

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CAMPUS DE BOTUCATU

**CORRETIVOS DO SOLO E ADUBAÇÃO NO CULTIVO DO CAPIM-TAMANI**

JULIANA DA SILVA BARROS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia como parte das exigências para obtenção  
do título de Doutor.

BOTUCATU – SP

julho de 2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**CORRETIVOS DO SOLO E ADUBAÇÃO NO CULTIVO DO CAPIM-TAMANI**

JULIANA DA SILVA BARROS

Orientador: Prof. Dr. Ciniro Costa

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia como parte das exigências para obtenção  
do título de Doutor.

BOTUCATU – SP

julho de 2023

B277c

Barros, Juliana da Silva

CORRETIVOS DO SOLO E ADUBAÇÃO NO CULTIVO DO  
CAPIM-TAMANI / Juliana da Silva Barros. -- Botucatu, 2023  
46 p. : tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu

Orientador: Ciniro Costa

Coorientador: Paulo Roberto de Lima Meirelles

1. Acidez do solo. 2. Adubação nitrogenada. 3. Megathyrsus  
maximus. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu. Dados fornecidos pelo  
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

## **BIOGRAFIA**

Juliana da Silva Barros nasceu em Pastos Bons, Estado do Maranhão, em 13 de abril de 1996. Cursou o ensino fundamental e médio na unidade escolar Dr. João Castelo (Pastos Bons - MA). Ingressou na Universidade Federal do Piauí (UFPI – Campus de Bom Jesus) em 2013, graduando-se em Zootecnia em julho de 2017. No período de 2017 á 2019 realizou o Curso de Mestrado na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia FMVZ/UNESP - Campus de Botucatu, Área de Forragicultura e, em agosto de 2019 ingressou no curso de doutorado na mesma instituição sob a orientação do Prof. Dr. Ciniro Costa.

Ao meu filho Otávio, a minha família e todos que acreditaram neste sonho.

DEDICO

“É justo que muito custe o que muito vale”

Santa Teresa D'Ávila

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus pela dádiva da vida, saúde e paciência em todo esse processo. Aos meus pais Maria Eliete e Manoel de Jesus por todo incentivo e amor concedidos ao longo destes anos. Aos meus irmãos Mariana Barros e Lucas Barros que mesmo a distância estiveram sempre ao meu lado. E toda a minha Família pelo apoio e incentivo.

Agradeço especialmente ao meu esposo Tiago Gutemberg por dividir essa jornada e por ser bem mais que um companheiro e por me ajudar na condução do experimento, com toda a sua paciência, amor e empenho. Ao meu filho Otávio por ser uma força e um motivo para continuar. A minha sogra Maria Isabel pela paciência e amor divididos estes anos.

À Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, FMVZ/UNESP - Campus de Botucatu, pela possibilidade de concretização do doutorado.

Ao meu Orientador prof. Dr. Ciniro Costa pela orientação, ensinamentos, paciência, transmissão de experiências profissionais, agradeço muito pela grandiosa oportunidade e contribuição na obtenção desse título.

Ao Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles, meu coorientador, pela parceria, empenho, dedicação e amizade ao longo destes anos.

Ao Dr. André Michel Castilho e Dr. Cristiano Magalhães Pariz pelo auxílio e apoio na condução deste projeto.

Aos funcionários da FMVZ/UNESP - Campus de Botucatu, em especial meu amigo Claudemir Aparecido Seisdedos, que sempre representou uma palavra amiga e um companheiro nas horas mais difíceis.

Aos participantes do Setor de Forragicultura, na minha estadia: Daniel de Souza, Danielle Fachioli, Renata Tardivo, Maria Helena de Oliveira e Bruno Cardoso, onde aprendi muito tanto na vida acadêmica como pessoal, obrigado por me fazerem sentir acolhida e mais próximo possível de casa, irei levar todos no coração. Aos amigos e queridos estagiários de graduação pelos trabalhos árduos, perrengues, cafés da manhã regados a gostosas gargalhadas e pelas indispensáveis participações na condução do experimento e realização de análises laboratoriais.

Um agradecimento especial aos meus amigos Júlio Henrique, Arthur Basseto, Rafael Vieira e Franciele Conde pelo apoio, carinho e acolhimento nestes anos em Botucatu.

