

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

**DESAPARECIMENTO DE MISTURAS MINERAIS DE LIVRE
CONSUMO PARA BOVINOS A PASTO E SUA ASSOCIAÇÃO
COM A PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA**

Zey Welington Gomes de Souza

Campo Grande, MS

2023

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

**DESAPARECIMENTO DE MISTURAS MINERAIS DE LIVRE
CONSUMO PARA BOVINOS A PASTO E SUA ASSOCIAÇÃO
COM A PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA**

**DISAPPEARANCE OF FREE-CHOICE MINERAL
MIXTURES FOR GRAZING CATTLE AND THEIR
ASSOCIATION WITH RAINFALL**

Zey Welington Gomes de Souza

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo da Costa Gomes

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

Campo Grande, MS, 2023

Dedicatória

Dedico este trabalho aos seres que me ensinaram companheirismo,
amor e que me ajudaram a trilhar esse caminho até a conclusão do
curso. Aos meus pais, Zei e Cleuza, e irmãos, Karollyna, Rhaysa e Ery que me
amparam e me ajudaram durante toda a
trajetória.
Muito Obrigado.

AGRADECIMENTOS

À Deus por nunca me abandonar, abençoando e, permitindo que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, sem dúvida alguma é o maior mestre que alguém pode conhecer.

À minha família, com muito carinho e apoio não mediram esforço para que eu chegasse até esta etapa de minha vida. Minha mãe Cleuza, apesar de todas as dificuldades me fortaleceu, sei que, mesmo longe, a senhora, em momento algum fez com que eu me sentisse sozinho no mundo, me apoiando, incentivando nas horas difíceis, de desânimo e cansaço, e nunca deixou de acreditar em mim.

A esta universidade, seu corpo docente em especial o Prof. Dr. Luís Carlos Vinhas Ítavo obrigado pelos seus ensinamentos, ética e amor a profissão, direção e administração que me oportunizaram a realização para esta titulação de Mestre em Ciência Animal.

A meu orientador Prof. Dr. Rodrigo da Costa Gomes pelas suas correções, dedicação, e disponibilidade em me orientar.

Ao Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte- CNPGC, Embrapa Gado de Corte, por ter disponibilizado instalações e recursos para a realização do trabalho.

À Connan Nutrição Animal pela parceria e efetiva participação no desenvolvimento deste estudo.

A Hugo, Janaina, Gustavo, Danaila, Jessika, Juliana, Priscila, obrigado pelo convívio, pelos momentos de estudos por vídeos conferências, pelas risadas durante esses anos dentro e fora da universidade tornando meus dias mais agradáveis, e principalmente por todo apoio e incentivo. A todos os meus colegas, obrigado pelo tempo que passaram comigo, vocês deixarão saudades.

A todos meus amigos Elisângela, Danielle, Olga, Katia, Silvana Roque, Gaby, Lilian, Marly, Silvana Batista, Tania, Renata, Joseane que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo de mestrado, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente. Ao Wilker companheiro, parceiro de muitos momentos.

Aos amigos e companheiros dos grupos de pesquisa Wallyson, Raul, Nickson por toda ajuda e apoio.

E a todos que direta e indiretamente fizeram parte da minha formação, de coração cabe meu muito obrigado.

Epígrafe

Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar.

Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.

(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

SOUZA, Z. W. G. Desaparecimento de misturas minerais de livre consumo para bovinos a pasto e sua associação com a precipitação pluviométrica. 2023. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Avenida Senador Felinto Muller, 2443, Pioneiros, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil, 2023.

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi avaliar a associação entre chuvas e o desaparecimento de misturas minerais na alimentação de bovinos a pasto. As informações de consumo de suplemento e pluviosidade foram obtidas a partir de cinco experimentos realizados entre 2016 e 2022, todos realizados no período primavera/verão/outono, em Campo Grande, MS, Brasil. Os experimentos duraram de 84 a 126 dias e tiveram de 12 a 18 piquetes formados por *Brachiaria* spp, sob pastejo de bovinos, recebendo suplementação mineral. O desaparecimento do suplemento (DS, diferença entre a quantidade ofertada e as sobras) e a precipitação (PP) foram medidos em períodos de 14 a 21 dias. Os períodos (n=565) foram classificados em muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso, por meio do método quantil. Também foram determinados o número de dias chuvosos (DC) e a precipitação média por DC (PPDC) por período e o peso vivo médio nos períodos (PV). Análises de regressão linear foram realizadas para avaliar a associação entre PV, PP, DC e PPDC. A PP média nos períodos estudados foi de 68,5 mm, variando de 0,00 mm a 160,3 mm. Cada período teve até seis DC, com até 129,5 mm precipitados por DC. O PV médio foi de 270 kg, variando de 208 a 335 kg e o DS médio foi de 82,2 g animal dia-1, variando de 0,52 a 176,7 g animal dia-1. As diferenças em PP e PPDC são consistentes entre as classes de precipitação. No entanto, a classe muito chuvosa teve menos dias chuvosos do que a classe chuvosa. Na análise de regressão, o modelo com maior coeficiente de determinação foi o que continha os termos lineares e quadráticos para a variável DC. A inclusão de termos lineares e quadráticos de todas as variáveis em uma regressão múltipla foi capaz de representar mais da metade da variação no desaparecimento do suplemento ($R^2=0,5823$). Não está claro se existe relação entre as classes de PP e DS, porém, variáveis que caracterizam o padrão de precipitação são mais relevantes do que PV para explicar as variações existentes no desaparecimento de suplemento, e número de dias de chuva no período parece ser a variável mais importante.

Palavras-chave: desaparecimento de suplementos, padrão de precipitação, quantis

ABSTRACT

SOUZA, Z. W. G. Disappearance of free-choice mineral mixtures for grazing cattle and their association with rainfall. 2023. Dissertation (Master Degree) – College of Veterinary Medicine and Animal Science, Federal University of Mato Grosso do Sul, Avenida Senador Felinto Muller, 2443, Pioneers, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil. 2023.

ABSTRACT: The aim of the present study was to evaluate the association between rainfall and the disappearance of mineral mixtures fed to cattle on pasture. Supplement consumption and rainfall information were obtained from five experiments carried out between 2016 and 2022, all carried out in the spring/summer/autumn period, in Campo Grande, MS, Brazil. The experiments lasted from 84 to 126 days and had 12 to 18 paddocks formed by *Brachiaria* spp, under grazing by cattle, receiving mineral supplementation. Supplement disappearance (SD, difference between offered amount and remainings) and rainfall (RF) were measured over periods of 14 to 21 days. The periods (n=565) were classified as very dry, dry, normal, rainy and very rainy, using the quantile method. The number of rainy days (RD) and average rainfall per RD (RFRD) were also determined by period and the average live weight in the periods was determined (BW). Linear regression analyzes were performed to assess the association between BW, RF, RD and RFRD. The average RF in the periods studied was 68.5 mm, ranging from 0.00 mm to 160.3 mm. Each period had up to six RD, with up to 129.5 mm precipitated per RD. The average BW was 270 kg, ranging from 208 to 335 kg and the mean SD was 82.2 g animal day⁻¹, ranging from 0.52 to 176.7 g animal day⁻¹. Differences in RF and RFRD are consistent between precipitation classes. However, the very rainy class had fewer rainy days than the rainy class. In the regression analysis, the model with the highest coefficient of determination was the one containing the linear and quadratic terms for the RD variable. The inclusion of linear and quadratic terms of all variables in a multiple regression was able to

represent more than half of the variation in supplement disappearance ($R^2=0.5823$). It is not clear whether there is a relationship between the classes of RF and SD, however, variables that characterize the precipitation pattern are more relevant than BW to explain the existing variations in the disappearance of supplement, and the number of days rainfall in the period seems to be the most important variable.

Keywords: disappearance of supplements, precipitation pattern, quantiles

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1</i>	Características gerais dos experimentos realizados	34
<i>Tabela 2</i>	Estatística descritiva	35
<i>Tabela 3</i>	Diferenças entre as classes de precipitação	36
<i>Tabela 4</i>	Relação linear e quadrática do desaparecimento de suplemento mineral com variáveis de precipitação e peso vivo animal	37
<i>Tabela 5</i>	Resumo do procedimento STEPWISE na análise de regressão múltipla para escolha de variáveis preditoras do desaparecimento de suplementos minerais	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Relação do desaparecimento de suplemento e do número de dias de chuva (DC)	39
Figura 2	Níveis de precipitação em função do número de dias de chuva no período	40
Figura 3	Níveis de precipitação por dia de chuva em função do número de dias de chuva no período	41

Lista de abreviaturas e siglas

Al	Alumínio
Ca	Cálcio
Cr	Cromo
Cu	Cobre
D0	Dia 0
D14	Dia 14
D21	Dia 21
D7	Dia 7
EE	Extrato etéreo
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
Fe	Ferro
FP	Força para penetração
GMD	Ganho médio diário
GP	Ganho de peso
I	Iodo
K	Potássio
Mg	Magnésio
MM	Matéria mineral
Mn	Manganês
Mo	Molibdênio
Na	Sódio
P	Fósforo
PB	Proteína bruta
ppm	Partes por milhão
RP	Resistência a penetração
SAD	Suplemento aglomerado fornecido em cocho descoberto
SC	Sal comum
Se	Selênio
SP	SC + fosfato bicálcico
SPC	Suplemento em pó fornecido em cocho coberto
SPD	Suplemento em pó fornecido em cocho descoberto
SPM	SP + S+ microminerais
TEC	Tonelada equivalente carcaça
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1	REVISÃO DE LITERATURA	13
1.1	Panorama da pecuária de corte	13
1.2	Produção de bovinos de corte em pastos: principais características	14
1.3	Suplementação mineral de bovinos de corte em pastagens	16
1.4	Deficiências de minerais em bovinos de corte	16
1.5	Modalidades de suplementação mineral	17
1.6	Perdas de suplementos, compactação, fatores que afetam o consumo	18
2	Referências	19
3	Artigo 1: desaparecimento de misturas minerais de livre consumo para bovinos a pasto e sua associação com a precipitação pluviométrica	23
4	Introdução	24
5	Material e Métodos	25
6	Resultados e Discussão	28
7	Conclusão	31
8	Referências	31

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Panorama da pecuária de corte

Nos últimos anos, o Brasil tem se destacado como um dos principais produtores de carne bovina do mundo, o que tem gerado um crescente interesse pelos produtos brasileiros no mercado internacional. Tendo um sistema de produção competitivo, capaz de atender às pressões impostas pelo mercado consumidor nos mais diversos aspectos, a produção brasileira atinge um amplo e diversificado mercado (FERRAZ & FELÍCIO, 2010). A agricultura brasileira é extremamente diversificada, o que torna o país um importante fornecedor de produtos alimentícios para o mercado mundial. A diversificação da produção agrícola é um dos principais fatores que permitiram ao Brasil se tornar um dos maiores exportadores de alimentos do mundo. (EUCLIDES FILHO, 2007; CARRER & CARRER, 2014; ABIEC, 2022).

