A Aspartato aminotransferase (AST) é uma enzima citoplasmática mitocondrial,  
126 também sendo considerada de extravasamento, está presente principalmente nos  
127 hepatócitos e células musculares (esqueléticas e cardíacas), catalizadora de uma reação  
128 reversível ao qual participa da desaminação do aspartato para formação do oxaloacetato  
129 (Stockham e Scott, 2013). O nível sérico normal desta enzima em bovinos é de 78 a 132  
130 UI/L, podendo haver variações por conta da idade e tamanho corporal do animal. Em  
131 geral níveis séricos elevados são indicadores de lesões de hepatócitos, porém também é  
132 aumentada por lesão muscular, hemólise e outros processos (Kaneko et al., 2008;  
133 Thrall, 2007).

134

### 135 **3.2 $\gamma$ -Glutamyltransferase (GGT)**

136

137 A  $\gamma$ -Glutamyltransferase é uma enzima associada a membrana celular,  
138 responsável por catalisar reações da glutatona e transferir grupos glutamil entre  
139 peptídeos. Apesar de estar presente entre muitas células, sua maior atividade se encontra  
140 em células epiteliais biliares, acinares pancreáticas e epiteliais tubulares renais  
141 (Stockham e Scott, 2013). O aumento da sua concentração no plasma de bovinos pode  
142 ocorrer devido a lesões hepáticas, obstrução do ducto biliar, colangite, coleliscistite,  
143 intoxicação por cobre, micotoxicode hepática e fasciolose. Sua concentração plasmática  
144 de referência é de 6,1 a 17,4 UI/L (Kaneko et al., 2008).

145 A mensuração de GGT em bovinos é amplamente utilizada como indicador da  
146 função hepática, juntamente com a enzima AST. Segundo Borburema et al. (2012)  
147 ainda há possibilidade de se inferir também sob o *status* nutricional, pois animais em  
148 restrição nutricional apresentaram níveis decrescentes desta enzima.

149

150

### 151 **3.3 Proteína Total (PT)**

152

153 Por definição, proteínas são cadeias polipeptídicas de aminoácidos. A maioria  
154 das proteínas encontradas no sangue são proteínas combinadas. Sendo a maioria das  
155 proteínas plasmáticas sintetizadas pelos hepatócitos, como albumina e globulinas,  
156 acrescidos de imunoglobulinas excretadas pelos linfócitos e plasmócitos. A  
157 hiperproteinemia (aumento na concentração de proteína total plasmática) geralmente  
158 está associada a hemoconcentração por aumento na síntese de proteínas como doenças  
159 inflamatórias e neoplasia de linfócito B, já a hipoproteinemia (diminuição de proteína  
160 total no plasma) pode ocorrer devido ao aumento da perda de proteína do espaço  
161 vascular, falha de transferência passiva, hemodiluição e diminuição da síntese proteica  
162 ou catabolismo proteico aumentado, podendo ser resultado de má absorção de nutrientes  
163 da dieta ou má nutrição (Stockham e Scott, 2013).

164 Apesar de se utilizar 6,74 a 7,46 g/dL como valor de referência (Kaneko et al.,  
165 2008). Há relatos de interferência da raça e idade sob este parâmetro, Fagliari et al.  
166 (1998) observaram que em bezerros Nelore e Holandês desmamados a proteína total  
167 foi de 6,89 g/dL e 6,84 g/dL, respectivamente, já em estudo de Barini (2007) com  
168 animais da raça Curraleiro o achado foi de 7,88 g/dL e com animais da raça Gir, Souza (   
169 1997) observou 7,02 g/dL de proteína total.

170

### 171 **3.4 Ureia**

172

173 A ureia plasmática ou sérica é oriunda da transformação da amônia (NH<sub>4</sub>)  
174 absorvida no rúmen ou intestino, que por sua vez é proveniente de bactérias, ureia,  
175 proteína e creatina presentes no lúmen ou pela degradação proteínas dos tecidos  
176 corporais ou músculos. Por meio do ciclo da ureia no fígado a amônia é transformada  
177 em composto menos tóxico às células do corpo, a ureia. Os rins são responsáveis pela  
178 filtração e manutenção de suas concentrações em níveis aceitáveis pelo organismo e os  
179 casos mais frequentes de redução dessa substância no plasma são por insuficiência  
180 hepatocelular, deficiência de enzimas envolvidas no ciclo da ureia, ou por aumento da  
181 excreção nos rins, com distúrbios que comprometem os túbulos proximais e diabetes  
182 insípido central ou nefrogênico. Já as causas que podem aumentar a concentração da  
183 ureia plasmática, além das condições renais ou pós-renais, podem ser por caráter

184 nutricional, ou pela ausência de aminoácidos essenciais e a necessidade de desaminação  
185 de aminoácidos não essenciais, ou quando o animal se encontra em déficit energético e  
186 mobiliza os tecidos corporais para obtenção de energia (Hall, 2017; Kerr, 2003;  
187 Stockham e Scott, 2013).

188 Kaneko et al. (2008), sugerem como valor de referência concentrações entre  
189 42,9 e 64,3 mg/dL de ureia no plasma de bovinos. Fagliari et al. (1998) encontraram  
190 médias de 14,39 e 15,97 mg/dL para bezerros Nelore lactentes e desmamados,  
191 respectivamente.

192

### 193 **3.5 Albumina**

194

195 Nos bovinos a meia vida albumina é de 2 a 3 semanas, podendo variar de acordo  
196 com o tamanho corporal, é sintetizada nos hepatócitos e suas principais funções no  
197 organismo é o transporte de bilirrubina, cálcio e magnésio e manter a pressão osmótica  
198 do plasma. Uma das causas que podem causar hiperalbuminemia é a desidratação, já a  
199 hipoalbuminemia pode ser resultado de uma variedade de doenças e condições, dentre  
200 elas a diminuição na síntese de albumina por consequência de inflamação persistente,  
201 insuficiência hepática, problemas de absorção ou digestão, a própria carência  
202 nutricional, entre outros (Stockham e Scott, 2013).

203 Kaneko et al. (2008) descrevem que a concentração normal de albumina para  
204 bovinos é de 30,3 a 35,5 g/L, similar encontrado por Fagliari et al. (1998) em estudo  
205 com bezerros Nelore lactentes e desmamados encontraram valores médios de 29,7 e  
206 31,7 g/L, respectivamente.

207

## 208 **4. Minerais na nutrição de bovinos**

209

210 Os bovinos de uma forma geral exigem ao menos 17 minerais na sua  
211 alimentação, sendo subdivididos em macrominerais (cálcio, magnésio, fósforo, potássio,  
212 sódio, cloro e enxofre), e microminerais (cromo, cobalto, cobre, iodo, ferro, manganês,  
213 molibdênio, níquel, selênio e zinco) (NRC, 2016). As exigências minerais em bovinos  
214 são alteradas de acordo com o estado fisiológico dos animais, sendo divididos em  
215 animais em crescimento e terminação, vacas em gestação e vacas em início de lactação  
216 (Tabela 1).

217

218 Tabela 1 – Exigência de minerais e concentrações máximas toleráveis para bovinos de  
 219 corte

Mineral	Unidade	Exigências <sup>a</sup>			Concentração máxima tolerável
		Crescimento e terminação	Vacas		
			Gestação	Início de lactação	
Cálcio	g/kg	b	b	b	b
Cloro	g/kg	-	-	-	-
Enxofre	g/kg	1,50	1,50	1,50	3,00-5,00
Fósforo	g/kg	c	c	c	c
Magnésio	g/kg	1,00	1,20	2,00	4,00
Potássio	g/kg	6,00	6,00	7,00	20,00
Sódio	g/kg	0,60-0,80	0,60-0,80	1,00	-
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

220 Adaptado do NRC (2016).

221 <sup>a</sup> Exigências descritas com base no consumo de matéria seca (CMS).

222 <sup>b</sup> Equações para exigência cálcio (g/dia):

223 Manutenção:  $0,0154 * PCV/0,5$ ; Crescimento:  $NPg 0,071/0,5$ ; Lactação: Leite  $*1,23/0,5$ ;

224 Gestação (últimos 90 dias):  $CBW*(13,7/90)/0,05$ ; Máximo tolerado:  $0,2 * CMS$

225 <sup>c</sup> Equação para exigências de fósforo (g/dia):

226 Manutenção:  $0,016 * PCV/0,68$ ; Crescimento:  $NPg 0,045/0,68$ ; Lactação: Leite  $*0,95/0,68$ ;

227 Gestação (últimos 90 dias):  $CBW*(7,6/90)/0,68$ ; Máximo tolerado:  $0,1 * CMS$

228 Onde: PCV é peso de corpo vazio; NPg é gramas de proteína retida; Leite é produção de

229 leite; CBW é peso do bezerro ao nascimento e CMS é consumo de matéria seca.

230 Os microminerais, embora exigidos em pequenas quantidades, são  
231 imprescindíveis para o funcionamento normal de todos os processos metabólicos nos  
232 animais. Se faz necessário que estejam dentro de faixas adequadas de concentração no  
233 corpo, de modo a evitar deficiências, toxicidade ou desequilíbrios, induzindo a  
234 ocorrência de distúrbios e a necessidade de ajustes metabólicos, resultando na redução  
235 do desempenho animal e conseqüentemente em perdas econômicas (Spears e Weiss,  
236 2014; Suttle, 2010).

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

243

#### 244 **4.1 Cobre, Manganês, Selênio e Zinco na nutrição de bovinos de corte**

245

246 Dentre as principais funções que o cobre (Cu) exerce no organismo destacam-se  
247 seu papel essencial em uma série de enzimas, cofatores e proteínas reativas, como a  
248 citocromo C oxidase, superóxido dismutase, ceruloplamina e tirosinase, que atuam na  
249 respiração celular, proteção contra agentes oxidantes e no transporte de ferro. Os  
250 sintomas de deficiência do cobre são: redução no crescimento, diarreia, anemia,  
251 desmielinização dos nervos, fibrose no miocárdio e redução na fertilidade (ASBRAM,  
252 2007; NRC, 2016).

253 O manganês (Mn) atua como ativador da glicosiltransferase que é fundamental  
254 na síntese de mucopolissacarídeos nas cartilagens e matriz óssea, encontrado também na  
255 proteína piruvato carboxilase, essencial para a geração de energia via adenosina  
256 trifosfato (ATP) – no metabolismo de carboidratos. Além disso o mesmo estimula a  
257 síntese do colesterol, utilizado para a formação de hormônios esteroides gonadais  
258 (Corah e Ives, 1991).

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

263 A atuação do selênio (Se) no organismo animal é baseada nas funções das  
264 selenoproteínas, que em sua grande maioria têm atividade antioxidante ao retirar  
265 radicais livres resultantes da atividade metabólica das células. Também estimula a  
266 resposta dos receptores nos linfócitos a citocinas como a interleucina 2 (IL-2)  
267 (Fairweather-Tait et al., 2010; Hall et al., 2011; Rooke et al., 2004).