A todos os técnicos de laboratório da instituição, Gisele Setznagl, Estefamily Souza e aos demais pelas contribuições.

Às secretárias do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da Pós-Graduação em Zootecnia, Andressa Laino e Cláudia Cristina Moreci respectivamente, pela cooperação e apoio durante o curso.

A todos que de forma direta e indiretamente contribuíram para essa conquista.

Ao CNPq pela concessão de bolsa de estudo.

"O trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 "

MUITO OBRIGADA.

## CORRETIVOS DO SOLO E ADUBAÇÃO NO CULTIVO DO CAPIM-TAMANI

**RESUMO** – Objetivou-se avaliar a produtividade, características morfológicas e químicas do *Megathyrsus maximus* BRS Tamani (sin. *Panicum maximum*) submetido a aplicação de corretivos, condicionadores do solo e doses de adubação nitrogenada. O delineamento experimental utilizado foi o em blocos completos casualizados, com 4 repetições. Foram avaliados 3 corretivos de acidez do solo (calcário calcítico, gesso e, GEOX<sup>®</sup>, ausência e 3 níveis de adubação nitrogenada (50, 200 e 300 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), por 2 anos agrícolas. A forrageira foi manejada respeitando a interceptação luminosa de 95% e resíduo de 25 cm. Avaliou-se o pH do solo, produtividade, taxa de acúmulo, características morfológicas e químicas do capim. O intervalo de cortes foi influenciado pelas condições climáticas, porém, estas não prejudicaram o desenvolvimento do componente forrageiro. Para a variável pH constata-se que o GEOX<sup>®</sup> tem um poder mais rápido de neutralização, no entanto, a longo prazo a neutralização torna-se semelhante ao tratamento com calcário. A aplicação de 300 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> foi responsável pela maior produção de massa seca de forragem. A taxa de acúmulo kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> apresentou interação de cortes e doses de nitrogênio (p<0,001) e independente da época do corte, o tratamento com aplicação de 300 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> apresentou os maiores valores para esta variável. A dose de nitrogênio influenciou significativamente a quantidade de lâminas foliares do capim-tamani (p<0,0001), o colmo (p<0,05) e a relação folha/colmo (p<0,05). Verificou-se diferenças para proteína bruta (p<0,001), FDN (p<0,05), FDA (p<0,05) e lignina (p<0,05) ao longo dos cortes, reflexo das épocas de corte ao longo do período experimental. O uso d GEOX<sup>®</sup> como corretivo de acidez do solo no cultivo de capim-tamani neutralizou a acidez mais rapidamente, entretanto, possui pouco efeito residual e ao longo do tempo tem sua ação diminuída. Os maiores níveis de adubação nitrogenada (200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) aumentaram a quantidade de lâminas foliares no dossel, reduziram a quantidade de colmo, promovendo maior relação folha/colmo.

**Palavra-chave:** Acidez do solo; Adubação nitrogenada; *Megathyrsus maximus*.

## SOIL IMPROVEMENTS AND FERTILIZATION IN TAMANI GRASS CULTURE

**ABSTRACT** - The objective was to evaluate the productivity, morphological and chemical characteristics of *Megathyrsus maximus* BRS Tamani (syn. *Panicum maximum*) under the application of correctives, soil conditioners and doses of nitrogen fertilization. The experimental design used was complete randomized blocks, with 4 replications. Three soil acidity correctives were considered (calclitic limestone, gypsum and, GEOX<sup>®</sup>, absence and 3 levels of nitrogen fertilization (50, 200 and 300 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>), for 2 agricultural years. The forage was managed respecting the light interception of 95% and residue of 25 cm. development of the forage component. For the pH variable it is verified that GEOX<sup>®</sup> has a faster neutralization power, however, in the long term the neutralization becomes similar to treatment with lime. The application of 300 kg of N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> was responsible for the highest forage dry mass production. alcohol significantly influenced the number of leaf blades of tamani grass (p<0.0001), the stem (p<0.05) and the leaf/stem ratio (p<0.05). crude (p<0.001), NDF (p<0.05), ADF (p<0.05) and lignin (p<0.05) along the cuts, reflecting the cutting times throughout the experimental period. The use of GEOX<sup>®</sup> as a corrective of soil acidity in the cultivation of tamani grass neutralized the acidity more quickly, however, it has little residual effect and over time its action diminishes. The highest levels of nitrogen fertilization (200 and 300 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) increased the number of leaf blades in the canopy, reduced the amount of stem, promoting a higher leaf/stem ratio.