O Brasil ocupa posição de destaque frente ao mercado mundial de carne bovina. O rebanho de bovinos no país em 2021 foi de cerca de 196,47 milhões de cabeças, sendo abatidos 39,14 milhões de cabeças. Em relação ao ano anterior, que abateu 41,5 milhões de cabeças, houve queda de 2,36%. O volume de carne produzida foi de 9,71 milhões de toneladas carcaça equivalente (TEC). Desse total, 25,51% ou 2,48 milhões TEC foram exportadas, enquanto 7,24 milhões TEC, o equivalente a 74,49%, ficaram no mercado interno. (ABIEC, 2022).

Os valores apresentados são indicativos da importância da atividade para a produção de proteína animal e na geração de renda para o país (BARBOSA et al., 2014).

O Brasil possui a maior população de bovinos do mundo, porém a produção de carne é a menor entre os países desenvolvidos. O país possui mais de 213 milhões de cabeças de gado, enquanto os Estados Unidos possuem cerca de 93 milhões. O Brasil produz cerca de 10 milhões de toneladas de carne bovina, enquanto os EUA produzem 22 milhões de toneladas. As principais causas desta baixa produtividade no Brasil estão relacionadas à falta de inovação na produção, à falta de investimento em tecnologia, e à baixa qualidade dos animais. Além disso, a falta de propriedades rurais bem organizadas e a falta de infraestrutura adequada para o escoamento da produção também contribuem. (ABIEC, 2020).

A atividade de produção de carne é muito importante para a economia brasileira, pois é responsável por gerar empregos, renda e contribuir para a segurança alimentar do país. É um setor que possui grande potencial de crescimento, pois a demanda por carne é crescente, além de contribuir para a exportação de produtos brasileiros. Além disso, as atividades relacionadas à produção de carne tem contribuído para o desenvolvimento tecnológico e inovação no setor.

Estes avanços são fundamentais para aumentar a produtividade e a qualidade dos alimentos produzidos, além de garantir maior sustentabilidade e responsabilidade ambiental. (BARBOSA et al., 2014).

Apesar do crescimento dos rebanhos nos últimos anos, a produtividade das fazendas ainda é muito baixa, pois a pecuária de corte ainda se caracteriza por um manejo de rebanho e produção muito rudimentar. Ainda há pouca adoção de tecnologias modernas para o manejo e melhoria da produtividade (EUCLIDES FILHO, 2007; CARRER & CARRER, 2014). Além disso, os baixos preços dos produtos agropecuários representam um grande desafio para os produtores de gado de corte, pois isso reduz ainda mais a rentabilidade da pecuária de corte. Ainda há um longo caminho a percorrer para aumentar a produtividade na pecuária de corte. (DIAS-FILHO, 2014; MANDARINO et al., 2019).

Outra maneira de aprimorar a produção de carne é por meio da adoção de práticas que visem à manutenção da qualidade e segurança alimentar. Para tanto, é importante que os produtores adotem técnicas de produção que garantam a qualidade da carne e o bem-estar dos animais, como o controle de insumos, a adoção de boas práticas de higiene, o uso de programas de vacinação, entre outras (DIAS-FILHO, 2014; MANDARINO et al., 2019). Essas práticas garantem que a carne produzida seja de qualidade, o que contribui para a competitividade do setor pecuário brasileiro no mercado internacional (SOARES-FILHO et al., 2015).

1.2 Produção de bovinos de corte em pastos: principais características

O sistema de produção de baixa tecnologia é aquele que não envolve nenhum tipo de tecnologia para a produção. Além disso, não há técnicas de reprodução aplicadas, o que significa que o gado é deixado livre para se reproduzir. O sistema de produção de média tecnologia é aquele que envolve algumas técnicas de produção, mas não em grande escala. Neste sistema, os animais são criados em pastagens naturais e alimentados com forragem, mas também são alimentados com alimentos concentrados. (CEZAR, 2005).

Também é importante considerar que a tecnologia desempenha um papel fundamental nesse processo. Com o avanço da tecnologia, foi possível aumentar a produtividade por meio de melhorias nas pastagens, no manejo de sistemas de produção de alimentos, na genética dos animais, na nutrição, na saúde animal, na biotecnologia e na informática. Apesar desses avanços, é importante lembrar que a agricultura e a pecuária continuam enfrentando desafios,

como o uso sustentável da água para a produção animal, a preservação da biodiversidade e a redução dos efeitos das mudanças climáticas (GERSSEN-GONDELACH, et al., 2017).

O manejo inadequado dos pastos pode causar uma série de problemas, como o esgotamento da vegetação, o aumento das ervas daninhas e a redução da produção de forragem de qualidade para os animais. Além disso, é comum o uso de sementes de baixa qualidade, a falta de fertilização e a má distribuição dos animais no pasto, que podem levar ao uso desnecessário de insumos externos para suprir as necessidades dos animais. Outro fator que deve ser considerado é a sazonalidade na produção e qualidade dos pastos tropicais. Esta sazonalidade ocorre devido às variações de temperatura e umidade, além da ocorrência de secas, que limitam a produção de forragens de qualidade durante os períodos mais secos. (MONTAGNER et al, 2014).

Além do gerenciamento e planejamento, algumas tecnologias podem auxiliar na produção de pastagens, aumentando a produtividade e a qualidade da forragem. (FRANCO et al., 2014). Por exemplo, o uso de fertilizantes e adubos, além do manejo adequado do solo, é essencial para o bom desenvolvimento das pastagens. (SANTOS, 2018).

Uma das soluções alternativas para aumentar o aproveitamento da pastagem por parte dos animais é a suplementação. A suplementação permite melhorar o aproveitamento da pastagem e aumentar a produção de carne, leite e lã. Ela pode ser feita através de alimentos comerciais balanceados, volumosos como silagem, feno, farelo de soja, milho, aveia, etc., ou através de suplementos minerais. Esses suplementos permitem ao animal obter os nutrientes necessários e aproveitar melhor a pastagem (PAULINO et al., 2004).

Os principais minerais suplementados são: cálcio, fósforo, sódio, cloro, magnésio, enxofre, cobre, zinco, ferro, manganês, molibdênio, iodo, selênio, cobalto, entre outros. A formulação dos suplementos com suas respectivas indicações de uso devem ser orientadas por profissionais habilitados. (PEDREIRA & BERCHIELLI, 2011).

1.3 Suplementação mineral de bovinos de corte em pastagens

Ao fornecer a mistura mineral adequada, é possível suprir as necessidades dos animais. Alguns elementos minerais são considerados mais importantes para a nutrição animal como: cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), magnésio (Mg), enxofre (S), cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) e selênio (Se). Estes minerais devem ser fornecidos em quantidades adequadas, pois seu consumo em excesso ou em déficit pode causar problemas relacionados à saúde e produção animal (NICODEMO, 2001). É importante ainda que a mistura mineral seja fornecida em formas solúveis, pois assim, o animal consegue absorver melhor esses nutrientes.

É importante seguir as recomendações de exigências nutricionais para proporcionar aos animais os nutrientes necessários para sua saúde, além de ter conhecimento sobre a composição da dieta e a qualidade dos suplementos para ajustar os níveis de minerais e garantir o melhor desempenho. Além disso, é necessário monitorar o status nutricional dos bovinos de corte para identificar oportunidades de melhoria na alimentação e evitar deficiências nutricionais. (McDOWELL & CONRAD, 1977).

1.4 Deficiências de minerais em bovinos de corte

Alguns minerais são essenciais para a saúde e desempenho animal, como cálcio, fósforo, sódio, potássio, enxofre, cobre, selênio, zinco, manganês e iodo. Cada um deles tem sua função específica no organismo e é importante que sejam supridos de forma adequada para que o animal tenha um bom desempenho produtivo e se mantenha saudável. Portanto, o uso de suplementos minerais é importante para o controle da nutrição animal. Os suplementos minerais podem ser administrados na forma de sal mineral, em pastagens, ou em alimentos formulados. É importante lembrar que, para que os minerais sejam absorvidos corretamente, devem ser fornecidos os minerais adequados e nas quantidades adequadas (NICODEMO et al., 2008).

Entre os minerais analisados, o P (fósforo) foi o mineral diagnosticado como deficiente em mais de 80% das regiões pesquisadas. Um dos principais fatores que influenciam a disponibilidade de P é a acidificação do solo, que aumenta a ligação do elemento aos óxidos de ferro e alumínio e aumenta a ligação destes minerais aos talos das plantas. As deficiências nutricionais são muito mais comuns em solos ácidos, com baixa fertilidade e baixa disponibilidade de P, e que também são historicamente usados para a produção de gado de corte (TOKARNIA et al., 2000).