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

272 O zinco (Zn) é considerado um micromineral essencial por ser imprescindível ao  
273 crescimento do animal, por sua participação em diversas enzimas e no *turnover* de  
274 células, onde são necessárias altas taxas de proliferação, diferenciação e apoptose. Atua  
275 também como componente da enzima superóxido dismutase, importante antioxidante na  
276 maioria das células, responsável pela catalisação e dismutação de superóxidos e  
277 peróxidos de hidrogênio (Haase et al., 2006; Saker, 2006; Vallee e Falchuk, 1993).

278 Níveis inadequados de ingestão de zinco resultam em diminuição do  
279 crescimento, diminuição na eficiência alimentar, redução no consumo de alimentos,  
280 salivação em excesso, dermatites, alopecia, menor produção de leite nas vacas, redução  
281 na fertilidade e na eficiência reprodutiva de bovinos (Dantas e Negrão, 2010).

282

## 283 **5. Suplemento micromineral injetável (MMI)**

284

285 As dietas completas ou suplementos mineralizados em pó são formulados para  
286 atender as exigências dos bovinos nas diferentes fases do sistema de criação, ao incluir  
287 quantidades adequadas de microminerais. Contudo pode ocorrer interações entre  
288 nutrientes no rúmen, animais com apetite reduzido, além do acesso restrito aos  
289 comedouros e a ocorrência de distúrbios digestivos, limitando seu consumo ou sua  
290 disponibilidade (Ganda et al., 2016).

291 Os suplementos microminerais injetáveis (MMI) podem ser utilizados como  
292 ferramenta de fornecimento preciso de alguns minerais nos bovinos. Os microminerais  
293 Cu, Se, Mn, Zn podem ser suplementados por meio de injeções, permitindo assim sua  
294 rápida disponibilidade e transporte para o sangue. Esta forma de suplementação tem  
295 demonstrado proporcionar incrementos no *status* de microminerais de bovinos, sem

296 ocasionar reações inflamatórias no local da injeção. Ao tornar-se uma possível fonte  
297 complementar à suplementação convencional, pode ser utilizada de forma estratégica  
298 em fases do ciclo de produção em que a suplementação oral não atende as exigências  
299 nutricionais dos animais como, por exemplo, durante o período de transição, reprodução  
300 e desmame (Arthington e Havenga, 2012; Pogge et al., 2012).

301 O pico destes minerais no plasma após a injeção acontece em curto período de  
302 tempo (24 horas), diminui lentamente ao longo dos dias (14-15 dias) e são armazenados  
303 nos hepatócitos onde permanecem por período maior. (Bohman et al., 1984; Brasche,  
304 2015).

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

309 Após 8 a 10 horas da aplicação, verificou-se aumentos significativos nas  
310 concentrações plasmáticas de Se, Mn e Zn, mas não de Cu. No entanto, 24 horas após a  
311 injeção apenas o Se apresentou concentração superior comparado ao grupo controle,  
312 não mantendo, entretanto, essa superioridade nos horários subsequentes. As  
313 concentrações em mg/kg de MS de tecido hepáticos de Cu (113,5 e 177,6 mg/kg de  
314 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  
315 MMI, respectivamente, foram aumentadas ao longo do período de 15 dias e houve  
316 tendência ( $P = 0,06$ ) para o Mn (6,2 e 6,8 mg/kg de MS, para controle e MMI,  
317 respectivamente) em apresentar maior concentração nos animais que receberam MMI.

318 Noutro estudo, bezerros foram alimentados com uma dieta adequada e outra  
319 deficiente em Cu (4,1 mg/kg de MS), Mn (25,7 mg/kg de MS) e Zn (33,9 mg/kg de MS)  
320 contendo substâncias antagonistas, como Fe (sulfato ferroso 300 mg/kg da dieta) e Mo  
321 (molibdato de sódio 5 mg/kg de MS da dieta). Estes animais foram submetidos a um  
322 período de estresse (20 h de transporte) e na sequência um grupo recebeu injeções de  
323 MMI e outro recebeu solução salina esterilizada. As concentrações plasmáticas Cu, Se,  
324 Mn e Zn foram aumentadas no dia 1, entretanto somente as concentrações plasmáticas  
325 de Se permaneceram superiores 15 dias após a injeção, não foi observado efeito do  
326 MMI sobre as concentrações plasmáticas de Cu. 29 dias após as injeções foram  
327 observadas concentrações hepáticas de Cu e Se superiores nos animais suplementados  
328 em relação aos do grupo controle. O aumento na concentração plasmática de Cu foi

329 maior em resposta ao MMI nos animais alimentados com uma dieta adequada em  
330 comparação à dieta deficiente destes minerais e com antagonistas (Genther-Schroeder e  
331 Hansen, 2015).

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

336         Esses resultados demonstram que a utilização de MMI foi eficiente em aumentar  
337 o *status* plasmáticos de Mn e Zn a curto prazo, e apresentar armazenamento a médio e  
338 longo prazo de Cu e Se no fígado. Porém, a questão é se esta melhora no *status* mineral  
339 pode refletir ou não em aumento no desempenho produtivo dos animais.

340

### 341 **5.1 Aplicação de MMI em bezerros**

342

343         Nos diferentes sistemas de produção, os bezerros estão suscetíveis a grande  
344 variedade de fatores estressantes como vacinações, desmame e transporte, que alteram  
345 momentaneamente a exigência nutricional dos animais. O ideal é que estes  
346 apresentem um *status* de microminerais adequado, de modo a garantir sua rápida  
347 disponibilidade, afim de manter o desempenho e função imune em níveis adequados  
348 durante esses períodos (Richeson e Kegley, 2011).

349         O fornecimento de níveis adequados de microminerais a animais jovens pode ser  
350 desafiador devido ao baixo consumo de matéria seca (CMS) típico desses animais, além  
351 da possibilidade de interações negativas entre os minerais da dieta (Galyean et al., 1999;  
352 Machado *et al.*, 2014).

353         Nesse sentido, a administração de microminerais via parenteral (Cu, Se, Mn e  
354 Zn) pode ser um método eficiente para garantir níveis adequados desses minerais,  
355 adicionalmente a suplementação mineral convencional (em pó), o que pode acarretar em  
356 efeitos positivos sobre a saúde e desempenho desses animais.

357         Foram observados incrementos na resposta imune humoral em decorrência da  
358 aplicação de 7 mL de uma solução de microminerais (15, 5, 10 e 40 mg/mL de Cu, Se,  
359 Mg e Zn, respectivamente), em bezerros com idade entre 10 e 12 meses, mantidos em  
360 pastagens, simultaneamente a vacinação viral, com aumento na titulação de anticorpos  
361 (até 60 dias após a vacinação) e nas concentrações séricas de Cu, Se e Zn (após 14 dias)

362 comparativamente ao grupo controle, embora todos os animais tivessem acesso a  
363 suplementação concentrada enriquecida com núcleo mineral (Arthington e Havenga,  
364 2012).

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

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

383 Ao avaliar o ganho de peso e o *status* mineral em 168 novilhos Angus nas fases  
384 de crescimento e terminação utilizando MMI (Multimin90®, contendo 15 mg/mL de  
385 Cu, 5 mg/mL de Se, 10 mg/mL de mg/mL de Mn e 60 mg/mL de Zn), com 14 dias após  
386 a aplicação foi observado maiores concentrações de Cu e Se no fígado dos animais que  
387 receberam o MMI em relação ao tratamento controle. Com 98 dias após a aplicação não  
388 foi observado diferença significativa de Zn e Mn, porém concentrações de Cu e Se  
389 foram maiores no tratamento controle. Sob o aspecto de desempenho a aplicação de  
390 MMI não resultou em melhor ganho de peso, podendo ser devido ao fato da dieta já  
391 conter os níveis adequado de minerais (Niedermayer *et al.*, 2017).

392

393

394 **6. Referências**

395

396 ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES GONÇALVES, J.L.  
397 DE; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische**  
398 **Zeitschrift**, v.22, p.711–728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.

399

400 ARTHINGTON, J.D.; MORIEL, P.; MARTINS, P.G.M.A.; LAMB, G.C.; HAVENGA,  
401 L.J. Effects of trace mineral injections on measures of performance and trace mineral  
402 status of pre- and postweaned beef calves. **Journal of Animal Science**, v.92, p.2630–  
403 2640, 2014. DOI: 10.2527/jas2013-7164.

404

405 ARTHINGTON, J.D.; HAVENGA, L.J. Effect of injectable trace minerals on the  
406 humoral immune response to multivalent vaccine administration in beef calves. **Journal**  
407 **of Animal Science**, v.90, p.1966–1971, 2012. DOI: 10.2527/jas.2011-4024.

408 ASBRAM. **Guia Prático para a Correta Suplementação Pecuária**. [s.l: s.n.], 2007.

409

410 BARINI, A.C. **Bioquímica sérica de bovinos (Bos taurus) sadios da raça Curraleiro**  
411 **de diferentes idades**. Dissertação de Mestrado em Ciência Animal, Universidade  
412 Federal de Goiás, Goiânia, GO. 40p, 2007.

413

414 BOHMAN, V.R.; DRAKE, E.L.; BEHRENS, W.C. Injectable Copper and Tissue  
415 Composition of Cattle. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.1468–1473, 1984. DOI:  
416 10.3168/jds.S0022-0302(84)81463-0.

417

418 BORBUREMA, J.B.; CEZAR, M.F.; MARQUES, D.D.; CUNHA, M.G.G.; FILHO,  
419 J.M.P.; SOUSA, W.H.; FURTADO, D.A.; COSTA, R.G. Efeito do regime alimentar  
420 sobre o perfil metabólico de ovinos Santa Inês em confinamento. **Arquivo Brasileiro**  
421 **de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.983–990, 2012. DOI: 10.1590/S0102-  
422 09352012000400027.

423

424 BRASCHE, C. **Effect of a Trace Mineral Injection on Beef Cattle Performance**.  
425 Theses and Dissertations in Animal Science, University of Nebraska, Lincoln, USA  
426 2015.

427

428 CARMONA, R.; MARTINS, C.R. Qualidade física, viabilidade e dormência de  
429 sementes recém- colhidas de capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beau). **Revista**  
430 **Brasileira de Sementes**, v.32, p.077–082, 2010. DOI: 10.1590/S0101-  
431 31222010000100009.

432

433 CASAGRANDE, J.C.; SOUZA, O.C. Efeito de níveis de enxofre sobre quatro  
434 gramíneas forrageiras tropicais em solos sob vegetação de cerrado do estado de Mato  
435 Grosso do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, p.21–25, 1982.

436

437 CORAH, L.R.; IVES, S. The Effects of Essential Trace Minerals on Reproduction in  
438 Beef Cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.7, p.41–  
439 57, 1991. DOI: 10.1016/S0749-0720(15)30809-4.

440

441 DANTAS, C.C.O.; NEGRÃO, F. DE M. Funções e sintomas de deficiência dos  
442 minerais essenciais utilizados para suplementação dos bovinos de corte. **UNICiências**,  
443 v.14, p.199–223, 2010.

444

445 DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; CECON, P.R.; CAMPOS  
446 VALADARES FILHO, S. DE; GONÇALVES, L.C.; SILVA CABRAL, L. DA;  
447 MELO, A.J.N. Níveis de proteína bruta em suplementos múltiplos para terminação de  
448 novilhos mestiços em pastejo durante a época seca: Desempenho produtivo e  
449 características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.169–180, 2004.  
450 DOI: 10.1590/S1516-35982004000100021.