**Keyword:** Soil acidity; Nitrogen fertilization; *Megathyrsus maximus*.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Valores de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura mínima e máxima (°C) durante o período de condução do experimento (12/2019 a 11/2021). Botucatu/SP- Estação do Inmet de Botucatu, estado de São Paulo ..... 17
- Figura 2.** pH do solo submetido a aplicação de calcário, calcário associado ao gesso e GEOX<sup>®</sup> durante período experimental..... 22
- Figura 3.** Desdobramento da interação do corte, ano e aplicação de calcário, calcário associado ao gesso e GEOX<sup>®</sup> para a variável produção de massa seca de forragem (kg ha<sup>-1</sup>) no cultivo de capim-tamani..... 25
- Figura 4.** Desdobramento da interação entre cortes e doses de nitrogênio para a variável taxa de acúmulo kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. ..... 25

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Atributos químicos do solo na camada de 0-20 cm de profundidade da área experimental antes da implantação do experimento. ....	18
<b>Tabela 2.</b> Produção de massa seca de forragem kg ha <sup>-1</sup> e taxa de acúmulo kg ha <sup>-1</sup> de capim-tamani adubado com doses de nitrogênio .....	24
<b>Tabela 3.</b> Composição química do capim-tamani cultivado com uso de calcário, calcário associado ao gesso e GEOX <sup>®</sup> e doses de nitrogênio. ....	26
<b>Tabela 4.</b> Características morfológicas, relação folha/colmo e clorofila de capim-Tamani cultivado com diferentes corretivos do solo e doses de nitrogênio.....	28

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

°C – Graus Celsius  
ABIEC – Associação Brasileira de Exportadores de Carne  
AOAC – Association of Official Analytical Chemists  
Ca – Cálcio  
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
CEL – Celulose  
cm – Centímetros  
CTC – Capacidade de troca catiônica  
cv. – Cultivar  
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
EPM – Erro padrão médio  
FDA – Fibra em detergente ácido  
FDN – Fibra em detergente neutro  
FMVZ – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia  
ha<sup>-1</sup> – Hectares  
H + Al – Acidez Potencial  
HEMICEL – Hemicelulose  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IL – Interceptação luminosa  
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia  
K – Potássio  
LIG – Lignina  
MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento  
MF – Massa fresca  
Mg – Magnésio  
MM – Matéria mineral  
mm – milímetros  
MO – Matéria Orgânica  
MSF – Massa seca de forragem  
N – Nitrogênio  
P – Fósforo  
PB – Proteína Bruta  
pH – Potencial Hidrogeniônico  
PRNT – Poder Relativo Neutralizante Total  
RFA – Radiação fotossinteticamente ativa  
SB – Soma de bases trocáveis  
UNESP – Universidade Estadual Paulista  
Unipasto – Associação para o fomento à pesquisa de melhoramento de forrageiras  
USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos  
V% – Saturação por base  
VC – Valor cultural

## SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 Considerações Iniciais .....	1
1. Introdução.....	2
2. <i>Megathyrus maximus</i> BRS Tamani .....	3
3. Corretivos de acidez do solo .....	4
4. Adubação nitrogenada em plantas forrageiras .....	7
5. Influência da acidez do solo na adubação nitrogenada em pastagem .....	8
REFERÊNCIAS .....	10
CAPÍTULO 2 .....	15
INTRODUÇÃO .....	16
MATERIAL E MÉTODOS .....	17
LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ÁREA.....	17
CARACTERIZAÇÃO DO SOLO .....	17
DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS .....	18
CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	19
AMOSTRAGEM E AVALIAÇÕES REALIZADAS .....	20
FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
CONCLUSÃO .....	28
REFERÊNCIAS .....	29
CAPÍTULO 3-.....	32
Implicações.....	32

**CAPÍTULO 1**  
**Considerações Iniciais**

## 1. Introdução

O Brasil possui extensão territorial e condições climáticas favoráveis para a atividade agropecuária (BÜRGI; PAGOTTO, 2002; DIAS-FILHO, 2015), e as pastagens constituem-se como a forma mais viável economicamente para produção de alimentos nos sistemas de produção animal em âmbito mundial.