O P é um mineral essencial para o desempenho animal, pois sua ausência ou baixos níveis no organismo pode levar a problemas reprodutivos, desempenho animal reduzido, prejuízos na saúde óssea e problemas digestivos. O P é responsável pela formação de ossos e dentes, bem como regulação de muitos processos metabólicos no corpo. Ele também é importante para a absorção de outros minerais, como cálcio, ferro, cobre e zinco. É importante que o nível de P seja adequado para garantir o ótimo desempenho dos animais através da produção de energia, crescimento, desenvolvimento e reprodução. O P foi um dos primeiros minerais adicionados ao NaCl para compor os suplementos minerais. Atualmente, o P ainda representa o elemento de maior custo em um suplemento e é um dos principais componentes quantitativos dos suplementos minerais. Devido à sua alta deficiência nos solos das regiões do

Brasil e em diversas áreas de pastagens pelo mundo, o P desempenha um papel fundamental na nutrição animal (McDOWELL, 1976); (TOKARNIA et al., 2000).

Outra forma de avaliação dos requerimentos minerais dos animais é a análise dos parâmetros hematológicos e bioquímicos, que é uma técnica que pode ser usada para avaliar a necessidade de suplementação mineral. Esta técnica pode fornecer informações sobre os níveis de minerais, bem como os índices de metabolismo. A análise desses parâmetros permite avaliar a eficiência da suplementação mineral, bem como identificar possíveis problemas relacionados ao uso inadequado desses nutrientes (SUTTLE, 2010). No que diz respeito à suplementação animal, o uso de tecnologia para otimizar a dosagem pode ser uma alternativa interessante para melhorar a eficiência da suplementação.

Um exemplo de parâmetros sanguíneos é o nível de ferro, que pode ser usado para avaliar o estado nutricional do animal. Uma vez que o ferro é importante para várias funções metabólicas, como a produção de hemoglobina, é fundamental que os animais possuam um nível adequado desse mineral. Valores de ferro séricos abaixo do esperado podem indicar anemia, enquanto níveis mais elevados podem ser um sinal de que o animal está recebendo excesso desse mineral (SUTTLE, 2010).

1.5 Modalidades de suplementação mineral

O suprimento de minerais a bovinos em pastejo pode ser realizado de diversas maneiras. O fornecimento de misturas minerais em pó *ad libitum* é a forma mais comum de suplementação mineral no Brasil, no entanto, diversas outras vias podem ser usadas para fornecer os suplementos aos animais, tais como blocos, injeções, pellets intra-ruminais, minerais solubilizados na água e suplementos líquidos (CATTO & AFONSO, 2001, PEIXOTO et al., 2005; SUTTLE, 2010).

A tecnologia atual possibilita a fabricação de suplementos minerais com diferentes proporções de Na, o que permite o estabelecimento de taxas de consumo adequadas às necessidades dos animais. O uso de minerais com aditivos que melhoram a palatabilidade permitem aumentar a ingestão e assim, aumentar a absorção dos minerais presentes no suplemento. A suplementação mineral adequada é importante para manter o equilíbrio nutricional dos animais, pois a quantidade de Na presente na mistura deve ser suficiente para atender às necessidades dos animais, mas não tão elevada a ponto de afastar o consumo dos demais minerais.

As injeções de minerais são utilizadas em animais de produção, principalmente em vacas leiteiras, e são fundamentais para o bom desenvolvimento desses animais. A suplementação mineral através de injeções garante que os animais estejam recebendo os minerais necessários para o bom funcionamento da sua saúde. Além disso, é importante notar que as injeções de minerais podem ser mais eficazes para a suplementação mineral do que outros métodos, como alimentos fortificados e suplementos orais. Isso se deve ao fato de que as injeções de minerais fornecem minerais mais diretamente ao organismo, permitindo que eles sejam utilizados de forma mais eficiente e, portanto, aumentando a biodisponibilidade dos mesmos (McDOWELL, 1996).

Independente da modalidade de suplementação, é importante observar como está sendo fornecido o suplemento, se há qualidade do mesmo, se está sendo fornecido na quantidade adequada, se há interferência de outros animais e se há qualidade na água fornecida. Todos estes fatores podem afetar o consumo e desempenho do animal. Para garantir o consumo adequado de minerais, é necessário fornecer suplementos de qualidade, na quantidade certa, com boa disponibilidade, e garantir que os animais tenham acesso ao suplemento. Estas medidas são fundamentais para garantir a saúde e o desempenho dos animais (STOKES et al., 2018; VEDOVATTO et al., 2020).

1.6 Perdas de suplementos, compactação, fatores que afetam o consumo

Alguns estudos científicos, como os de (McDOWELL, 1996; MALAFAIA et al. , 2014), destacam que fatores como compactação e exposição do suplemento mineral ao tempo podem afetar o consumo e causar perdas nos suplementos minerais. No entanto, não foram encontrados estudos que tenham quantificado essas perdas ou avaliado o impacto da compactação na ingestão dos suplementos. Outro fator importante a ser considerado é a possibilidade de alterações na massa do suplemento devido às chuvas. A água pode carrear ou solubilizar elementos presentes no suplemento, resultando em mudanças na concentração dos elementos na mistura. A falta de informações nesse sentido pode ser atribuída aos motivos já mencionados anteriormente.

É decisivo que sejam realizados novos estudos que mensuram as perdas de suplementos minerais, a influência da compactação e a possível modificação de seu teor mineral decorrentes de chuvas. Estes avanços permitiram a um melhor entendimento dos fatores que influenciam no consumo e absorção dos minerais e possibilita a formulação de suplementos minerais mais eficazes.

1 REFERÊNCIAS

- ABIEC. 2022. **Beef Report: perfil da pecuária no Brasil 2021**. Disponível em: <http://abiec.com.br/catpub/impressos/>. Acesso em: 21/10/2022.
- ABIEC. 2020. **Beef Report: perfil da pecuária no Brasil 2020**. p. 49. Disponível em: <http://abiec.com.br/catpub/impressos/>. Acesso em: 21/05/2020.
- BARBOSA, M. A. F.; OLIVEIRA, R. L.; LADEIRA, M. M.; BAGALDO, A. R.; BRITO, V. C.; SAAD, R. M.; MIORIN, R. L.; GONÇALVES, J. R. S.; RIBEIRO, E. L. A.; SILVA, L. D. F.; MIZUBUTI, I. Y.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H. **Nutrição e manejo de bovinos de corte na fase de recria**. In: OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F. (Org). *Bovinocultura de corte: desafios e tecnologias*. Salvador: EDUFBA, 2014. p. 133-192.
- CARRER, C. C. & CARRER C. R. O. **Inovação na pecuária de corte: indicadores e alternativas para a cadeia de negócios**. In: OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F. (Org). *Bovinocultura de corte: desafios e tecnologias*. Salvador: EDUFBA, 2014. p. 641-672.
- CATTO, J. B.; AFONSO, E. **Taxa de natalidade de vacas e desempenho de bezerros sob desmama antecipada no Pantanal**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n. 9, p. 1205-1211, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001000900015>.
- CEZAR, Ivo Martins et al. **Sistemas de produção de gado de corte no Brasil: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2005., 2005.
- DIAS-FILHO, Moacyr Bernardino. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E), 2014.
- EUCLIDES FILHO, K. **Bovinocultura de corte no Brasil**. *Revista de Política Agrícola*, v. 16, n. 4, p. 121-128, 2007.
- FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. **Production systems—An example from Brazil**. *Meat science*, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010. <https://10.1016/j.meatsci.2009.06.006>.
- FRANCO, G. L.; OLIVEIRA, R. L.; LEÃO, A. G.; RAMOS, A. K. B.; DAVY, F. C. A.; CARVALHO, S. T.; FARIA, F. J. C. **Suplementação de bovinos mantidos em pastagens**. In: OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F. (Org). *Bovinocultura de Corte: desafios e tecnologias*. Salvador: EDUFBA, 2014. p. 377-392.

- GERSSSEN-GONDELACH, S. J.; LAUWERIJSEN, R. B. G.; HAVLÍK, P.; HERRERO, M.; VALIN, H.; FAAIJ, A. P. C.; **WICKE, B. Intensification pathways for beef and dairy cattle production systems: Impacts on GHG emissions, land occupation and land use change.** *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 240, p. 135–147, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.02.012>.
- MANDARINO, R. A.; BARBOSA, F. A.; LOPES, L. B.; TELLES, V.; FLORENCE, E. A. S.; BICALHO, F. L. **Evaluation of good agricultural practices and sustainability indicators** in livestock systems under tropical conditions. *Agricultural Systems*, v. 174, p. 32-38, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.04.006>.
- McDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D.; MORGAN, C. A.; SINCLAIR, L. A. WILKINSON, R. G. **Minerals.** In: **Animal nutrition.** Seventh Edition. 2011.
- McDOWELL, L. R. **Feeding minerals to cattle on pasture.** *Animal Feed Science and Technology*, v. 60, p. 247-271, 1996. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(96\)00983-2](https://doi.org/10.1016/0377-8401(96)00983-2).
- McDOWELL, L. R. **Mineral deficiencies and toxicities and their effect on beef production in developing countries.** *Proc. Beef Cattle Production in Developing Countries*, Edinburgh, Scotland, p. 216–241, 1976.
- McDOWELL, L. R.; CONRAD, J. H. **Trace mineral nutrition in Latin American.** *World Animal Review*, Gainesville, Florida, v. 24, p. 24, 1977.
- MONTAGNER, D. B.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA, S. C. **Desafios da produção intensiva de bovinos de corte em pastagens.** In: OLIVEIRA, R. L.; NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle. 8th revised edition. National Research Council.** National Academy Press: Washington, DC. 2016. <https://doi.org/10.17226/19014>.
- NICODEMO, Maria Luiza Franceschi. **Cálculo de misturas minerais para bovinos.** Embrapa Gado de Corte, 2001.
- NICODEMO, M. L. F.; LAURA, V. A.; MOREIRA, A. **Nutrição mineral de bovinos de corte em pastejo-repostas de plantas forrageiras à adubação e de bovinos à suplementação da pastagem.** Embrapa Pecuária Sudeste-Docmentos (INFOTECA-E), 2008.
- PAULINO, P. V. R.; COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; MAGALHÃES, K. A.; PORTO, M. O.; BARONI, C. E. S.