451

452 DIAZ GONZALEZ, F.H.; BARCELLOS, J.O.J.; PATINO, H.O.; RIBEIRO, L.A. Perfil  
453 metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. **Biblioteca**  
454 **setorial da Faculdade de Medicina Veterinária de UFRGS**, p. 108, 2000. Disponível  
455 em: <[http://www6.ufrgs.br/favet/lacvet/restrito/pdf/perfil\\_nutricional\\_ruminantes.pdf](http://www6.ufrgs.br/favet/lacvet/restrito/pdf/perfil_nutricional_ruminantes.pdf)>.

456

457 ENJALBERT, F.; LEBRETON, P.; SALAT, O. Effects of copper, zinc and selenium  
458 status on performance and health in commercial dairy and beef herds: Retrospective  
459 study. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.90, p.459–466, 2006.

460 DOI: 10.1111/j.1439-0396.2006.00627.x.

461

462 ENRÍQUEZ, D.; HÖTZEL, M.J.; UNGERFELD, R. Minimising the stress of weaning  
463 of beef calves: A review. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.53, p.1–8, 2011. DOI:  
464 10.1186/1751-0147-53-28.

465

466 FAGLIARI, J.J.; SANTANA, A.E.; LUCAS, F.A.; CAMPOS, E.; CURI, P.R.  
467 Constituintes sangüíneos de bovinos lactantes, desmamados e adultos das raças Nelore  
468 (Bos indicus) e Holandesa (Bos taurus) e de bubalinos (Bubalus bubalis) da raça  
469 Murrah. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, p.263–271, 1998.

470

471 FAIRWEATHER-TAIT, S.J.; COLLINGS, R.; HURST, R. Selenium bioavailability :  
472 current knowledge and future research. **The American Journal of Clinical Nutrition**,  
473 v.91, p.1484S–91S, 2010. DOI: 10.3945/ajcn.2010.28674J.The.

474

475 GALYEAN, M.L.; PERINO, L.J.; DUFF, G.C. Interaction of cattle health/immunity  
476 and nutrition. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1120–1134, 1999.

477

478 GANDA, E.K.; BISINOTTO, R.S.; VASQUEZ, A.K.; TEIXEIRA, A.G. V;  
479 MACHADO, V.S.; FODITSCH, C.; BICALHO, M.; LIMA, F.S.; STEPHENS, L.;  
480 GOMES, M.S.; DIAS, J.M.; BICALHO, R.C. Effects of injectable trace mineral  
481 supplementation in lactating dairy cows with elevated somatic cell counts. **Journal of**  
482 **Dairy Science**, v.99, p.7319–7329, 2016. DOI: 10.3168/jds.2016-10989.

483

484 GENTHER-SCHROEDER, O.N.; HANSEN, S.L. Effect of a multielement trace  
485 mineral injection before transit stress on inflammatory response, growth performance,  
486 and carcass characteristics of beef steers. **Journal of Animal Science**, v.93, p.1767–  
487 1779, 2015. DOI: 10.2527/jas.2014-8709.

488

489 HAASE, H.; MOCHEGANI, E.; RINK, L. Correlation between zinc status and  
490 immune function in the elderly. **Biogerontology**, v.7, p.421–428, 2006. DOI:  
491 10.1007/s10522-006-9057-3.

492

- 493 HALL, J.A.; HARWELL, A.M.; SAUN, R.J. VAN; VORACHEK, W.R.; STEWART,  
494 W.C.; GALBRAITH, M.L.; HOOPER, K.J.; HUNTER, J.K.; MOSHER, W.D.;  
495 PIRELLI, G.J. Agronomic biofortification with selenium: Effects on whole blood  
496 selenium and humoral immunity in beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**,  
497 v.164, p.184–190, 2011. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2011.01.009.  
498
- 499 HALL, J.E. **Guyton E Hall Tratado De Fisiologia Médica**. [s.l.] Elsevier Brasil, 2017.  
500
- 501 HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. **Revista Brasileira**  
502 **de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 1, p. 54–64, 2000.  
503
- 504 HODGSON, J.G. **Grazing management: science into practice**. [s.l.] Longman  
505 Scientific & Technical, Longman Group, London, UK 1990.  
506
- 507 IBGE. **Mapa de solos do Brasil**. Rio de Janeiro, 2001.  
508
- 509 IBGE. **Censo Agropecuário 2006/2017**. Disponível em:  
510 <[https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/index.html](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html)>,  
511 Acesso em: 4 jun. 2018.  
512
- 513 KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic**  
514 **Animals ( Sixth Edition )**. [s.l.] Elsevier Science, 2014. DOI:  
515 <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-370491-7.00031-3>.  
516
- 517 KEER, M.G. **Exames laboratoriais em medicina veterinária: bioquímica clínica e**  
518 **hematologia**. [s.l.] Roca, 2003. 436p.  
519
- 520 KOLLER, L.; SOUTH, P.; EXON, J.; WHITBECK, G.; MAAS, J. **Selenium**  
521 **deficiency of beef cattle in Idaho and Wash- ington and a practical means of**  
522 **prevention**. [s.l.] The Cornell Veterinarian, 1983. v.73 323-332p.  
523

- 524 KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Handbuch der Klimatologie: Das geographische System**  
525 **der Klimate**. Berlin: Borntraeger Science Publishers, 1936. v.35 1-44p.DOI:  
526 10.3354/cr01204.
- 527
- 528 LEPSCH, I.F. **Formação e conservação dos Solos**. [s.l.] Oficina de Textos, 2010.  
529 215p.
- 530
- 531 MAAS, J.; PEAUROI, J.R.; TONJES, T.; KARLONAS, J.; GALEY, F.D.; HAN, B.  
532 Intramuscular selenium administration in selenium-deficient cattle. **Journal of**  
533 **Veterinary Internal Medicine**, v.7, p.342–348, 1993.
- 534
- 535 MACHADO, V.S.; OIKONOMOU, G.; LIMA, S.F.; BICALHO, M.L.S.; KACAR, C.;  
536 FODITSCH, C.; FELIPPE, M.J.; GILBERT, R.O.; BICALHO, R.C. The effect of  
537 injectable trace minerals (selenium, copper, zinc, and manganese) on peripheral blood  
538 leukocyte activity and serum superoxide dismutase activity of lactating Holstein cows.  
539 **Veterinary Journal**, v.200, p.299–304, 2014. DOI: 10.1016/j.tvjl.2014.02.026.
- 540
- 541 MCDOWELL, L.R. Feeding minerals to cattle on pasture. **Animal Feed Science and**  
542 **Technology**, v.60, p.247–271, 1996. DOI: 10.1016/j.cvfa.2011.02.004.
- 543
- 544 MORAES, S.S. **Importância da suplementação mineral para bovinos de corte**.  
545 26. ed. [s.l.]: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, 2001. 26p.
- 546
- 547 MUNDELL, L.R.; JAEGER, J.R.; WAGGONER, J.W.; STEVENSON, J.S.;  
548 GRIEGER, D.M.; PACHECO, L.A.; BOLTE, J.W.; AUBEL, N.A.; ECKERLE, G.J.;  
549 MACEK, M.J.; ENSLEY, S.M.; HAVENGA, L.J.; OLSON, K.C. Effects of prepartum  
550 and postpartum bolus injections of trace minerals on performance of beef cows and  
551 calves grazing native range1, 2. **The Professional Animal Scientist**, v.28, p.82–88,  
552 2012. DOI: [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30318-1](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30318-1).
- 553
- 554 NIEDERMAYER, E.K.; GENTHER-SCHROEDER, O.N.; LOY, D.D.; HANSEN, S.L.  
555 The effects of injectable trace minerals on growth performance and mineral status of  
556 Angus beef steers raised in a natural feedlot program. **Professional Animal Scientist**,

- 557 v.33, p.186–193, 2017. DOI: 10.15232/pas.2016-01570.  
558
- 559 NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle: Eighth Revised Edition**. 8th ed.  
560 National Academies Press, 2016.  
561
- 562 PEIXOTO, P.V.; MALAFAIA, P.; BARBOSA, J.D.; TOKARNIA, C.H. Princípios de  
563 suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.25, p.195–  
564 200, 2005. DOI: 10.1590/S0100-736X2005000300011.  
565
- 566 POGGE, D.J.; RICHTER, E.L.; DREWNOSKI, M.E.; HANSEN, S.L. Mineral  
567 concentrations of plasma and liver after injection with a trace mineral complex differ  
568 among angus and simmental cattle. **Journal of Animal Science**, v.90, p.2692–2698,  
569 2012. DOI: 10.2527/jas.2012-4482.  
570
- 571 POTT, E.B.; CATTO, J.B.; BRUM, P.A.R. DE. Períodos críticos de alimentação para  
572 bovinos em pastagens nativas, no Pantanal Mato-Grossense. **Pesquisa Agropecuária**  
573 **Brasileira**, v.24, p.1427–1432, 1989.  
574
- 575 PRADA, F.; MENDONÇA, C.X. DE; CARCIOFI, A.C. Concentração de cobre e  
576 molibdênio em algumas plantas forrageiras do Estado do Mato Grosso do Sul.  
577 **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.35, p.275–278,  
578 1998. DOI: 10.1590/S1413-95961998000600009.  
579
- 580 RICHESON, J.T.; KEGLEY, E.B. Effect of supplemental trace minerals from injection  
581 on health and performance of highly stressed, newly received beef heifers. **The**  
582 **Professional Animal Scientist**, v.27, p.461–466, 2011. DOI: 10.15232/S1080-  
583 7446(15)30519-2.  
584
- 585 RIOS, E. P.; THOMPSON, M. **Biomass Brasileiros**. [s.l.] Editora Melhoramentos,  
586 2013.  
587
- 588 RODELA, L.G. Unidades de vegetação e pastagens nativas do Pantanal da  
589 Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. **Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo**,

590 p.252, 2006.

591

592 ROOKE, J. A.; ROBINSON, J.J.; ARTHUR, J.R. Effects of vitamin E and selenium on  
593 the performance and immune status of ewes and lambs. **The Journal of Agricultural**  
594 **Science**, v.142, p.253–262, 2004. DOI: 10.1017/S0021859604004368.

595

596 SAKER, K.E. Nutrition and Immune Function. **Veterinary Clinics of North America -**  
597 **Small Animal Practice**, v.36, p.1199–1224, 2006. DOI: 10.1016/j.cvsm.2006.09.001.

598

599 SILVA, C.J.; SANCHES, L.; BLEICH, M.E.; LOBO, F.A.; NOGUEIRA, J.S. Produção  
600 de serrapilheira no Cerrado e Floresta de Transição Amazônia-Cerrado do Centro-Oeste  
601 Brasileiro. **Acta Amazônica**, v.37, p.543–548, 2007. DOI: 10.1590/S0044-  
602 59672007000400009.

603

604 SILVEIRA, J.C.; MCMANUS, C.; MASCIOLI, A. DOS S.; SILVA, L.O.C.;  
605 SILVEIRA, A.C.; GARCIA, J.A.S.; LOUVANDINI, H. Fatores Ambientais e  
606 Parâmetros Genéticos para Características Produtivas e Reprodutivas em um Rebanho  
607 Nelore no Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33,  
608 p.1432–1444, 2004.