No Brasil a área de pastagem total é de 159 milhões de hectares, dos quais 66 milhões estão em estado de degradação intermediárias e 35 milhões em situação de degradação severa (EMBRAPA, 2022), sendo que grande parte destes solos apresentam pouco investimento em correção de acidez do solo e adubações. O manejo adequado da formação, manutenção e adubação das pastagens de gramíneas forrageiras tropicais é requisito fundamental para manter sua sustentabilidade, de forma que estas possam manter altas produtividades e constituir alimento de qualidade para os animais ruminantes (PRIMAVESI et al., 2006).

Aliado aos problemas relacionados à adubação e aplicação de corretivos em áreas de cultivo de forrageiras, verifica-se que o número de cultivares melhoradas disponíveis no mercado é pequeno, resultando em pouca diversidade de espécies cultivadas (RODRIGUES et al., 2006). Diante disso, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, lançou a cultivar híbrida de *Megathyrsus maximus* (sin. *Panicum maximum*) BRS Tamani, que apresenta porte baixo, abundância de folhas e perfilhos, alta produtividade e vigor, valor nutritivo (elevados teores de proteína bruta e digestibilidade), resistência à cigarrinha-das-pastagens e facilidade de manejo (EMBRAPA, 2015).

Uma das práticas agrícolas que pode ser utilizada, porém pouco estudada em pastagem, é a correção de acidez do solo. Nesse contexto, a aplicação de calcário neutraliza a acidez do solo e aumenta a disponibilidade de nutrientes, fornece cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e alivia a toxicidade de alguns elementos, principalmente nas camadas superficiais do solo (CAIRES et al., 2011). O gesso tem sido amplamente utilizado na recuperação de solos sódicos ou como fonte de Ca e S (ZOCA e PENN, 2017), visto que a aplicação de gesso não corrige a acidez do solo, mas fornece  $\text{Ca}^{2+}$  e enxofre (S) e reduz a disponibilidade de  $\text{Al}^{3+}$  na camada arável (SORATTO et al., 2010; CAIRES et al., 2011; CARMEIS FILHO et al., 2017).

Destaca-se atualmente, que além do calcário e combinação de calcário e gesso, a utilização crescente do corretivo, GEOX<sup>®</sup> cujas características assemelham-se com os demais corretivos quanto à neutralização da acidez do solo e fornecimento de nutrientes, podendo, ser tão eficientes ou talvez apresente melhor desempenho na correção da acidez do solo, por possuir maior solubilidade e menor tempo de reação (ALCARDE, 2005).

Com relação a adubação nitrogenada, esta tem relevância significativa na produtividade e sustentabilidade das pastagens, visto que a falta de nitrogênio (N) é o primeiro fator a causar o processo de degradação (MACEDO, 2005). Nos solos deficientes em N, o crescimento e desenvolvimento da planta tornam-se lentos, a produção de perfilhos é negativamente afetada e o teor de proteína não atende as exigências nutricionais do animal (ROCHA et al., 2000; FAGUNDES et al., 2006; BRAMBILLA et al., 2012).

A submissão da planta aos corretivos de acidez do solo e níveis, doses e parcelamento de adubação, constituem uma estratégia de manejo para obtenção de parâmetros de direcionamento para o manejo racional aliado ao melhor benefício/custo. Portanto, é de extrema relevância estudos sobre a resposta do capim-tamani aos corretivos de acidez do solo e a doses e parcelamentos de nitrogênio, visando elucidar e complementar informações acerca da produtividade, adaptabilidade e qualidade desta cultivar.