- Exigências nutricionais de zebuínos: minerais.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, n. 3, p. 770-780, 2004b. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000300026>.
- PEDREIRA, M. S.; BERCHIELLI, T. T. MINERAIS. In: BERCHIELLI, T. T; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G (Eds). **Nutrição de ruminantes.** Jaboticabal, Funep, 2011. p. 345-366.
- PEIXOTO, P. V.; MALAFAIA, P.; BARBOSA, J. D.; TOKARNIA, C. H. **Princípios de suplementação mineral em ruminantes.** Pesquisa Veterinária Brasileira, v. 25, n. 3, p. 195-200, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2005000300011>.
- SANTOS, D. C.; GUIMARÃES JUNIOR, R.; VILELA, L.; MACIEL, G. A.; FRANÇA, A. F. **S. Implementation of silvopastoral systems in Brazil with Eucalyptus urograndis and Brachiaria brizantha: Productivity of forage and an exploratory test of the animal response.** Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 266, n. 1, p. 174-180, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.07.017>.
- SOARES-FILHO, B. S.; BARBOSA, F. A.; MERRY, F. D.; AZEVEDO, H. O.; COSTA, W. L. S.; COE, M. T.; BATISTA, E. L. S.; MACIEL, T. G.; SHEEPERS, L. C.; OLIVEIRA, A. R.; RODRIGUES, H. O. **Cenários para a pecuária de corte amazônica.** Belo Horizonte: Ed. IGC/UFMG, p. 29, 2015. ISBN: 978-85-61968-02-1.
- STOKES, R. S.; VOLK, M. J.; IRELAND, F. A.; GUNN, P. J.; & SHIKE, D. W. **Effect of repeated trace mineral injections on beef heifer development and reproductive performance.** Journal of animal science, v. 96, n. 9, p. 3943-3954, 2018. <https://doi.org/10.1093/jas/sky253>. SUTTLE, N. F., 2010. **Mineral nutrition of livestock, fourth ed.** Cabi, London.
- TOKARNIA, C. H.; DOBEREINER, J.; MORAES, S. S.; PEIXOTO, P. V. **Deficiências e desequilíbrios minerais em bovinos e ovinos- revisão dos estudos realizados no Brasil de 1987 a 1998.** Pesquisa Veterinária Brasileira, v. 19, n. 2, p. 47- 62. 1999.
- TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P.V. **Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos de campo.** Pesquisa Veterinária Brasileira, v. 30, n. 3, p. 127-138, 2000.
- UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **The mineral nutrition of livestock.** 3.ed. London. UK: CABI Publishing, 614 p, 1999.
- VALADARES FILHO, S. C.; COSTA E SILVA, L. F.; GIONBELLI, M. P.; ROTTA, P. P.;

MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PRADOS, L. F. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzado**. Editora UFV: Viçosa, Brasil, 2016.

VEDOVATTO, M.; PEREIRA, C. S.; CORTADA NETO, I. M.; MORIEL, P.; MORAIS, M. G.; FRANCO, G. L. **Effect of a trace mineral injection at weaning on growth, antioxidant enzymes activity, and immune system** in Nellore calves. *Tropical Animal Health and Production*.v. 52, n. 2, p. 881–886. 2020a. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02056-0>.

WEISS, W. P. A. 100-Year Review: From ascorbic acid to zinc—**Mineral and vitamin nutrition of dairy cows**. *Journal Dairy Science*, v. 100, p. 10045-10060. 2017. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12935>.

Manuscrito redigido nas normas do periódico Semina: Ciências Agrárias

Artigo 1: Desaparecimento de misturas minerais de livre consumo para bovinos a pasto e sua associação com a precipitação pluviométrica

Disappearance of free-consumption mineral mixtures for grazing cattle and their association with rainfall precipitation

Highlights

Suplementos minerais fornecidos em cochos descobertos estão sujeitos a perdas.

Não há relação clara entre níveis precipitação e desaparecimento de suplementos.

A caracterização das chuvas auxilia para maior eficiência da mineralização.

O desaparecimento de suplementos tem forte relação com o número de dias de chuva.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a associação entre chuvas e o desaparecimento de misturas minerais na alimentação de bovinos a pasto. As informações de consumo de suplemento e pluviosidade foram obtidas a partir de cinco experimentos realizados entre 2016 e 2022, todos realizados no período primavera/verão/outono, em Campo Grande, MS, Brasil. Os experimentos duraram de 84 a 126 dias e tiveram de 12 a 18 piquetes formados por *Brachiaria* spp, sob pastejo de bovinos, recebendo suplementação mineral. O desaparecimento do suplemento (DS, diferença entre a quantidade ofertada e as sobras) e a precipitação (PP) foram medidos em períodos de 14 a 21 dias. Os períodos (n=565) foram classificados em muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso, por meio do método quantil. Também foram determinados o número de dias chuvosos (DC) e a precipitação média por DC (PPDC) por período e o peso vivo médio nos períodos (PV). Análises de regressão linear foram realizadas para avaliar a associação entre PV, PP, DC e PPDC. A PP média nos períodos estudados foi de 68,5 mm, variando de 0,00 mm a 160,3 mm. Cada período teve até seis DC, com até 129,5 mm precipitados por DC. O PV médio foi de 270 kg, variando de 208 a 335 kg e o DS médio foi de 82,2 g animal dia⁻¹, variando de 0,52 a 176,7 g animal dia⁻¹. As diferenças em PP e PPDC são consistentes entre as classes de precipitação. No entanto, a classe muito chuvosa teve menos dias chuvosos do que a classe chuvosa. Na análise de regressão, o modelo com maior coeficiente de determinação foi o que continha os termos lineares e quadráticos para a variável DC. A inclusão de termos lineares e quadráticos de todas as variáveis em uma regressão múltipla foi capaz de representar mais da metade da variação no desaparecimento do suplemento (R²=0,5823). Não está claro se existe relação entre as classes de PP e DS, porém, variáveis que caracterizam o padrão de precipitação são mais relevantes do que PV para explicar as

variações existentes no desaparecimento de suplemento, e número de dias de chuva no período parece ser a variável mais importante.

Palavras-chave: desaparecimento de suplementos, padrão de precipitação, quantis

ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the association between rainfall and the disappearance of mineral mixtures fed to cattle on pasture. Supplement consumption and rainfall information were obtained from five experiments carried out between 2016 and 2022, all carried out in the spring/summer/autumn period, in Campo Grande, MS, Brazil. The experiments lasted from 84 to 126 days and had 12 to 18 paddocks formed by *Brachiaria* spp, under grazing by cattle, receiving mineral supplementation. Supplement disappearance (SD, difference between offered amount and remainings) and rainfall (RF) were measured over periods of 14 to 21 days. The periods (n=565) were classified as very dry, dry, normal, rainy and very rainy, using the quantile method. The number of rainy days (RD) and average rainfall per RD (RFRD) were also determined by period and the average live weight in the periods was determined (BW). Linear regression analyzes were performed to assess the association between BW, RF, RD and RFRD. The average RF in the periods studied was 68.5 mm, ranging from 0.00 mm to 160.3 mm. Each period had up to six RD, with up to 129.5 mm precipitated per RD. The average BW was 270 kg, ranging from 208 to 335 kg and the mean SD was 82.2 g animal day⁻¹, ranging from 0.52 to 176.7 g animal day⁻¹. Differences in RF and RFRD are consistent between precipitation classes. However, the very rainy class had fewer rainy days than the rainy class. In the regression analysis, the model with the highest coefficient of determination was the one containing the linear and quadratic terms for the RD variable. The inclusion of linear and quadratic terms of all variables in a multiple regression was able to represent more than half of the variation in supplement disappearance (R²=0.5823). It is not clear whether there is a relationship between the classes of RF and SD, however, variables that characterize the precipitation pattern are more relevant than BW to explain the existing variations in the disappearance of supplement, and the number of days rainfall in the period seems to be the most important variable.

Keywords: disappearance of supplements, precipitation pattern, quantiles

INTRODUÇÃO

Estudos prévios, tais como o de Silva (2021), demonstram a possibilidade de diferenças no uso de suplementos minerais para bovinos de corte em pastejo e que podem estar relacionadas a perdas ao ambiente. No estudo citado, diferenças de até 16% entre suplementos e de até 5% entre cochos cobertos e descobertos foram observadas para o desaparecimento de mistura mineral no cocho. Tais diferenças podem estar relacionadas a variações na ingestão pelos animais (Manzano et al., 2012), assim como a perdas por lixiviação pela chuva (Arthington et al., 2021).

A lixiviação de suplementos pela chuva é uma questão emergente devido a alta dos insumos, agravada principalmente pelas mudanças no padrão de precipitação pluviométrica, as quais já são apontadas como preocupação tanto na agricultura, quanto em áreas urbanas (Nciizah & Wakindiki, 2014, Marengo et al., 2020).

Avaliações das características pluviométricas no Brasil nos últimos 50 anos têm apontado tendências do aumento de chuvas em regiões de expressão agropecuária, tais como a região Norte e Central do Brasil (Rao et al., 2016). Já estimativas de potencial de erosividade do solo pelo impacto da gota de chuva e lixiviação superficial relacionadas às mudanças climáticas sugerem a região Sul do Brasil como a região a ser mais afetada nas próximas décadas (Almagro et al., 2017). Com base no exposto, compreender as relações entre o padrão de precipitação e o desaparecimento de suplementos minerais pode ser de interesse para otimizar a prática de mineralização de bovinos a pasto e reduzir custos da suplementação mineral em todo o território brasileiro.