609

610 SIMOES, A.R.P.; MOURA, A.D. DE; ROCHA, D.T. DA. Avaliação econômica  
611 comparativa de sistemas de produção de gado de corte sob condições de risco no Mato  
612 Grosso do Sul. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.5, p.51–72, 2006.

613

614 SOUZA, P.M. Perfil bioquímico sérico de bovinos das raças Gir, Holandesa e  
615 Girolanda, criados no Estado de São Paulo - Influência de fatores de variabilidade  
616 etários e sexuais. **Doutorado-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,**  
617 **Universidade de São Paulo, São Paulo**, p.243, 1997.

618

619 SOUZA, R. **Geografia do Brasil**. [s.l.] Editora Áudio Ltda., 2013.

620

621 SPEARS, J.W.; WEISS, W.P. INVITED REVIEW: Mineral and vitamin nutrition in  
622 ruminants 1. **The Professional Animal Scientist**, v.30, p.180–191, 2014. DOI:

623 10.15232/S1080-7446(15)30103-0.

624

625 STOCKHAM, S.L.; SCOTT, M.A. **Fundamentals of Veterinary Clinical Pathology.**

626 [s.l.] Wiley, 2008. 908p. DOI: 10.1111/1911-3838.12085.

627

628 SUTTLE, N. **Mineral Nutrition of Livestock, 4th Edition.** 4.ed. [s.l.] CABI, 2010. 1-

629 587p. DOI: 10.1079/9781845934729.0000.

630

631 TABELEÃO, V.C.; DEL PINO, F.A.B.; GOULART, M.A.; Weiser, A.M.;

632 SCHWEGLER, E.; MOURA, S.V.M.; SILVA, V.M.; ROSS, T.B.; GIL-TURNES, C.;

633 GONZÁLEZ, F.H.D.; CORRÊA, M.N. Caracterização dos parâmetros ruminais e

634 metabólicos de cordeiros mantidos em pastagem nativa. **Ciência Animal Brasileira,**

635 v. 8, n. 4, p. 639–646, 2007.

636

637 THRALL, M.. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária.** [s.l.] Roca, 2007.

638 582p.

639

640 TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P.V. Deficiências minerais em

641 animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa**

642 **Veterinária Brasileira,** v.20, p.127–138, 2000. DOI: 10.1590/S0100-

643 736X2000000300007.

644

645 TORAL, F.L.B.; SILVA, L.O.C.; MARTINS, E.N.; GONDO, A.; SIMONELLI, S.M.

646 Interação Genótipo x Ambiente em Características de Crescimento de Bovinos da Raça

647 Nelore no Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.33, p.1445–1455,

648 2004. DOI: 10.1590/S1516-35982004000600011.

649

650 VALLEE, B.L.; FALCHUK, K.H. **The biochemical basis of zinc physiology.** The

651 American Physiological Society. v.73, p. 79-118, 1993. DOI:

652 10.1152/physrev.1993.73.1.79.

653

654

655 **MICROMINERAIS INJETÁVEIS PARA BEZERROS DE CORTE NA FASE**  
656 **DA DESMAMA <sup>1</sup>**

657 **Camila da Silva Pereira<sup>1</sup>, Gumercindo Lorian Franco<sup>2\*</sup>**

658

659 <sup>1</sup>Dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada à UFMS.

660 <sup>2</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia  
661 FAMEZ/UFMS, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

662 \*Endereço para correspondência: gumercindo.franco@ufms.br

663

664 **RESUMO** - Nos diferentes sistemas de produção, os bezerros na desmama estão  
665 suscetíveis a uma grande variedade de fatores estressantes como vacinações, marcações  
666 a ferro e transporte, sendo ideal que estes apresentem um *status* de microminerais  
667 adequado durante este período. Objetivou-se verificar o efeito da utilização de  
668 microminerais injetáveis (MMI) sobre desempenho, concentração das enzimas  
669 glutaciona peroxidase (GPx), superóxido dismutase (SOD) e variáveis bioquímicas em  
670 bezerros Nelore na fase de desmama sob restrição alimentar. Foram utilizados 30  
671 bezerros Nelore no desmame, com  $7 \pm 1$  meses de idade e  $176,23 \pm 21,68$  kg de peso  
672 corporal (PC). Alocados por 28 dias em pasto de *U. decumbens* e transferidos para  
673 pasto de *U. brizantha* cv Marandu por mais 28 dias. Os tratamentos foram: SORO  
674 (injeção de soro fisiológico) ou MMI (Multimin®; fornecendo: 15 mg Cu/mL, 60 mg  
675 Zn/mL, 10 mg Mn/mL e 5 mg Se/mL). Aplicados via subcutânea na proporção de 1  
676 mL/45kg de PC. Com 28 dias após a aplicação foi observado um aumento ( $P < 0,05$ ) no  
677 PC dos bezerros para ambos os tratamentos. Ao final do experimento, 56 dias após a  
678 aplicação, os animais apresentaram PC menor que dia 0 em ambos os tratamentos  
679 ( $P < 0,05$ ). Os bezerros que receberam MMI tiveram menor peso corporal ( $P < 0,05$ ) no  
680 dia 56 comparado aos que receberam SORO. Não foi observado diferença ( $P > 0,05$ )  
681 entre os tratamentos nas concentrações das enzimas GPx e SOD. Não houve diferença  
682 significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos para os parâmetros sanguíneos, porém estes  
683 mantiveram se dentro ou pouco abaixo do descrito para a espécie. Em condição de  
684 restrição alimentar a utilização de MMI em bezerros desmamados não melhorou o  
685 desempenho animal, não alterou a concentração das enzimas GPx e SOD, nem os  
686 parâmetros sanguíneos.

687

688 **Palavras-Chave:** Estresse oxidativo, glutaciona peroxidase, ruminantes, superóxido  
689 dismutase

690

**INJECTABLE TRECE MINERALS FOR BEEF CALVES ON WEANING**

691

**PHASE**

692  
693 ABSTRACT – In different production systems, calves at weaning phase are susceptible  
694 to a wide variety of stressors factors such as vaccinations, iron markings and transport,  
695 it's ideal they have adequate micromineral status during this period. The objective of  
696 this study was to verify the effect of the use of injectable microminerals (ITM) on  
697 performance, concentration of glutathione peroxidase (GPx), superoxide dismutase  
698 (SOD) and biochemical variables on weaning phase Nellore calves under feed  
699 restriction. Thirty Nellore calves were used at weaning, at  $7 \pm 1$  months of age and  
700  $176.23 \pm 21.68$  kg of body weight (BW). Allocated for 28 days in pasture of *U.*  
701 *decumbens* and transferred to pasture of *U. brizantha* cv Marandu for another 28 days.  
702 The treatments were: SORO (injection of saline solution) or ITM (Multimin®,  
703 providing: 15 mg Cu / mL, 60 mg Zn / mL, 10 mg Mn / mL and 5 mg Se / mL). Applied  
704 subcutaneously in the ratio of 1 mL / 45 kg of BW. At 28 days after application, an  
705 increase ( $P < 0.05$ ) in BW of calves was observed for both treatments. At the end of the  
706 experiment, 56 days after application, the animals had less BW than day 0 in both  
707 treatments ( $P < 0.05$ ). The calves receiving MMI had lower body weight ( $P < 0.05$ ) at  
708 day 56 compared to those receiving SORO. No difference ( $P > 0.05$ ) was observed  
709 between the treatments in the concentrations of the GPx and SOD enzymes. There was  
710 no significant difference ( $P > 0.05$ ) between the treatments for the blood parameters, but  
711 these remained within or slightly below that described for the species. In a feed  
712 restriction condition, the use of ITM in weaned calves did not improve animal  
713 performance, did not change the concentration of GPx and SOD enzymes, nor blood  
714 parameters.

715

716 **Key words:** glutathione peroxidase, oxidative stress, ruminants, superoxide dismutase

717

## 718 1. Introdução

719

720 Como forma de se suprir a carência mineral das forrageiras, os produtores  
721 usualmente fornecem suplementos minerais aos animais. Além da forma tradicional de  
722 se fornecer o suplemento contendo macro e microminerais, como mistura em pó  
723 disponibilizada no cocho para consumo dos animais, mas ainda pode ser fornecida na  
724 forma de blocos ou líquida. É possível fornecer também alguns minerais na forma de  
725 *bolus* intra-ruminais (selênio e cobre) e a suplementação com microminerais injetáveis  
726 (MMI), que contém Cobre (Cu), Manganês (Mn), Selênio (Se) e Zinco (Zn)  
727 (McDowell, 1996; Peixoto *et al.*, 2005).

728 A MMI é recomendada para ruminantes não somente pelas inúmeras funções  
729 que os minerais da fórmula exercem no organismo dos animais, como síntese de  
730 hormônios e enzimas, formação dos ossos e desenvolvimento do sistema nervoso  
731 central, mas também por conta de deficiências subclínicas de microminerais terem  
732 associação com a diminuição no ganho de peso, imunidade, desempenho reprodutivo e  
733 aumento do estresse oxidativo, e a possibilidade de sua utilização de forma estratégica  
734 em momentos de maior necessidade de aporte nutricional nos animais (Brasche, 2015).

735 Na região Centro-oeste do Brasil dentre as categorias animais, os bezerros na  
736 fase de desmama são os que mais têm sua produtividade comprometida, por conta de  
737 um conjunto de fatores. Os animais são desmamados durante o período seco, em que há  
738 menor quantidade e a qualidade das pastagens. Ocorrem o estresse da apartação de suas  
739 mães, vacinações, podem ocorrer transportes para outras fazendas, além da marcação a  
740 ferro e o próprio desafio de se tornar um ruminante totalmente funcional (Enríquez *et*  
741 *al.*, 2011; Pott *et al.*, 1989; Richeson e Kegley, 2011).

742 Nesse sentido, a administração de microminerais via parenteral pode ser um  
743 método eficiente em garantir que estes animais recebam níveis adequados desses  
744 minerais durante esse período, adicionalmente à suplementação mineral via dieta, o que  
745 pode acarretar em efeitos positivos sobre a saúde e desempenho desses animais.

746 Objetivou-se verificar o efeito da utilização de microminerais injetáveis (MMI)  
747 sobre desempenho, concentração de algumas enzimas do estresse oxidativos (glutathione  
748 peroxidase e superóxido dismutase) e variáveis bioquímicas (albumina, aspartato  
749 aminotransferase,  $\gamma$ -Glutamyltransferase, proteína total e ureia) em bezerros Nelore na  
750 desmama sob restrição alimentar.