## **2. *Megathyrus maximus* BRS Tamani**

A cultivar Tamani (*Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani) foi o primeiro híbrido lançado pela Embrapa, oriundo do cruzamento entre a planta sexual S12 e o acesso apomítico T60 (BRA-007234) (EMBRAPA, 2015), fruto de parceria da EMBRAPA com a associação para o fomento à pesquisa de melhoramento de forrageiras (Unipasto), com o intuito de intensificar cada vez mais a pecuária brasileira com espécies forrageiras resistentes e produtivas. Tamani significa “Precioso” em suaíli, língua adotada no Quênia. Foi registrada no ano de 2014 e protegida em 2015 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Detentora de elevado potencial de produção de biomassa, flexibilidade aos possíveis erros de manejo e adaptação às condições edafoclimáticas das regiões tropicais. É indicada para uso em solos bem drenados, de média a alta fertilidade, em todos os estados do bioma Cerrado, com mais de 800 mm de pluviosidade anual e até seis meses de estação seca (EMBRAPA, 2015).

Seu hábito de crescimento é o cespitoso, apresentando colmos finos, ausência de pilosidade e porte intermediário (TESK et al., 2017). Avaliações de produtividade dessa gramínea resultaram em média de 15.000 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de massa seca foliar.

Apresenta valor nutritivo superior às demais cultivares de sua espécie, com 9% mais proteína bruta quando comparada ao capim-tanzânia, sendo considerada mais digestível (EMBRAPA, 2015). As principais características morfofisiológicas são produção de folhas de

alto valor nutritivo (elevados teores de proteína bruta e digestibilidade), produtividade, vigor, e resistência às cigarrinhas-das-pastagens (GAVALI, 2016).

Outras características podem ser também atribuídas a essa gramínea, como baixa tolerância ao encharcamento do solo e maior persistência a condições de baixas temperaturas quando comparadas às cultivares Massai e Tanzânia, sendo semelhante ao capim-mombaça (EMBRAPA, 2015).

Os estudos que vêm avaliando sua adaptabilidade e desenvolvimento para os sistemas produtivos, tornam-se importantes. Todavia, são necessários estudos que contrastem suas características fisiológicas e produtivas possibilitando conhecer melhor o desempenho dessa gramínea pouco estudada.

### **3. Corretivos de acidez do solo**

Os solos brasileiros são em geral muito ácidos, isto é, apresentam pH menor que 5,5 (VELOSO, 1992) e que a correção de sua acidez é uma prática indispensável para a obtenção de colheitas abundantes com a maioria das culturas. Para corrigir a acidez dos solos e com isto aumentar os rendimentos das culturas, o homem usa há séculos materiais alcalinos: calcário, cal, conchas moídas, cinzas, etc.

Denomina-se como corretivos da acidez do solo aqueles produtos aos quais possuem a capacidade de neutralização (diminuição ou eliminação) da acidez do solo e carregamento de nutrientes principalmente o Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) (ALCARDE, 1992). Os produtos que podem ser utilizados na correção da acidez do solo são caracterizados por conterem como constituintes neutralizantes os carbonatos, óxidos, hidróxidos e silicato de cálcio e ou de magnésio (ALCARDE, 1984).

O calcário é o produto mais utilizado na agricultura para corrigir a acidez do solo, por ser de ocorrência natural, ter boa disponibilidade e boa distribuição geográfica (SILVA et al., 2013). No entanto, reporta-se a existência de vários tipos de produtos corretivos de acidez do solo, com efeitos distintos, sendo necessário conhecer seus efeitos em áreas de cultivo de plantas forrageiras para que possa ser realizada a escolha daquele mais conveniente a cada situação (PRIMAVESI et al., 2004).

Além do calcário, destaca-se ainda o uso de gesso agrícola ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – sulfato de cálcio). O gesso é condicionante do solo, mais solúvel do que o calcário, além de ter a presença do íon acompanhante  $\text{SO}_4^{4-2}$  que facilita a movimentação vertical do  $\text{Ca}^{2+}$  para as camadas mais subsuperficiais, diminuindo a saturação de  $\text{Al}^{3+}$ , estimulando o desenvolvimento do sistema

radicular da planta. A ação do gesso no solo é oposta do calcário, ele dá as raízes a possibilidade de explorar novas áreas que antes era delimitada devido à compactação do solo devido ao vai e vem das máquinas de corte e transporte (RAMPIM et al., 2011).