Na literatura, estão presentes diversas publicações indicando a possibilidade de caracterizar o padrão de precipitação de diferentes regiões, inclusive a partir de séries históricas. Souza et al. (2012), por exemplo, utilizaram a técnica dos quantis (Pinkayan, 1966) para classificar a precipitação diária e analisar os impactos decorrentes dos desastres associados às chuvas na em Recife-PE. Já na área de pecuária, Honer (1993), caracterizou a precipitação pluviométrica na região de Campo Grande, MS, utilizando o método dos quantis e dos dias de chuva, subsidiando, assim, o desenvolvimento de práticas agrícolas e de controle de parasitas animais. No entanto, são escassos na literatura trabalhos analisando a relação da precipitação pluviométrica com o desaparecimento de suplementos minerais ofertados a bovinos a pasto.

Assim, o presente estudo teve como objetivo analisar as relações entre o padrão de precipitação e o desaparecimento de suplemento, com intuito de melhor compreender os efeitos das chuvas sobre o uso de suplementos minerais por bovinos de corte a pasto.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição geral dos dados utilizados

O estudo em questão utilizou dados coletados em cinco experimentos realizados em diferentes períodos de tempo. O experimento 1 ocorreu entre 2016 e 2017, o experimento 2 entre 2017 e 2018, o experimento 3 entre 2019 e 2020, e os experimentos 4 e 5 entre 2021 e 2022. O objetivo desses experimentos foi avaliar diferentes procedimentos e tipos de suplementos minerais fornecidos a bovinos de corte em sistema de pastejo. Os procedimentos experimentais adotados nos estudos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais do Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte (CNPGC) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), seguindo os protocolos nº 05/2015 e 01/2020. Uma descrição geral dos experimentos é apresentada na Tabela 1.

Todos os trabalhos foram realizados no CNPGC da Embrapa, localizado em Campo Grande, MS, nas coordenadas 20°27' S e 54°37' W, a uma altitude de 530 metros. A região possui um clima classificado como AW (Köppen), que corresponde a um clima tropical chuvoso de savana. O período seco na região ocorre entre maio e setembro. Levando em consideração os objetivos do estudo, os experimentos foram conduzidos preferencialmente durante os períodos mais chuvosos do ano, com exceção do experimento 5, que foi realizado durante o outono.

A área experimental utilizada para o experimento 1 e 2 era composta de 12 piquetes formados por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com aproximadamente 4,5 ha. A área experimental não possuía histórico de adubações de qualquer natureza em pelo menos 10 anos que antecederam o estudo e não foram realizadas adubações ao longo do período. A área foi manejada em lotação contínua, com 6 animais por piquete, sem ajustes de carga ao longo do período experimental. Para o experimento 3, foram utilizadas duas áreas, a primeira formada por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, dividida em 8 piquetes de 4 ha cada e em uma segunda área formada por *Brachiaria* spp. cv. BRS RB331 Ipyporã dividida em 6 piquetes de aproximadamente 1,5 ha cada. Os animais foram distribuídos aleatoriamente nos piquetes, sendo alocados oito animais avaliadores na primeira área, em lotação contínua e com carga fixa, e oito animais avaliadores em lotação contínua e carga variável na segunda área. Já os experimentos 4 e 5 utilizaram a mesma área experimental empregada nos experimentos 1 e 2, com a adição de uma segunda área composta de 12 piquetes formados de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu de 3 ha. Para o experimento 5, apenas 10 dos piquetes desta nova área foram utilizados.

Em todos os experimentos, os animais foram desvermifugados (Doramectina 1%, Exceller, Vallé) ao início do experimento, individualmente identificados com brincos e submetidos a controle de ectoparasitos quando necessário (Cipermetrina 5% + Clorpirifós 7% + Butóxido de Piperonila 5% + Citronelal 0,5%, Cyperclor Plus Pour On, Ceva Saúde Animal, Brasil). Todos os piquetes eram dotados de cochos para suplementação e bebedouros para fornecimento de água à vontade.

Os suplementos foram fornecidos em cochos plásticos, sem nenhum tipo de cobertura, com dimensão de 0,86 x 0,56 m e profundidade de 0,29 m, suspensos do solo em suporte de madeira de 0,5 m, instalados a aproximadamente 20 m da fonte de água. Os cochos possuíam drenos, consistindo-se de perfurações nos cochos plásticos para escoamento da água da chuva. Cada experimento foi subdividido em períodos de 14 a 21 dias de duração (Tabela 1), quando foi avaliado o desaparecimento da mistura mineral do cocho, pela diferença entre fornecido e sobras. No início de cada período (dia 0, D0), foi fornecido $20,6 \pm 7,7$ kg piquete⁻¹ de cada suplemento (mínimo = 13 kg, máximo = 60 kg, mediana = 21 kg), em apenas um cocho, sendo o suplemento previamente pesado em balança e amostrado para determinação da matéria seca. Ao final do período, as sobras eram retiradas, pesadas e amostradas para determinação da matéria seca, por meio de pré-secagem em estufa calibrada a 55 °C por 72 horas e em seguida secagem definitiva em estufa a 105 °C por 24 horas.

Os suplementos utilizados foram formulados para conterem níveis semelhantes de macro e microelementos, com 80 g P kg como referência, e produzidos de acordo com as recomendações da Instrução Normativa 12 de 2004 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (MAPA), no qual é baseada nas exigências para bovinos de corte na fase de recria, indicadas pelo NRC (1996) e NRC (2001). O processo de fabricação ocorreu em uma indústria dedicada à produção e comercialização de suplementos nutricionais para bovinos, devidamente licenciada pelo MAPA. Para a formulação das misturas minerais, foram utilizadas as fontes fosfato bicálcico, cloreto de sódio, calcário calcítico, enxofre elementar, sulfato de cobalto, óxido de zinco, óxido de magnésio, sulfato de manganês, selenito de sódio e iodato de cálcio.

Os animais experimentais foram pesados ao início e fim do período experimental, após jejum de sólidos de 16 horas, para determinação do peso vivo médio do período (PVM). O consumo aparente de suplemento, descrito neste trabalho como desaparecimento de suplemento, foi calculado pela diferença entre a quantidade fornecida menos as sobras recuperadas ao final de cada período dividido pelo número de dias e de animais em cada piquete.

Cálculos e premissas relacionados à precipitação pluviométrica

Em todos os experimentos realizados, medidores de chuva foram alocados em diferentes pontos dos experimentos (mínimo=2, máximo=4). As precipitações por período foram somadas e as médias dos medidores realizadas, gerando, portanto, uma informação de precipitação por período de cada experimento.

Foram calculados os dias de chuva (DC) no período, conforme conceito e metodologia descritos por Honer (1993), para a região de Campo Grande, MS, pela qual dias com precipitação maior ou igual a 5 mm são considerados dias de chuva e os demais não. Para este cálculo, foram utilizadas as informações de precipitação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação meteorológica A702, localizada na coordenada -20.45, -54.72. A estação está instalada no Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte (CNPGC) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a uma distância mínima e máxima de 1,4 e 4,4 km das áreas experimentais utilizadas. Foram obtidos os dados diários de precipitação de todos os períodos dentro de cada experimento e identificados as precipitações maiores ou igual a 5 mm, as quais foram contabilizadas como DC. A precipitação de cada período foi dividida pelo número de DC para calcular a precipitação média por DC.

Todos os períodos foram classificados de acordo com o volume de chuva precipitado, sendo utilizada, para isso, a metodologia dos quantis, conforme descrita por Pinkayan (1966) e detalhada por Souza et al (2012). Na definição de Pinkayan, Q_p é um limite do intervalo do quantil para uma determinada variável aleatória x , sendo p a probabilidade de ocorrência, tal que x seja menor que Q_p . No trabalho de Pinkayan (1966), os quantis utilizados referiam-se aos valores de p iguais 0,15; 0,35; 0,65 e 0,85, utilizados aqui para classificar os períodos em muito secos ($P < Q_{0,05}$), secos ($Q_{0,05} \leq P < Q_{0,35}$), normais ($Q_{0,35} \leq P < Q_{0,60}$), chuvosos ($Q_{0,60} \leq P < Q_{0,85}$) e muito chuvosos ($P \geq Q_{0,85}$).

Procedimentos estatísticos

Os dados foram inicialmente analisados quanto à presença de outliers (± 3 desvios-padrão) e posteriormente submetidos a análise de verossimilhança restrita para avaliar as diferenças entre as classes de precipitação (muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso) quanto à precipitação total, o número de DCs e a precipitação média por DC. Para isso foi utilizado o procedimento Mixed do SAS Enterprise Guide v.8.3 e um modelo misto contendo o efeito fixo de classe de precipitação e os efeitos aleatórios de experimento e tratamento aninhado em experimento, como blocos. O mesmo procedimento foi realizado para avaliar o efeito de classe sobre o desaparecimento de mistura mineral (fornecimento menos sobras), porém incluindo o peso vivo médio dos animais no período como covariável linear. As diferentes classes foram, na sequência, comparadas pelo teste ajustado de Tukey-Kramer.

As associações entre o desaparecimento de suplemento mineral, precipitação total, dias de chuva e precipitação média no dia de chuva foram avaliadas, ainda utilizando o procedimento Mixed e a opção

Solution. Os fatores experimento e tratamento aninhado em experimento foram mantidos no modelo como efeitos aleatórios e os valores ajustados de desaparecimento de suplementos então preditos. Os desaparecimentos preditos foram então avaliados em um modelo linear contendo ora o efeito linear ora os efeitos linear e quadrático, por meio do procedimento REG do SAS. Foram obtidos a significância dos modelos, os valores dos parâmetros e o coeficiente de determinação. Por fim, uma análise de regressão múltipla foi realizada, contendo desaparecimento de suplemento como variável dependente, peso vivo médio, dias de chuva, precipitação total e precipitação média do dia de chuva como variáveis independentes, incluindo seus termos lineares e quadráticos. Foi realizado o procedimento STEPWISE, considerando p-valor de entrada no modelo de 0,25 e de permanência de 0,05. Foram gerados os coeficientes de determinação parciais para avaliar a contribuição de cada variável independente na variação do desaparecimento de suplemento.