751

## 752 **2. Material e métodos**

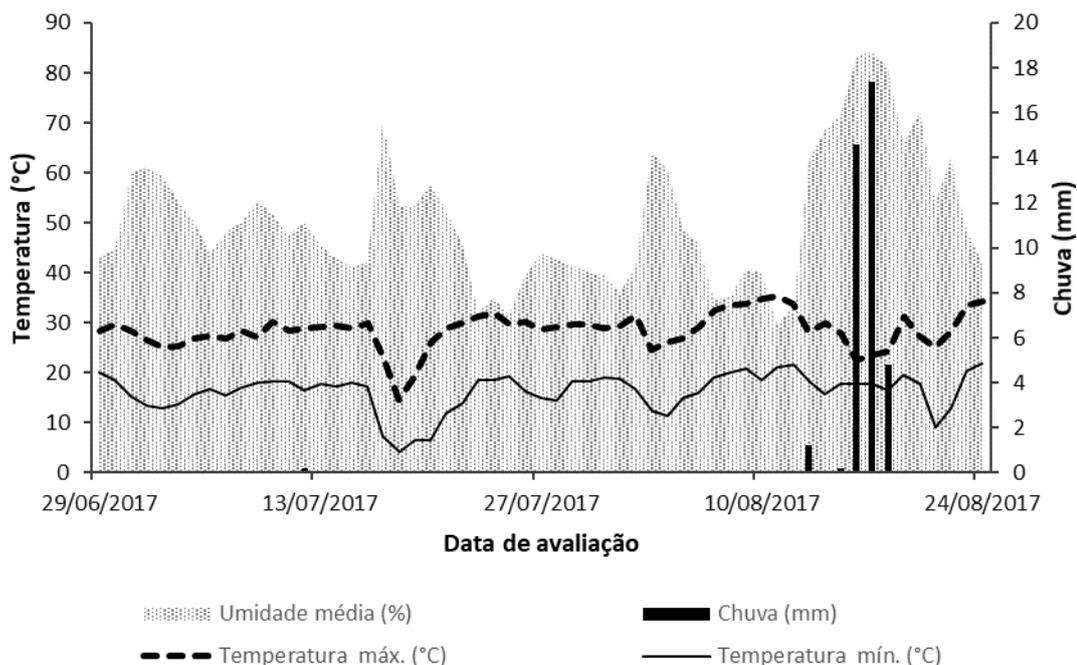
753

### 754 **2.1. Local e condições climáticas**

755

756 O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da Faculdade de Medicina  
757 Veterinária e Zootecnia pertencente à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,  
758 localizada em Terenos – MS, a 918 metros de altitude, tendo como coordenadas  
759 geográficas 20° 26 de latitude Sul e 45° 50 de longitude Oeste de Greenwich (Google  
760 Maps, 2016). O período experimental foi de 29 de junho a 24 de agosto de 2017,  
761 compreendendo quase todo o inverno. O experimento foi aprovado pela Comissão de  
762 Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFMS sob o protocolo nº 754/2016.

763 Durante o período experimental as temperaturas variaram entre a máxima de  
764 35,2 °C e mínima 4,3 °C, com mediana da temperatura de 21,2 °C. A média de umidade  
765 relativa do ar foi de 52% com pico máximo de 95% e mínimo de 17% e um acumulado  
766 de chuva de 38,4 milímetros (Figura 1) (INMET, 2017).



767

768 Figura 1 - Precipitação pluviométrica, temperatura máxima e mínima e umidade média  
 769 durante o experimento (junho a agosto de 2017), na Fazenda Escola da UFMS, Terenos,  
 770 Brasil.

771

## 772 2.2. Animais, tratamentos e amostras

773

774 Foram utilizados trinta bezerros Nelore, nove machos e vinte e uma fêmeas, com  
 775 idade de  $7 \pm 1$  mês e peso corporal (PC) inicial de  $176,23 \pm 21,68$  kg. Foi adotado o  
 776 modo tradicional de desmama, em que os animais foram separados de suas mães e  
 777 alocados no mangueiro, para dar início ao período experimental.

778

779 Os tratamentos experimentais foram distribuídos de forma previamente  
 780 randomizada, de modo que a quantidade de machos e fêmeas em ambos os tratamentos  
 781 fosse equilibrada. Os tratamentos foram aplicados de maneira subcutânea, sendo estes:  
 782 Soro, injeção de soro fisiológico (1 mL/45kg de PC) e MMI, suplemento mineral  
 783 injetável (Multimin 90; MultiMin USA, Inc., Fort Collins, CO (Composição: 15 mg de  
 Cu/mL, 5 mg de Se/mL, 10 mg de Mn/mL e 60 mg de Zn/mL) (1 mL/45kg de PC).

784 Os animais foram pesados em balança acoplada ao tronco de contenção nos dias 0  
785 (desmama), 28 e 56 dias para avaliação no ganho de peso.

786 As amostras de sangue foram colhidas no dia 0 antes da aplicação dos  
787 tratamentos e nos dias 2, 4, 7, 14, 28 e 56 após a desmama, por meio de venopunção  
788 jugular em tubo tipo Vacutainer® contendo Heparina de Sódio. As amostras foram  
789 mantidas em caixa térmica contendo gelo até chegarem no laboratório. Já no  
790 Laboratório de Metabolismo Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia  
791 (FAMEZ) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), as mesmas foram  
792 centrifugadas a 3000 rpm por 15 min e o plasma transferido para tubos tipo  
793 Eppendorf®, sendo armazenados a -20°C até o momento da análise.

794 As análises de glutathione peroxidase e superóxido dismutase, foram realizadas a  
795 partir de kits enzimáticos, *Superoxide Dismutase Assay Kit*® e *Glutathione Peroxidase*  
796 *Assay Kit*® (Cayman Chemical Company; Ann Arbor, Michigan, EUA) no Laboratório  
797 de Biologia Molecular da FAMEZ/UFMS, seguindo as especificações técnicas do  
798 fabricante.

799 As variáveis plasmáticas, albumina (Alb), aspartato aminotransferase (AST)  
800 proteína total (PT), ureia, e  $\gamma$ -Glutamyltransferase (GGT) foram analisadas pelo  
801 Laboratório de Patologia Clínica também na FAMEZ/UFMS, conforme metodologia  
802 especificada nos kits utilizados no equipamento Cobas® c 111(F. Hoffmann-La Roche  
803 Ltd, Basileia, Suíça): *Albumin Gen.2; Urea /BUN; Aspartate aminotransferase (AST)*  
804 *with/without pyridoxal phosphate activation; Total Proteins Gen. 2 monochromatic;  $\gamma$ -*  
805 *Glutamyltransferase ver.2.*

806

807 Os animais foram mantidos por 28 dias no Piquete A, com 2,76 hectares de  
808 *Urochloa decumbens* e realocados por mais 28 dias no Piquete B, com 2,95 hectares de  
809 *Urochloa brizantha* cv. Marandu (Piquete B), ambos providos de bebedouro.

810 A oferta de massa de forragem e a qualidade do pasto foi aferida durante o  
811 experimento nos dias 0, 28 e 56. Para calcular a oferta de massa de forragem no piquete, de  
812 maneira aleatória, era lançado um quadrado em metal com área conhecida e amostrava-se a  
813 área do pasto que estava dentro do quadrado a 5 cm do solo, repetindo-se até obter a quantia  
814 de 10 pontos de amostragem no piquete avaliado (Carvalho *et al.*, 2008; Euclides *et al.*,  
815 1992).

816 Já as amostras para qualidade da forragem foram colhidas conforme método  
817 descrito por descrita por Euclides et al. (1992), observando o hábito e a altura do pastejo  
818 dos bovinos e simulação a colheita da forragem com as mãos. Estas foram imediatamente  
819 encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal da FAMEZ/UFMS. E analisadas  
820 segundo as metodologias do AOAC (1990) para determinar o teor de matéria seca (MS;  
821 cód. 930.15), proteína bruta (PB; cód. 955.04), matéria mineral (MM; cód. 942.05) e  
822 extrato etéreo (EE; 954.02), e de acordo com a metodologia de Van Soest *et al.* (1991),  
823 para determinar a fibra em detergente neutro (FDN). A disponibilidade da massa de  
824 forragem e a composição dos pastos durante o experimento é apresentada a seguir  
825 (Tabela 1).

826

827

828 Tabela 1 - Composição química e quantitativa dos capins *Urochloa decumbens*  
 829 (Piquete A) e *Urochloa brizantha* cv. Marandu (Piquete B).

Itens <sup>1</sup>	Piquete A		Piquete B	
	Dia 0	Dia 28	Dia 28	Dia 56
MS (g/kg)	326,23	540,43	279,35	266,44
<i>g/kg de MS</i>				
PB	76,23	44,42	103,62	141,59
FDN	748,99	751,01	636,64	694,71
FDA	395,93	422,78	314,14	310,90
EE	19,07	21,20	29,71	19,66
MM	75,71	72,52	89,75	99,04
CNF	79,99	110,84	140,27	45,01
Massa Forragem (T de MS/ha)	1,353	1,041	0,546	0,379

830 <sup>1</sup>MS, matéria seca; PB, proteína bruta; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido;  
 831 EE, extrato etéreo; CNF, carboidratos não fibrosos ((100-(Cinzas + PB + FDN + EE)) (NRC, 2001);  
 832 MM, matéria mineral (cinzas).  
 833

### 834 2.3. Análises estatísticas

835

836 Todos os dados foram analisados como delineamento inteiramente casualizado e  
 837 foi utilizado o procedimento MIXED do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA, versão  
 838 9,4) com a aproximação Satterthwaite para determinar os graus de liberdade do  
 839 denominador para efeitos fixos. O modelo estatístico utilizado para o GMD continha  
 840 como efeito fixo o tratamento e como variável aleatória sexo e animal (tratamento). Os  
 841 modelos estatísticos para as demais variáveis continham como efeito fixo tratamento,  
 842 dia e as respectivas interações, como variável aleatória sexo, animal (tratamento), e  
 843 como sujeito animal (tratamento). Os valores do dia 0 foram incluídos como covariáveis  
 844 somente para as variáveis PC, SOD, proteína total, albumina e AST pois apresentam  
 845  $P < 0,10$  quando incluídos no modelo. Foi escolhida a estrutura de covariância que  
 846 melhor se ajustou aos dados através do menor critério de informação de Akaike em cada  
 847 análise. As estruturas de covariância utilizadas foram: autoregressiva de ordem 1 (PC,

848 SOD e GSH-Px, proteína total e ureia), toeplitz (albumina, GGT e AST) e composto  
849 simétrica (GMD). A função pdiff foi utilizada quando foi detectada significância no  
850 teste-F e todos os resultados são reportados como lsmeans seguidos por erro padrão da  
851 média (EPM). A significância foi definida quando  $P \leq 0,05$ , e tendências quando  $P > 0,05$   
852 e  $\leq 0,10$ .

853

### 854 **3. Resultados**

855

#### 856 **3.1. Desempenho animal**

857

858 Após a desmama, d28, foi observado aumento ( $P < 0,05$ ) no PC dos bezerros ,  
859 em relação ao observado na desmama (d0) (Tabela 2).

860 Ao final do experimento, d56, animais apresentaram PC menor que no d0, em  
861 ambos os tratamentos ( $P < 0,05$ ). Contudo, houve tendência para efeito de tratamento no  
862 d56, no qual animais do tratamento SORO terminaram com PC superior ( $P < 0,07$ ) aos  
863 bezerros do tratamento MMI.

864 Foi encontrada tendência ( $P = 0,0745$ ) para efeito de sexo das onde as fêmeas  
865 apresentaram menor PC que os machos,  $175,64 \pm 0,71$  kg e  $178,07 \pm 0,71$  kg,  
866 respectivamente.

867

868

869 Tabela 2 - Efeito dos microminerais injetáveis sobre o desempenho de bezerros

Variáveis <sup>1</sup>	Tratamentos <sup>2</sup>		EPM <sup>3</sup>	P-value <sup>4</sup>		
	SORO	MMI		Trat	Dia	Trat × dia
PC (kg)				0,83	<0,0001	0,07
d 0 (desmame)	176,66 <sup>B</sup>	176,78 <sup>B</sup>	1,24			
d 28	179,80 <sup>A</sup>	181,78 <sup>A</sup>	1,24			
d 56	174,50 <sup>Ca</sup>	171,64 <sup>Cb</sup>	1,24			
GMD (kg/d)				0,27	<0,0001	0,087
d 0 ao d 28	0,126	0,199	0,05	0,33		
d 28 ao d 56	-0,177 <sup>a</sup>	-0,345 <sup>b</sup>	0,06	0,05		
d 0 a d 56	-0,026	-0,073	0,03	0,22		

870 <sup>1</sup>PC, peso corporal; GMD, ganho médio diário.871 <sup>2</sup>Tratamentos: SORO, injeção de solução salina (1 mL/45 kg de PC), MMI, microminerais injetável (1  
872 mL/45 kg de PC). Diferentes letras maiúsculas na mesma coluna ou minúsculas na mesma linha diferem  
873 estatisticamente ( $P \leq 0,05$ ).874 <sup>3</sup>Erro padrão da média.875 <sup>4</sup>Trat, efeito de tratamento; Dia, efeito de dia; Trat × dia, interação entre tratamento e dia.

876

877 O ganho médio diário (GMD) no período do d0 ao d28 os bezerros de ambos os  
878 tratamentos obtiveram GMD superior ( $P < 0,05$ ) em relação ao período de d28 ao d56.  
879 No entanto, animais sob tratamento com SORO apresentaram menor ( $P < 0,05$ ) perda de  
880 peso que os animais do tratamento com MMI.

881 De forma semelhante ao PC, o sexo apresentou tendência ( $P = 0,0610$ ) sob o  
882 GMD, em que as fêmeas obtiveram menor GMD que os machos, sendo de  $-0,075 \pm 0,02$   
883 kg/dia para fêmeas e  $0,0001 \pm 0,02$  kg/dia para machos.

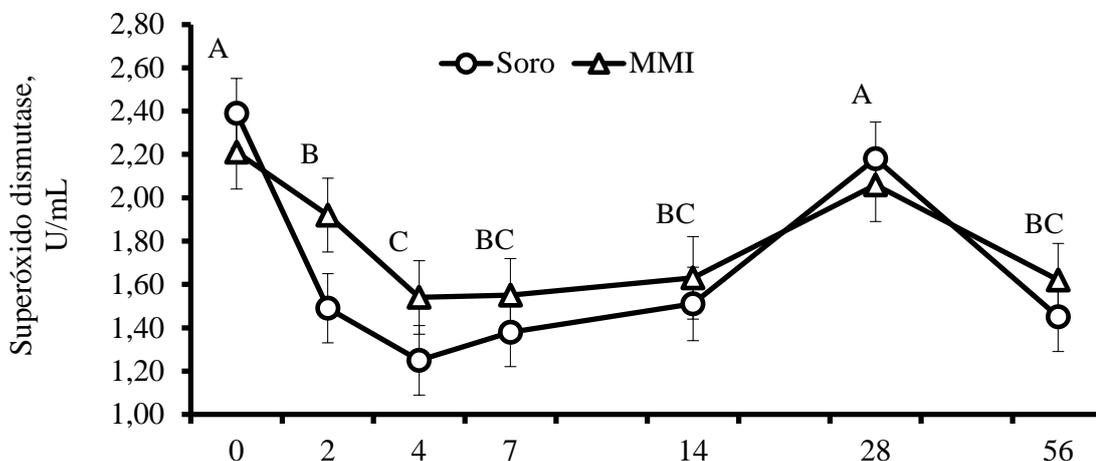
884

885 **3.2. Análise das enzimas SOD e GPx**

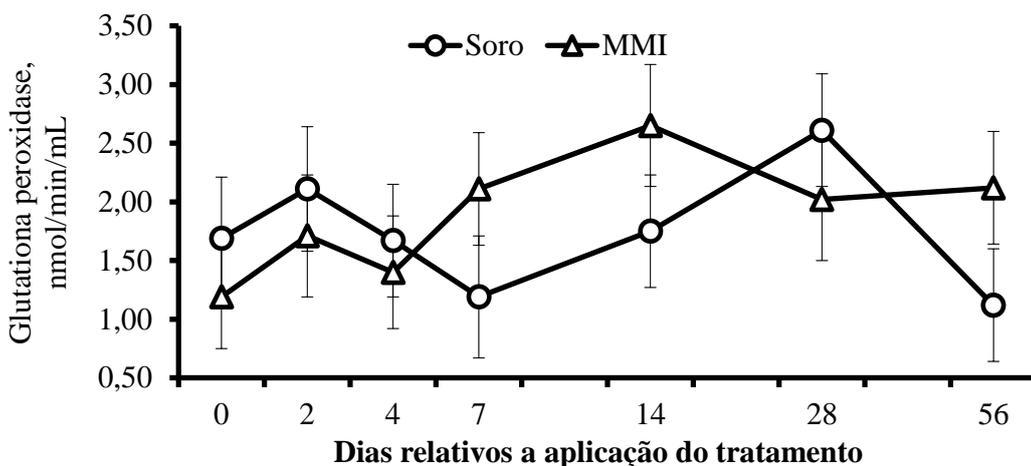
886

887 Para a enzima superóxido dismutase (SOD) houve efeito do dia de colheita  
888 ( $P < 0,0001$ ) (Figura 2), em que no d0 e d28 os animais apresentaram as maiores  
889 concentrações de SOD (2,29 e 2,16 U/mL SOD, respectivamente) e d4 e d7 as menores  
890 concentrações (1,34 e 1,43 U/mL SOD, respectivamente). Porém, não diferiram

891 estatisticamente do d14 e d56 (1,53 e 1,56 U/mL SOD). Não foi observada diferença  
 892 significativa entre os tratamentos ( $P = 0,29$ ) nem interação entre tratamento x dia ( $P =$   
 893 0,29).



894  
895



896  
897

898

899 **Figura 2.** Efeito dos microminerais injetáveis (MMI) sobre a concentração das enzimas  
 900 superóxido dismutase (U/mL) e glutaciona peroxidase (nmol/min/mL) em bezerros sob  
 901 restrição alimentar.

902 Tratamentos: SORO, injeção de soro fisiológico (1 mL/45kg de PC), MMI, suplemento  
 903 mineral injetável (1 mL/45kg de PC). Barras verticais representam o erro padrão da  
 904 média.

905 A enzima glutationa peroxidase (GPx) não apresentou diferença significativa  
 906 para tratamento ( $P = 0,60$ ), dia de colheita ( $P = 0,47$ ), nem interação tratamento x dia ( $P$   
 907  $= 0,35$ ). Os tratamentos SORO e MMI apresentaram concentrações de 1,76 e 1,88  
 908 nmol/min/mL, respectivamente.

909

### 910 3.3. Análise das variáveis bioquímicas Alb, AST, GGT, Pt e Ureia

911

912 Não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) (Tabela 3) nas variáveis albumina, GGT  
 913 e proteína total para os efeitos de tratamento, dia de colheita nem interações entre  
 914 tratamento x dia.

915

916 Tabela 3 - Efeito dos microminerais injetáveis sobre a bioquímica sanguínea de  
 917 bezerros na desmama

Itens <sup>1</sup>	Tratamentos <sup>2</sup>		EPM <sup>3</sup>	P-value <sup>4</sup>		
	SORO	MMI		Trat	Dia	Trat × dia
Albumina, g/L	27,22	29,22	1,23	0,13	0,65	0,44
AST, U/mL	55,01	54,62	2,73	0,86	<0,0001	0,77
GGT, U/mL	15,90	11,12	2,96	0,26	0,96	0,54
Proteína total, mg/dL	50,68	53,00	1,56	0,29	0,02	0,69
Ureia, mg/dL	26,11	24,93	1,16	0,32	<0,0001	0,05

918 <sup>1</sup>AST, Aspartato aminotransferase; GGT,  $\gamma$ -Glutamilttransferase.

919 <sup>2</sup>Tratamentos: SORO, injeção de solução salina (1 mL/45 kg de PC), MMI, microminerais injetável (1  
 920 mL/45 kg de PC).

921 <sup>3</sup>Erro padrão da média.

922 <sup>4</sup>Trat, efeito de tratamento; Dia, efeito de dia; Trat × dia, interação entre tratamento e dia.

923

924 A enzima AST apresentou diferença ( $P < 0,0001$ ) para o dia de colheita, porém  
 925 não houve efeito para tratamento, nem interação tratamento x dia (Tabela 3). Colheitas

926 no d0 e d56 apresentaram concentrações da enzima significativamente maiores que d28  
927 (Tabela 4).

928

929 Tabela 4 – Efeito de dia sob a aplicação de microminerais injetáveis nos parâmetros  
930 bioquímicos AST, Proteína Total e Ureia de bezerros Nelore

Item <sup>1</sup>	Dias <sup>2</sup>			EPM <sup>3</sup>	P-value
	0	28	56		
AST, U/mL	64,44 <sup>a</sup>	43,87 <sup>b</sup>	56,15 <sup>a</sup>	2,73	<0,0001
Proteína total, mg/dL	48,11 <sup>b</sup>	52,27 <sup>a</sup>	55,16 <sup>a</sup>	1,82	0,02
Ureia, mg/dL	21,63 <sup>b</sup>	21,79 <sup>b</sup>	33,13 <sup>a</sup>	1,24	<0,0001

931 <sup>1</sup>AST, Aspartato aminotransferase.

932 <sup>2</sup>Diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem estatisticamente ( $P \leq 0,05$ ).

933 <sup>3</sup>Erro padrão da média.

934

935 As concentrações de proteína total no plasma apresentaram efeito significativo  
936 ( $P < 0,05$ ), em que no d28 e d56 os animais obtiveram maiores concentrações do que d0  
937 (Figura 4). Os níveis plasmáticos de ureia apresentaram-se maiores ( $P < 0,0001$ ) no d56  
938 do que nas colheitas anteriores, d0 e d28. Foi observada interação significativa de  
939 tratamento x dia ( $P = 0,05$ ).

940

## 941 4. Discussão

942

### 943 4.1. Desempenho animal

944

945 O baixo peso dos animais ao final dos 56 dias do experimento (Tabela 2) está  
946 associado principalmente ao período seco do ano, com baixa oferta de massa de  
947 forragem (Tabela 1), e também devido os animais não terem recebido qualquer  
948 suplementação concentrada. Experimentos que avaliaram o potencial dos pastos em  
949 atender as exigências nutricionais também encontraram baixo ganho de peso na época

950 seca. Baião et al. (2005) encontraram GMD da ordem de 0,008 kg/dia para os animais  
951 do tratamento que não recebiam suplementação concentrada durante a época seca em  
952 animais mantidos em capim Marandu.

953 Da mesma forma bezerros desmamados que passaram pelo período seco em  
954 pastagem também apresentaram GMD menores que os suplementados. Apresentando  
955 GMD de 0,070 kg/dia e 0,490 kg/dia, para animais não suplementados e suplementados,  
956 respectivamente. O desempenho aquém dos bezerros que mantidos exclusivamente em  
957 pastagem ocorreu devido uma menor oferta de massa de forragem e menor valor  
958 nutritivo durante a seca (Euclides et al. (2001).