Os efeitos foram considerados significantes a um nível de significância de 5% e as médias apresentadas como médias dos quadrados mínimos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados da estatística descritiva dos dados utilizados no estudo. Foram utilizadas 565 observações de precipitação, dias de chuva, peso vivo médio e desaparecimento de suplemento e 531 observações de precipitação média por dia de chuva. A precipitação pluviométrica média nos períodos estudados foi de 68,5 mm, variando de 0,00 mm a 160,3 mm. Cada período teve até seis dias de chuva, com até 129,5 mm precipitados por dia de chuva. O peso vivo médio foi de 270 kg, variando de 208 a 335, o que está condizente com animais de recría. A média de desaparecimento de suplemento foi de 82,2 g animal dia⁻¹, variando de 0,52 a 176,7 g animal dia⁻¹.

Na Tabela 3, são apresentadas as diferenças entre as classes de precipitação. Houve diferença entre as classes para todas as variáveis analisadas ($P < 0,0001$). As diferenças nas precipitações e nas precipitações médias por dia de chuva são condizentes entre as classes, no entanto, a classe muito chuvosa apresentou menos dias de chuvas que a classe chuvosa. Quanto ao desaparecimento, o maior valor ocorreu na classe seco e muito chuvoso, enquanto que as classes muito seco, normal e chuvoso apresentaram menor desaparecimento.

Considera-se que a classificação dos períodos experimentais em classes de precipitação, de acordo com metodologia de Pikayan (1966), foi adequada para identificar períodos mais e menos chuvosos, uma vez que o nível de precipitação, o número de dias de chuva e a precipitação média por dia de chuva variaram, tendo a classe muito chuvoso e a classe muito seco, os maiores e os menores valores para as variáveis citadas, respectivamente. No entanto, diferente da hipótese levantada, não há uma relação clara entre as classes de precipitação e o desaparecimento de suplemento, uma vez que períodos muito secos apresentaram desaparecimento semelhante a períodos normais e chuvosos, enquanto que os maiores desaparecimentos se deram nos períodos secos. A partir desta observação, levantou-se a hipótese que a variável precipitação, da qual a classe de precipitação é derivada, não seja a mais bem associada com o desaparecimento de suplemento e que outras variáveis deveriam ser investigadas.

Outra hipótese seria a de que ora o desaparecimento pode ser influenciado pela maior ingestão e ora o desaparecimento é influenciado pela maior lixiviação pelas chuvas (Arthington & Ranches, 2021), o que pode não sustentar uma relação diretamente proporcional entre precipitação e desaparecimento. Com isto em mente, foram realizadas análises das funções lineares e quadráticas entre desaparecimento e outras variáveis possíveis de influenciar as perdas de suplementos (dias de chuva e precipitação por dia de chuva) e a ingestão pelos animais (peso vivo animal). Os resultados da análise de associação entre desaparecimento de suplemento e as variáveis precipitação, dias de chuva, precipitação por dia de chuva e peso vivo médio são apresentados na Tabela 4. Exceto para o modelo linear entre desaparecimento e precipitação por dia de chuva ($P > 0,1405$), todos os outros modelos foram significativos ($P < 0,0001$). O coeficiente de determinação dos modelos variou de 0,0166 a 0,3151, sendo o maior valor obtido para o modelo quadrático da relação entre desaparecimento e dias de chuva.

Na Figura 1, é demonstrada a função quadrática entre desaparecimento de suplemento e nº de dias de chuva. Observou-se uma redução ou manutenção do desaparecimento entre 0 e 2 dias de chuva e posterior aumento a partir de dois dias de chuva.

Na Tabela 5, são apresentados os resultados da análise de regressão múltipla para avaliação da contribuição das variáveis preditoras quanto à variação no desaparecimento e suplementos minerais. Os termos linear e quadrático da variável dias de chuva apresentaram os maiores R^2 parciais, somando 0,4216. Por outro lado, a variável precipitação apresentou os menores R^2 parciais com valores próximos a 0,005. A inclusão dos termos lineares e quadráticos de todas as variáveis foi capaz de representar mais da metade da variação no desaparecimento de suplemento ($R^2 = 0,5823$).

Na Figura 2, são apresentados os níveis de precipitação em função do número de dias de chuva em cada período. Em geral, verificou-se um aumento linear no nível de precipitação em função do aumento no número de dias de chuva dentro de cada período ($P < 0,0001$). No entanto, para períodos com apenas um dia de chuva, as precipitações foram maiores quando comparados a períodos com dois dias e iguais aos períodos com três e quatro dias de chuva.

A mineralização de bovinos a pasto a partir do fornecimento de suplementos de livre consumo em cochos descobertos é uma prática comum (Manzano et al., 2012; Arthington & Ranches, 2021) o que deixa os suplementos susceptíveis a perdas pelo vento e pela lixiviação pela chuva. A ação da chuva, em especial, pode afetar o desaparecimento de duas formas, sendo uma por meio da lixiviação e solubilização dos elementos minerais mais solúveis, consideradas como perdas e a outra pela redução no teor de sódio do suplemento, alterando a capacidade da mistura limitar a ingestão pelo animal (Cockwill et al., 2000). Com esta hipótese, o presente estudo esperava uma relação linear positiva entre o nível de precipitação e o nível de desaparecimento de suplemento.

Nesta análise, a primeira observação foi a de que a variável mais fortemente associada ao desaparecimento de suplemento foi o número de dias de chuva no período, em sua função quadrática ($R^2 = 0,3151$). O comportamento demonstrado parece mostrar que frequências a partir de dois dias de chuva aumentam o desaparecimento de suplemento no cocho, o que, numa primeira avaliação, poderia estar relacionado tanto à intensidade das precipitações (refletido no nível de precipitação por dia de chuva), quanto

ao volume precipitado acumulado no período. No entanto, ao se avaliar as precipitações acumuladas (Figura 2) e as precipitações por dia de chuva (Figura 3), verificou-se que as intensidades de precipitação a partir de dois dias de chuva são semelhantes e relativamente baixas, uma vez que se posicionariam entre as médias de precipitação de períodos secos e muito secos (Tabela 3). Considerando o exposto, pode-se hipotetizar, então, que a recorrência de precipitações pluviométricas, em um número maior de dias de chuva, possa ser mais relevante do que propriamente a intensidade de cada dia de chuva para o desaparecimento de suplementos em cochos descobertos.

Tal resultado contraria os achados de Manzamo et al. (2012), cujo estudo não reportou correlação positiva entre a ingestão diária de suplemento mineral por novilhos de corte e pluviosidade ou temperaturas máximas e mínimas durante o verão ou outono. Contudo, no estudo citado, o cocho possuía abrigo e foi realizado em um período de menor precipitação em comparação aos estudos apresentados neste trabalho, o que pode justificar as diferenças de resultados, uma vez que, ao estar sob abrigo, a massa de suplemento não sofre ou sofre menores efeitos da precipitação.

A ingestão de suplementos de livre consumo é normalmente representada como uma função do peso vivo (Cabral et al., 2014; Tambara et al., 2021), em uma relação linear positiva. No estudo de Manzano et al. (2012), por exemplo, o consumo individual de suplemento mineral, fornecido a novilhos Angus sob pastejo, apresentou diferenças quando avaliado em função do peso metabólico. Para o presente estudo, no entanto, destaca-se o fato de a variação no peso vivo médio compreender pequena parte da variação observada no desaparecimento de suplementos. Somando-se os R^2 parciais dos termos PMV e PMV², o valor resultante seria de 0,0282, enquanto que variáveis relacionadas à precipitação, em especial, dias de chuva e precipitação por dias de chuva, somariam 0,5451, mais da metade da variação observada para o desaparecimento de suplemento. Tal informação é de interesse para o processo de avaliação da qualidade de suplementos minerais de livre consumo, uma vez que desconsiderar o desaparecimento de suplemento devido à lixiviação poderia superestimar a ingestão pelo rebanho e comprometer o atendimento das exigências dos diferentes elementos.

Ainda, praticamente metade da variação no desaparecimento de suplemento não está relacionada nem ao peso animal, nem aos efeitos das chuvas, o que deveria ser mais bem investigado, para se identificar estratégias de minimização de perdas e de ajustes na mineralização de bovinos de corte a pasto. Fatores ambientais influenciam no comportamento de consumo de bovinos de corte sob pastejo (Unchupaico et al., 2020), no entanto, não está claro na literatura os efeitos sobre a ingestão de misturas minerais. Para compreender melhor tais efeitos, são necessários estudos para avaliar como a temperatura, umidade, duração do dia, caracterização das chuvas (tempo de cada chuva e volume precipitado) podem influenciar no consumo e nas perdas de misturas minerais. Dessa forma, informações mais detalhadas podem auxiliar no gerenciamento do fornecimento de suplementos minerais, a fim de garantir adequada nutrição mineral e eficiência na mineralização de bovinos a pasto, seja por meio de melhores práticas aplicadas dentro da propriedade ou por tecnologias a serem desenvolvidas pela indústria (Manzano et al., 2012; Yelich et al., 2019; Arthington & Ranches, 2021).

Poucos trabalhos disponíveis na literatura levaram em consideração as condições ambientais sobre o desaparecimento de suplementos minerais. Aqueles que consideraram tais efeitos, ou não obtiveram resultados

conclusivos (Yelich et al., 2019) ou avaliaram o fornecimento de suplementos em cochos cobertos e com proteção nas laterais (Manzano et al., 2012; McCarthy et al., 2021) excluindo possíveis efeitos do vento e da chuva sobre a massa de suplemento exposta. A contribuição do presente estudo compreende o fato que a suplementação mineral de bovinos de corte no Brasil é realizada em larga escala, em cochos expostos ao ambiente, sem qualquer tipo de abrigo. Considerando o elevado rebanho brasileiro e sua distribuição em zonas de alta precipitação, o presente estudo sugere a existência de perdas potenciais elevadas de suplementos minerais pelas chuvas. Recomenda-se cobrir os cochos e proteger os suplementos, principalmente no período mais chuvoso.

CONCLUSÃO

Variáveis que caracterizam o padrão de precipitação são relevantes para explicar as variações existentes no desaparecimento de suplemento. Dentre elas, a frequência com que as precipitações ocorrem (número de dias de chuvas no período) parece ser mais importante que a taxa de precipitação em si, provavelmente por se relacionar com o volume precipitado acumulado no período.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Gado de Corte pela disponibilidade da infraestrutura para realização dos experimentos e análises laboratoriais, à Connan Nutrição Animal pelo fornecimento e análises das misturas minerais e à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), pelo apoio ao aluno de pós-graduação.

REFERÊNCIAS

- Almagro, A., Oliveira, P. T. S., Nearing, M. A., & Hagemann, S. (2017). **Projected climate change impacts in rainfall erosivity over Brazil**. *Scientific reports*, 7, 1, 1-12. doi: 10.1038/s41598-017-08298-y
- Arthington, J. D., & Ranches, J. (2021). **Trace mineral nutrition of grazing beef cattle**. *Animals*, 11:2767. doi: 10.3390/ani11102767
- Arthington, J. D., Silveira, M. L., Caramalac, L. S., Fernandes, H. J., Heldt, J. S., & Ranches, J. (2021). **Effects of varying sources of Cu, Zn, and Mn on mineral status and preferential intake of salt-based supplements by beef cows and calves and rainfall-induced metal loss**. *Translational Animal Science*, 5, 2, 1-10. doi: 10.1093/tas/txab046
- Cabral, C. H. A., Paulino, M. F., Detmann, E., Valadares Filho, S. C., Barros, L. V., Valente, É. E. L., Bauer, M. O., & Cabral, C. E. A. (2014). **Levels of supplementation for grazing beef heifers**. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27, 806-817. doi: 10.5713/ajas.2013.13542

- Cockwill, C. L., McAllister, T. A., Olson, M. E., Milligan, D. N., Ralston, B. J., Huisma, C., & Hand, R. K. (2000). **Individual intake of mineral and molasses supplements by cows, heifers and calves.** *Canadian Journal of Animal Science*, 80, 681-690. doi: 10.4141/A99-120
- Honer, M. R. (1993). **Precipitação pluviométrica na região de Campo Grande, MS: uma análise do período 1970 1991.** EMBRAPA-CNPGC. No. 53. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 53), Campo Grande, MS, BR. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104724/1/Precipitacao-pluviometrica.pdf>
- Manzano, R. P., Paterson, J., Harbac, M. M., & Lima Filho, R. O. (2012). **The effect of season on supplemental mineral intake and behavior by grazing steers.** *The Professional Animal Scientist*, 28, 73-81. doi: 10.15232/S1080-7446(15)30317-X
- Marengo, J. A., Ambrizzi, T., Alves, L. M., Barreto, N. J. C., Reboita, M. S., & Ramos, A. M. (2020). **Changing trends in rainfall extremes in the metropolitan area of São Paulo: causes and impacts.** *Frontiers in climate*, 2, 3. doi: 10.3389/fclim.2020.00003
- McCarthy, K. L., Undi, M, Becker, S., & Dahlen, C. R. (2021). **Utilizing an electronic feeder to measure individual mineral intake, feeding behavior, and growth performance of cow–calf pairs grazing native range.** *Translational Animal Science*, 5, 1-9. doi: 10.1093/tas/txab007
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). (2004). **Instrução Normativa 12/2004.** Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-12-de-30-de-novembro-de-2004.pdf>. Acesso em: 07 de dez. 2020.
- National Research Council- NRC (1996). **Nutrient requirements of beef cattle (Seventh edition).** Washington: D.C.: The National Academies Press.
- National Research Council- NRC (2001). **Nutrient requirements of dairy cattle (7nd rev. ed.).** Washington, DC: National Academies Press.
- Nciizah, A., & Wakindiki, I. I. C. (2014). **Rainfall intensity effects on crusting and mode of seedling emergence in some quartz-dominated South African soils.** *Water SA*, 40, 4, 587-594. doi: 10.4314/wsa.v40i4.2
- Pinkayan, S. (1966). **conditional probabilities of ocurrence of wet and dry years over a large continental area.** Hidrology Papers, Colorado: State University, Fort Collins- Co.
- Rao, V. B., Franchito, S. H., Santo, C. M. E. & Gan, M. A. (2016), **An update on the rainfall characteristics of Brazil: seasonal variations and trends in 1979–2011.** *International Journal of Climatology*, 36, 291-302. doi: 10.1002/joc.4345
- SAS, 2019. SAS Enterprise Guide 8.3 Update 6. SAS Institute Inc., Cary, NC.

- 367 Silva, M. G. P. (2021). **Suplemento mineral em pó ou aglomerado para bovinos em pastejo: resposta animal**
368 **e alterações físicas e químicas da mistura** [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso
369 do Sul, Campo Grande, MS, Brasil].
- 370 Souza, W. M., Azevedo, P. V. & Araújo, L. E. (2012). **Classificação da precipitação diária e impactos**
371 **decorrentes dos desastres associados às chuvas na cidade do Recife-PE.** *Revista Brasileira de Geografia*
372 *Física*, 5, 250-268. doi: 10.26848/rbgf.v5i2.232788
- 373 Tambara, A. A. C., Härter, C. J., Rabelo, C. H. S. & Kozloski, G. V. (2021). **Effects of supplementation on**
374 **production of beef cattle grazing tropical pastures in Brazil during the wet and dry seasons: a meta-**
375 **analysis.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, 50:e20210020. doi: 10.37496/rbz5020210020
- 376 Unchupaico, I., Bazán, L., Quispe, C. & Ancoco, E. (2020). **Temperatura ambiental y su efecto sobre**
377 **parámetros fisiológicos en vacas Nellore y cruces bajo condiciones del trópico peruano.** *Revista de*
378 *Investigaciones Veterinarias del Perú*, 13, 207-212. doi: 10.15381/rivep.v31i1.17549
- 379 Yelich, J. V., Ellison, M. J., Hall, J. B., & McGee, M. (2019). **Intake behaviors of yearling steers grazing**
380 **irrigated pasture and receiving either a free-choice salt-based mineral or a low-moisture molasses-based**
381 **tub mineral.** *Translational Animal Science*, 3, 749-760. doi: 10.1093/tas/txz077

382 Tabela 1

383 Caracterização geral dos experimentos realizados

Experimento					Períodos		Piquetes		Animais			Precipitação
#	Início	Fim	Duração	Tratamentos	n	Duração	n	Pastagem	n	Sexo/Raça	PV/Idade	(mm)
1	12/2016	04/2017	126	Tipos de suplementos	9	14	12	Mar	6	F/SE, CA	220 kg/15 m	526
2	11/2017	03/2018	126	Tipos de suplementos	9	14	12	Mar	4 a 10	M e F/CR	255 kg/14 m	668
3	12/2019	03/2020	84	Tipos de suplementos Tipos de cocho	4	21	14	Mar e Ipy	2 a 20	M/BR	205 kg/12 m	585
4	03/2021	06/2021	105	Tipos de suplementos Frequência de fornecimento	5	21	24	Mar	5	M/BR	250 kg/8 m	536
5	11/2021	03/2022	126	Tipos de suplementos Frequência de fornecimento	6	21	22	Mar	4 a 5	M/NE	200 kg/12 m	539

384 M= machos, F= fêmeas, SE= Senepol, CA= Caracu, CR= cruzados, BR= Brangus, NE= Nelore, n= número de períodos, piquetes e animais por piquete,
 385 respectivamente, Mar= *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, Ipy= *Brachiaria* BRS RB331 Ipyporã, PV= peso vivo inicial médio no experimento.

386

387 Tabela 2

388 Estatística descritiva

Item	n	média	mínimo	máximo	desvio-padrão
Precipitação, mm	565	68,5	0,0	160,3	46,3
Dias de chuva, n	565	3,38	0,00	6,00	1,75
Precipitação média, mm	531	23,5	3,0	129,5	20,0
Peso vivo médio, kg	565	270	208	335	26,9
Desaparecimento, g animal dia ⁻¹	565	82,2	0,52	176,7	32,8

389

390

391 Tabela 3

392 Diferenças entre as classes de precipitação

Item	Classe de precipitação					EPM	P>F
	MSEC	SEC	NOR	CHUV	MCHUV		
n	78	94	193	134	66		
Precipitação, mm	11,1e	33,9d	57,8c	110,9b	131,3a	1,95	<0,0001
Dias de chuva (DC), n	1,59d	2,89c	3,44b	4,79a	3,63b	0,074	<0,0001
Precipitação por DC, mm	6,63e	14,85d	20,56c	25,27b	54,81a	0,869	<0,0001
Desaparecimento, g dia ⁻¹	86,72b	99,22a	82,33b	84,84b	91,10ab	1,378	0,0003

393 MSEC = muito seco, SEC= seco, NOR= normal, CHUV= chuvoso, MCHUV= muito
 394 chuvoso, EPM= erro-padrão da média, P>F= probabilidade de um erro tipo I.