959 Concordando também com achados de Vedovatto et al. (2019), onde animais  
960 criados a pasto recebendo apenas suplemento mineral durante a seca, apresentaram  
961 maior perda de peso corporal que os demais tratamentos que recebiam algum tipo de  
962 suplementação.

963 Durante a seca há um decréscimo tanto na digestibilidade quanto nos compostos  
964 nitrogenados das plantas, e por consequência um menor aporte de nutrientes para o  
965 crescimento microbiano ruminal, se tornando limitante ao GMD dos bovinos criados em  
966 pastagem recebendo apenas suplemento mineral. Evidenciado em estudo realizado por  
967 Franco et al. (2018), a porção de maior valor nutritivo aos animais, com o avançar do  
968 período seco, as pastagens têm uma grande redução na proporção de folhas e em massa  
969 de forragem, resultando em GMD defasados.

970 Vários estudos encontraram esse menor desempenho nos animais mantidos  
971 exclusivamente a pasto no período seco (Leng, 1990; Zanetti et al., 2000; Paulino et al.,  
972 2001; Detmann et al., 2004; Vieira et al., 2006).

973 No presente estudo a restrição alimentar associada aos MMI levou a uma maior  
974 perda de peso (Tabela 2). Roberts et al. (2016) aplicando MMI juntamente com

975 aplicação ou não da vacina para BVDV (diarreia viral bovina) verificaram que não  
976 houve diferença significativa entre os tratamentos para o GMD nem para consumo de  
977 matéria seca (CMS), contudo houve tendência para menor eficiência de utilização do  
978 alimento ( $GMD \div CMS$ ) nos animais MMI. Os autores sugeriram que o menor GMD no  
979 tratamento MMI pode estar relacionado a uma resposta inflamatória à injeção.

980       Animais que receberam MMI submetidos ao estresse de 20h transporte ou 20h  
981 de jejum, não tiveram melhor peso corporal final, também sob hipótese de que os  
982 novilhos devem ter desenvolvido uma resposta inflamatória ao MMI, porém de acordo  
983 com o intervalo entre as colhidas não foi possível perceber o pico da resposta  
984 inflamatória (Genther-Schroeder e Hansen 2015).

985       Parece haver uma interação entre o nível de estresse do animal e o uso do MMI,  
986 Rauch (2017) submetendo bezerros a dois tipos de desmama, a tradicional ou abrupta  
987 ou em 2 estágios e aplicação de MMI ou SORO, também não observou diferença  
988 significativa dos tratamentos no PC dos animais. Porém animais da desmama em 2  
989 estágios e SORO apresentaram melhor eficiência de utilização do alimento ( $P = 0,05$ )  
990 que os demais tratamentos. O autor concluiu uma possível interação entre o uso de MMI  
991 com o nível de estresse do animal no momento da aplicação, resultando em alterações  
992 no GMD.

993

#### 994 **4.2. Enzimas SOD e GPx**

995

996       Os tratamentos não afetaram as concentrações plasmáticas de superóxido  
997 dismutase (SOD) (Figura 2), nem da enzima glutathiona peroxidase (GPx). Similar ao  
998 observado por Teixeira *et al.* (2014), pois a concentração da enzima SOD pode estar  
999 associado a idade do animal, sendo ótimo indicador de inflamação em vacas, no entanto

1000 em bezeros pode ter sua concentração alterada conforme eventos estressantes que este  
1001 possa sofrer.

1002 Apesar da enzima GPx ter sua concentração alterada com a aplicação de Se,  
1003 como obtido no experimento de Maas et al. (1993), o mesmo não foi observado neste  
1004 experimento (Figura 2). Podendo estar relacionado a limitação de nutrientes na dieta em  
1005 quantidade (Tabela 1), levando o animal a não expressar diferença na concentração da  
1006 enzima.

1007

#### 1008 **4.3. Parâmetros sanguíneos Alb, AST, GGT, PT e Ur**

1009

1010 Os níveis médios de albumina observados neste trabalho estiveram ligeiramente  
1011 abaixo do descrito por Kaneko *et al.*, (2008). Silva et al.(2017) também encontraram  
1012 concentrações de albumina pouco abaixo do recomendado em bezerras Nelore  
1013 desmamadas mantidos apenas em pastagem, destacando o efeito da sazonalidade das  
1014 forrageiras na região do Brasil Central que reflete diretamente na disponibilidade de  
1015 nutrientes para o metabolismo animal, mais especificamente proteína, na dieta.

1016 Além da variação sazonal interferir na concentração de albumina, o tipo de solo  
1017 também pode alterar nos constituintes da forrageira, em que animais sob a mesma  
1018 pastagem (*Urochloa decumbens*), quando em solo arenoso os bovinos apresentaram  
1019 menor concentração de albumina no inverno, já quando em solo argiloso apresentaram  
1020 menor concentração no outono (Morais et al., 2000).

1021 Apesar dos níveis plasmáticos da enzima AST não serem significativas (Tabela  
1022 3) para tratamento ou interação tratamento x dia, apresentou concentrações abaixo dos  
1023 valores descritos por Kaneko *et al.* (2008).

1024 Baixas concentrações desta enzima são associadas à possíveis deficiências de  
1025 vitamina B6 (Piridoxina), precursora da enzima AST, que em condições severas de

1026 carência é extremamente prejudicial à saúde dos animais (Johnson et al., 1950;  
1027 Rossouw et al., 1978).

1028 Contudo Fagliari et al. (1998) e Moraes *et al.* (2000) utilizando bezerros  
1029 desmamados obtiveram valores muito próximos do obtido no presente trabalho, nos  
1030 quais as forragens apresentaram menor qualidade, indicando uma possível interação  
1031 entre a idade e/ou a qualidade dos pastos sobre esta variável da bioquímica sanguínea.

1032 Os valores de GGT obtidos se mantiveram dentro do normal para a espécie  
1033 (Kaneko et. al. 2008). Corroborando com os achados de Fagliari *et al.* (1998) que  
1034 encontraram valores médios muito próximos aos obtidos no presente trabalho em  
1035 animais Nelore desmamados.

1036 Maiores alterações nesta enzima estão principalmente associados a idade, mais  
1037 especificamente a ingestão de colostro, como observado por alguns autores, a  
1038 concentração da GGT tende a ser maior nas primeiras horas de vida e ao longo dos  
1039 meses reduz nos bezerros até os níveis descritos para a espécie (Coppo et al., 2000;  
1040 Fagliari et al., 1998; Zanker et al., 2001).

1041 As concentrações de proteína total estiveram abaixo do descrito por Kaneko et  
1042 al. (2008), também observado por Fagliari et al.(1998) em bezerros na desmama.

1043 A desmama tradicional, separação abrupta e definitiva do bezerro e a vaca, pode  
1044 alterar os parâmetros indicativos de estresse como observado por Blanco *et al.* (2009) ,  
1045 ao qual no momento da desmama os parâmetros sanguíneos de rápida resposta sofrem  
1046 alterações momentâneas.

1047 O estresse da separação dos bezerros de suas mães costumam causar alteração  
1048 comportamentais nos bezerros, estes passam mais tempo vocalizando e caminhando do  
1049 que efetivamente ingerindo alimento, implicando diretamente no consumo de matéria

1050 seca e conseqüentemente na concentração de proteína total plasmática (Borburema *et*  
1051 *al.*, 2012; Meyer *et al.*, 2005)

1052 As concentrações de ureia plasmática neste trabalho concordam com o descrito  
1053 como intervalo normal para a espécie (Kaneko *et al.* 2008). Nível similar foi observado  
1054 por González *et al.* (2000) em bovinos sob pastagem de grama forquilha (*Paspalum*  
1055 *notatum*) e pega-pega (*Desmodium spp*).

1056 Fagliari *et al.* (1998) porém, encontraram valores inferiores aos obtidos neste  
1057 trabalho, utilizando Nelores desmamados mantidos em capim braquiária (*Urochloa*  
1058 *decumbens*), Os níveis de ureia podem ser aumentados devido distúrbios, como  
1059 hemorragia, mas também pela quantidade de proteína na dieta. O inverso porém, níveis  
1060 mais baixos de ureia no sangue, podem ser resultantes do anabolismo, frequentemente  
1061 observado em animais jovens em crescimento (Duncan e Prasse, 2003; Meyer e Harvey,  
1062 2004).

1063 Ao observar os parâmetros sanguíneos analisados, ficou evidente que os animais  
1064 passaram por restrição alimentar, pois foram obtidas baixas concentrações de albumina  
1065 e proteína total, ambos relacionados à ingestão de proteína.

1066

## 1067 **5. Conclusões**

1068

1069 Na situação de déficit nutricional a suplementação com micromineral injetável  
1070 (MMI) não interferiu na concentração das enzimas de estresse oxidativo, superóxido  
1071 dismutase e glutaciona peroxidase, nem nos metabolitos sanguíneos, albumina, AST,  
1072 GGT, proteína total e ureia. Sob o aspecto de desempenho, o MMI não melhorou o  
1073 desempenho dos animais quando comparado ao tratamento controle.

1074

1075 **6. Referências**

1076

1077 AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1990. Official Methods of  
1078 Analysis 1, 552. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013135>

1079

1080 Baião, A.A.F., Andrade, I.F., Baião, E.A.M., Al., E., 2005. Levels of concentrate for  
1081 grazing Nelore crossbred steers in the dry period of the year. *Ciência e*  
1082 *Agrotecnologia* 29, 1258–1264.