395

Tabela 4

Relação linear e quadrática do desaparecimento de suplemento mineral com variáveis de precipitação e peso vivo animal

Variável independente	Função	Parâmetros			P>F	R ²
		a	b	c		
Precipitação (PP), mm	Linear	71,99***	0,14912***	-	<0,0001	0,1650
	Quadr.	73,99***	0,0598 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	<0,0001	0,1675
Dias de chuva (DC)	Linear	68,88***	3,9463***	-	<0,0001	0,1652
	Quadr.	84,10***	-9,6757***	2,1284***	<0,0001	0,3151
PP/DC, mm	Linear	81,71***	0,0537 ^{ns}	-	0,1405	0,0022
	Quadr.	69,28***	0,8679***	-0,0071***	<0,0001	0,1563
Peso vivo médio, kg	Linear	105,15***	-0,0850***	-	0,0013	0,0166
	Quadr.	531,91***	-3,2934***	0,0060***	<0,0001	0,125

Quadr.= quadrática, ns= não-significativo, †= p<0,10; *= p<0,05, **= p<0,01, ***= p<0,0001, P>F= probabilidade de um erro tipo I, R²= coeficiente de determinação, PP/DC= precipitação média por dia de chuva.

Tabela 5

Resumo do procedimento STEPWISE na análise de regressão múltipla para escolha de variáveis preditoras do desaparecimento de suplementos minerais

Passo	Variável inserida	Nº de variáveis	R ² parcial	R ² do modelo	C(p)	P>F
1	DC ² , n	1	0,2321	0,2321	432,7	<0,0001
2	DC, n	2	0,1896	0,4216	197,8	<0,0001
3	PRECIDC ² , mm	3	0,0195	0,4411	175,4	<0,0001
4	PRECIDC, mm	4	0,1039	0,5451	47,54	<0,0001
5	PVM ² , kg	5	0,0098	0,5549	37,26	0,0007
6	PVM, kg	6	0,0184	0,5732	16,33	<0,0001
7	PRECI, mm	7	0,0035	0,5767	13,97	0,0383
8	PRECI ² , mm	8	0,0056	0,5823	9,000	0,0085

DC= dias de chuva, PRECIDC= precipitação por dia de chuva, PVM= peso vivo médio, PRECI= precipitação, R²= coeficiente de determinação, C(p)= coeficiente de Mallows, P>F= probabilidade de um erro tipo I.

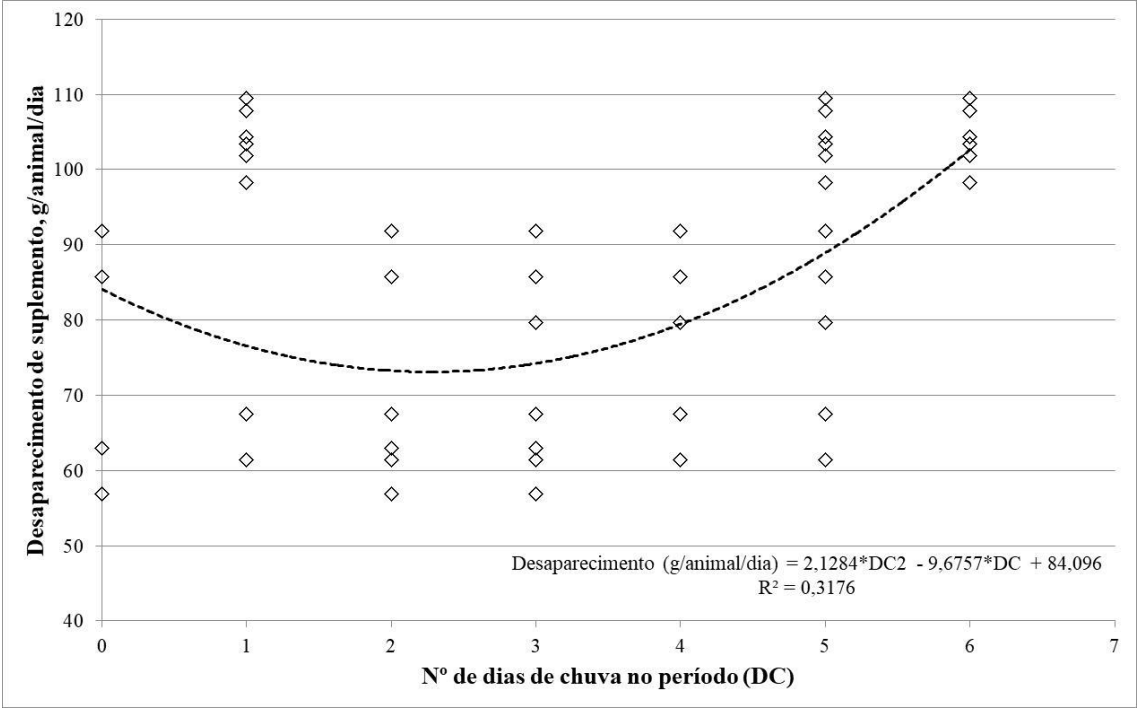


Figura 1. Relação do desaparecimento de suplemento e do número de dias de chuva (DC).

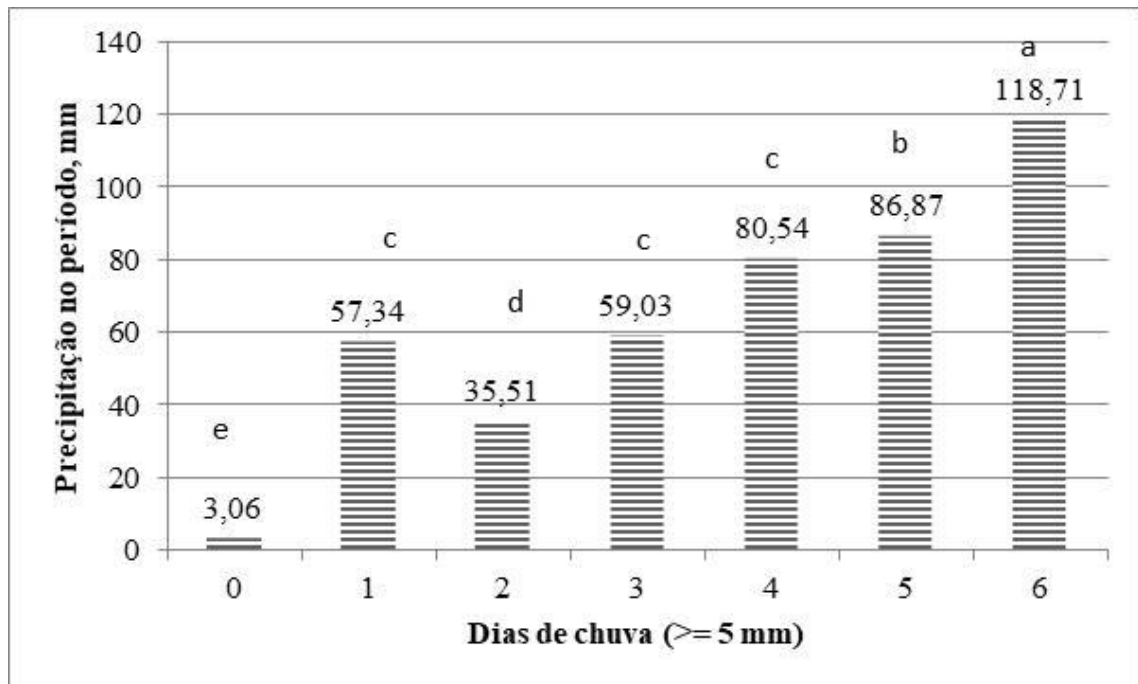


Figura 2. Níveis de precipitação em função do número de dias de chuva no período.

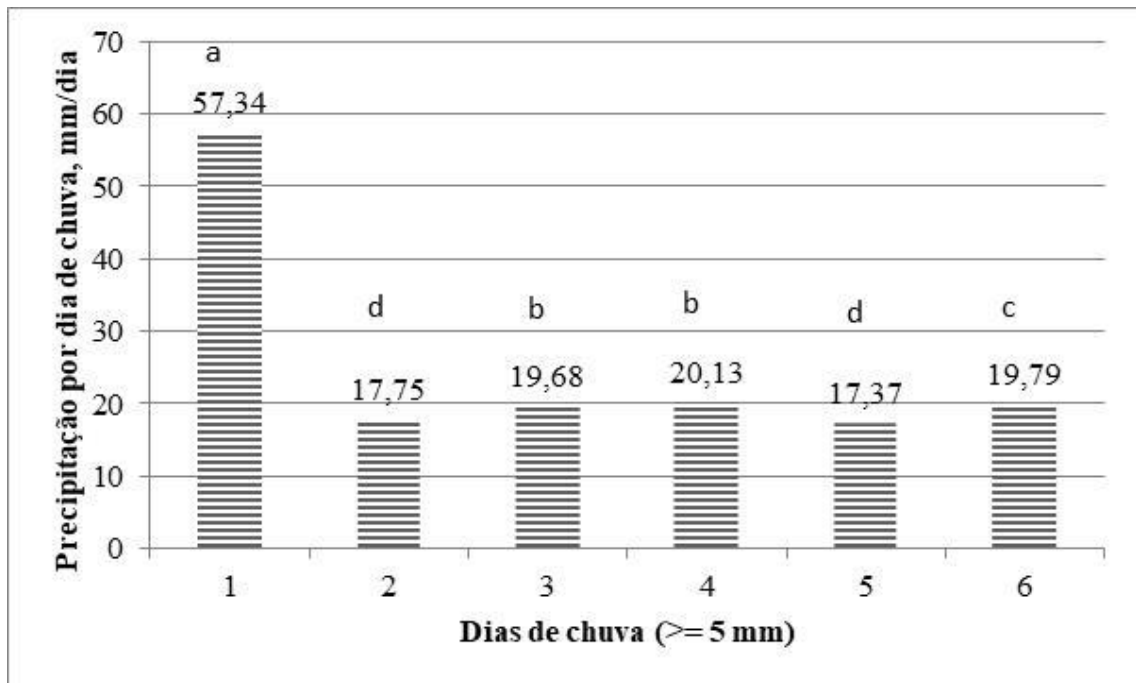


Figura 3. Níveis de precipitação por dia de chuva em função do número de dias de chuva no período.