1083

1084 Barini, A.C., 2007. Bioquímica sérica de bovinos (*Bos taurus*) sadios da raça Curraleiro  
1085 de diferentes idades. Dissertação de Mestrado em Ciência Animal, Universidade  
1086 Federal de Goiás, Goiânia, GO. 40p

1087

1088 Bicalho, M.L.S., Lima, F.S., Ganda, E.K., Foditsch, C., Meira, E.B.S., Machado, V.S.,  
1089 Teixeira, A.G.V., Oikonomou, G., Gilbert, R.O., Bicalho, R.C., 2014. Effect of  
1090 trace mineral supplementation on selected minerals, energy metabolites, oxidative  
1091 stress, and immune parameters and its association with uterine diseases in dairy  
1092 cattle. *J. Dairy Sci.* 97, 4281–4295. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7832>

1093

1094 Blanco, M., Casasús, I., Palacio, J., 2009. Effect of age at weaning on the physiological  
1095 stress response and temperament of two beef cattle breeds. *Animal* 3, 108–117.  
1096 [https://doi.org/DOI: 10.1017/S1751731108002978](https://doi.org/DOI:10.1017/S1751731108002978)

1097

- 1098 Borburema, J.B., Cezar, M.F., Marques, D.D., Cunha, M.G.G., Filho, J.M.P., Sousa,  
1099 W.H., Furtado, D.A., Costa, R.G., 2012. Efeito do regime alimentar sobre o perfil  
1100 metabólico de ovinos Santa Inês em confinamento. *Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec.*  
1101 64, 983–990. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000400027>  
1102
- 1103 Brasche, C., 2015. Effect of a Trace Mineral Injection on Beef Cattle Performance.  
1104 Theses Diss. Anim. Sci.  
1105
- 1106 Carvalho, R.C.R., Athayde, A.A.R., Valeriano, A.R., Medeiros, L.T., Pinto, J.C., 2008.  
1107 Methods for determining the availability of forage. *Ciência Prax.* 1, 7–10.  
1108
- 1109 Coppo, J.A., Slanac, N.B., Alcides, L., Capellari, M.A., 2000. Influencia del desarrollo ,  
1110 sexo y tipo de destete sobre algunas Actividades enzimáticas en plasma de terneros  
1111 cruza cebú 68–71.  
1112
- 1113 Detmann, E., Paulino, M.F., Zervoudakis, J.T., Cecon, P.R., De Campos Valadares  
1114 Filho, S., Gonçalves, L.C., Da Silva Cabral, L., Melo, A.J.N., 2004. Níveis de  
1115 proteína bruta em suplementos múltiplos para terminação de novilhos mestiços em  
1116 pastejo durante a época seca: Desempenho produtivo e características de carcaça.  
1117 *Rev. Bras. Zootec.* 33, 169–180. [https://doi.org/10.1590/S1516-](https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000100021)  
1118 [35982004000100021](https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000100021)  
1119

- 1120 Duncan, R.J., Prasse, K.W., 2003. Duncan and Prasse's Veterinary Laboratory  
1121 Medicine: Clinical Pathology. Wiley.
- 1122
- 1123 Enríquez, D., Hötzel, M.J., Ungerfeld, R., 2011. Minimising the stress of weaning of  
1124 beef calves: A review. *Acta Vet. Scand.* 53, 1–8. [https://doi.org/10.1186/1751-](https://doi.org/10.1186/1751-0147-53-28)  
1125 0147-53-28
- 1126
- 1127 Euclides, V.P.B., Euclides Filho, K., Costa, F.P., Figueiredo, G.R. de, 2001.  
1128 Desempenho de novilhos F1s Angus-Nelore em pastagens de *Brachiaria*  
1129 *decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. *Rev. Bras. Zootec.* 30,  
1130 470–481. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000200025>
- 1131
- 1132 Euclides, V.P.B., Macedo, M.C.M., Oliveira, M.P., 1992. Avaliação de diferentes  
1133 métodos de amostragem [para se estimar o valor nutritivo de forragem] sob  
1134 pastejo. *Rev. da Soc. Bras. Zootec.*
- 1135
- 1136 Fagliari, J.J., Santana, A.E., Lucas, F.A., Campos, E., Curi, P.R., 1998. Constituintes  
1137 sangüíneos de bovinos lactantes, desmamados e adultos das raças Nelore (*Bos*  
1138 *indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça  
1139 Murrah. *Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec.* 263–271.
- 1140
- 1141 Franco, G.L., Vedovatto, M., D'Oliveira, M.C., Neto, I.M.C., da Graça Morais, M., da  
1142 Silva Diogo, J.M., 2018. Effect of frequency of protein-energetic supplementation

1143 on the performance and ingestive behavior of Nellore calves kept in a tropical  
1144 pasture in the dry season. *Semin. Ciências Agrárias* 39, 2555–2564.

1145

1146 Genther-Schroeder, O.N., Hansen, S.L., 2015. Effect of a multielement trace mineral  
1147 injection before transit stress on inflammatory response, growth performance, and  
1148 carcass characteristics of beef steers. *J. Anim. Sci.* 93, 1767–1779.  
1149 <https://doi.org/10.2527/jas2014-8709>

1150

1151 González, F.H.D., Conceição, T.R., Siqueira, A.J.S., La Rosa, V.L., 2000. Variações  
1152 sangüíneas de uréia, creatinina, albumina e fósforo em bovinos de corte no rio  
1153 grande do sul. *A hora veterinária* 20, 59–62.

1154

1155 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. Censo Agropecuário  
1156 2006/2017. ISSN 0101-4234

1157

1158 INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 2017. Estação Meteorológica de  
1159 Observação de Superfície Automática [WWW Document]. URL  
1160 [http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg\\_dspDadosCodigo\\_sim.php?QTcwMg==](http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTcwMg==)  
1161 (accessed 9.2.17).

1162

1163 Johnson, B.C., Pinkos, J.A., Burke, K.A., 1950. Pyridoxine Deficiency in the Calf. *J.*  
1164 *Nutr.* 40, 309–322.

1165

- 1166 Kaneko, J.J., Harvey, J.W., Bruss, M.L., 2014. *Clinical Biochemistry of Domestic*  
1167 *Animals* ( Sixth Edition ). Elsevier Science.  
1168 <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-370491-7.00031-3>  
1169
- 1170 Leng, R.A., 1990. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by  
1171 ruminants particularly under tropical conditions. *Nutr. Res. Rev.* 3, 277–303.  
1172 <https://doi.org/10.1079/NRR19900016>  
1173
- 1174 Maas, J., Peuroi, J.R., Tonjes, T., Karlonas, J., Galey, F.D., Han, B., 1993.  
1175 Intramuscular selenium administration in selenium-deficient cattle. *J. Vet. Intern.*  
1176 *Med.* 7, 342–348.  
1177
- 1178 McDowell, L.R., 1996. Feeding minerals to cattle on pasture. *Anim. Feed Sci. Technol.*  
1179 60, 247–271. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2011.02.004>  
1180
- 1181 Meyer, D.J., Harvey, J.W., 2004. *Veterinary Laboratory Medicine: Interpretation &*  
1182 *Diagnosis.* Saunders.  
1183
- 1184 Meyer, D.L., Kerley, M.S., Walker, E.L., Keisler, D.H., Pierce, V.L., Schmidt, T.B.,  
1185 Stahl, C.A., Linville, M.L., Berg, E.P., 2005. Growth rate, body composition, and  
1186 meat tenderness in early vs. traditionally weaned beef calves. *J. Anim. Sci.* 83,  
1187 2752–2761.  
1188

- 1189 Morais, M.G., Rangel, J.M., Madureira, J.S., Silveira, A.C., 2000. Variação sazonal da  
1190 bioquímica clínica de vacas anelradas sob pastejo contínuo de *Brachiaria*  
1191 *decumbens*. *Arq. Bras. Med. Veterinária e Zootec.* 52, 98–104.
- 1192
- 1193 Paulino, M.F., Detmann, E., Zervoudakis, J.T., 2005. Suplementos múltiplos para recria  
1194 e engorda de bovinos em pastejo. *II Simpósio Produção Gado Corte 2*, 187–232.
- 1195
- 1196 Peixoto, P.V., Malafaia, P., Barbosa, J.D., Tokarnia, C.H., 2005. Princípios de  
1197 suplementação mineral em ruminantes. *Pesqui. Vet. Bras.* 25, 195–200.  
1198 <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2005000300011>
- 1199
- 1200 Pott, E.B., Catto, J.B., de Brum, P.A.R., 1989. Períodos críticos de alimentação para  
1201 bovinos em pastagens nativas, no Pantanal Mato-Grossense. *Pesqui. Agropecuária*  
1202 *Bras.* 24, 1427–1432.
- 1203
- 1204 Rauch, J.C., 2017. Evaluation of two-stage weaning and trace mineral injection on  
1205 receiving cattle growth, behavior, and health.
- 1206
- 1207 Rios, E.P., Thompson, M., 2013. *Biomás Brasileiros, Como Eu Ensino*. Editora  
1208 Melhoramentos.
- 1209
- 1210 Roberts, S.L., May, N.D., Brauer, C.L., Gentry, W.W., Weiss, C.P., Jennings, J.S.,  
1211 Richeson, J.T., 2016. Effect of injectable trace mineral administration on health,

- 1212 performance, and vaccine response of newly received feedlot cattle. *Prof. Anim.*  
1213 *Sci.* 32, 842–848. <https://doi.org/10.15232/pas.2016-01543>
- 1214
- 1215 Rossouw, J.E., Labadarios, D., Davis, M., Williams, R., 1978. Vitamin B6 and aspartate  
1216 aminotransferase activity in chronic liver disease. *S. Afr. Med. J.* 53, 436–438.
- 1217
- 1218 Silva, C.J., Sanches, L., Bleich, M.E., Lobo, F.A., Nogueira, J.S., 2007. Produção de  
1219 serrapilheira no Cerrado e Floresta de Transição Amazônia-Cerrado do Centro-  
1220 Oeste Brasileiro. *Acta Amaz.* 37, 543–548. [https://doi.org/10.1590/S0044-](https://doi.org/10.1590/S0044-59672007000400009)  
1221 [59672007000400009](https://doi.org/10.1590/S0044-59672007000400009)
- 1222
- 1223 Suttle, N., 2010. *Mineral Nutrition of Livestock*, 4th Edition, 4th ed, CAB International.  
1224 CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845934729.0000>
- 1225
- 1226 Teixeira, A.G.V., Lima, F.S., Bicalho, M.L.S., Kussler, A., Lima, S.F., Felipe, M.J.,  
1227 Bicalho, R.C., 2014. Erratum to “Effect of an injectable trace mineral supplement  
1228 containing selenium, copper, zinc, and manganese on immunity, health, and  
1229 growth of dairy calves” (*J. Dairy Sci.* 97:4216–4226). *J. Dairy Sci.* 97, 5922.  
1230 <https://doi.org/10.3168/jds.2014-97-9-5922>
- 1231
- 1232 Tokarnia, C.H., Döbereiner, J., Peixoto, P.V., 2000. Deficiências minerais em animais  
1233 de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. *Pesqui. Vet. Bras.* 20,  
1234 127–138. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2000000300007>

1235

1236 Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. The detergent system of analysis  
1237 and its application to human food. *Anal. Diet. fiber food* 123–158.  
1238 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

1239

1240 Vedovatto, M., Meirelles, M.B., Morais, M.G., Abreu, C.L., Neto, I.M.C., Franco, G.L.,  
1241 2019. Performance of Nelore calves in tropical pasture consuming different types  
1242 of concentrated supplements 267–273.

1243

1244 Vieira, A., Lobato, J.F.P., Corrêa, E.S., Torres Júnior, R.A.D.A., Costa, F.P., 2006.  
1245 Desenvolvimento e desempenho reprodutivo de novilhas Nelore criadas a pasto  
1246 nos cerrados do Centro-Oeste brasileiro. *Rev. Bras. Zootec.* 35, 186–192.  
1247 <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000100024>

1248

1249 Zanetti, M.A., Resende, J.M.L., Schalch, F., Miotto, C.M., 2000. Desempenho de  
1250 novilhos consumindo suplemento mineral proteinado convencional ou com uréia.  
1251 *Rev. Bras. Zootec.* 29, 935–939. [https://doi.org/10.1590/S1516-](https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000300040)  
1252 [35982000000300040](https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000300040)

1253

1254 Zanker, I.A., Hammon, H.M., Blum, J.W., 2001. Activities of gamma-  
1255 glutamyltransferase, alkaline phosphatase and aspartate-aminotransferase in  
1256 colostrum, milk and blood plasma of calves fed first colostrum at 0-2, 6-7, 12-13  
1257 and 24-25 h after birth. *J. Vet. Med. A. Physiol. Pathol. Clin. Med.* 48, 179–185.