O gesso agrícola é um subproduto da indústria de fertilizantes fosfatados, é um tipo sal neutro, que não apresenta propriedade corretiva do pH, atua somente como condicionador do solo (RAINJ, 2008). Após a sua aplicação no solo, não se espera a elevação do potencial hidrogeniônico (pH), mas a diminuição do teor de alumínio tóxico, que pode eliminar também a toxidez de sódio, além de ser fonte de dois macronutrientes secundários o, cálcio e enxofre (VITTI, 1988). A resposta do gesso agrícola como melhorador do ambiente radicular em profundidade tem sido observada para a maioria das culturas anuais (MALAVOLTA, 1981; ALCARDE, 2005).

Diversas pesquisas tem utilizado o gesso combinado com o calcário para aumentar a eficiência da calagem em solos tropicais (CRUSCIOL et al., 2016; INAGAKI et al., 2016; CARMELIS FILHO et al., 2017). No cultivo de leguminosas, a utilização de corretivos de acidez do solo promove ainda o crescimento da cultura devido à melhoria da nodulação e aumento da fixação de N por meio do aumento da abundância de rizóbios compatíveis e redução das restrições inibindo a infecção e nodulação da planta hospedeira. Foi demonstrado que a calagem pode melhorar a mineralização de N e os efeitos benéficos subsequentes nos sistemas de cultivo, incluindo a minimização das entradas de fertilizantes nitrogenados (HOLLAND et al., 2018).

Bossolani et al. (2020) ao avaliarem a correção de solos utilizando calcário e gesso na fixação de nitrogênio e sua influência na nitrificação e a desnitrificação do gene na rizosfera e no solo em um sistema de consórcio de plantio direto tropical observaram que, há uma forte capacidade das gramíneas forrageiras para reduzir a nitrificação do solo quando comparadas com o milho, e, que a melhoria dos componentes do solo por meio da calagem pode contribuir para a redução da nitrificação do solo, evidenciada pela redução da abundância de arqueias no solo, e que o emprego de correções do solo por meio de calcário e gesso pode reduzir o processo de nitrificação em sistemas consorciados sob plantio direto.

Zandoná et al. (2015) avaliando as respostas da associação do gesso e calcário nos teores de nutrientes e CTC do solo, concluíram que, quando o gesso foi aplicado associado ao calcário, o teor de Ca, na camada de 10-20 cm, ficou próximo a  $5 \text{ cmol}^{-1}$ , aproximadamente 25% superior, quando comparado à área onde foi aplicado gesso sem calcário, indicando a translocação vertical do Ca para essa camada. Os teores de Mg no solo também aumentaram

com a aplicação de gesso, nas camadas de 10- 20 cm e 20-40 cm, no entanto, houve redução na camada de 0-10 cm. A aplicação de gesso, em nove meses, diminuiu o teor de  $Al^{3+}$  nas camadas 0-10 cm e 10-20 cm, porém em pequenas quantidades, possivelmente em razão do curto período.

Lopes (2020) avaliando os atributos químicos do solo e qualidade da pastagem *Urochloa brizantha* cv. Piatã com a aplicação de calcário e gesso concluíram que o calcário, após 16 meses, elevou o Ca, o pH, a V% e reduziu o H+Al na camada superficial do solo. O gesso elevou o teor de K, e reduziu o Mg após 8 meses. Entretanto, a interação de calcário com gesso elevou o K e  $S-SO_4^2$  apenas na subsuperfície. A interação de calcário com gesso aumentou o teor foliar de Ca e S na pastagem, enquanto o calcário aumentou o teor de Mg e o gesso o teor de S. O gesso, associado ou não ao calcário, não alterou a composição química da pastagem. No entanto, o calcário melhorou a qualidade do capim pesquisado em alguns cortes elevando o NDT e reduzindo FDN, FDA e Lignina. A produtividade da pastagem não se alterou pela interação de calcário com o gesso. O calcário aumentou a produtividade no primeiro e o gesso no segundo e sexto corte do capim, sendo a dose de gesso de  $500 \text{ kg ha}^{-1}$  a que gerou maior incremento de massa seca de forragem.

Além do calcário e gesso agrícola observa-se a utilização de outros corretivos como os hidróxidos, silicatos e os óxidos. Estes corretivos possuem características semelhantes aos corretivos já utilizados pelos produtores, quanto à neutralização da acidez do solo e fornecimento de nutrientes, podendo neste caso, serem tão eficientes ou talvez apresentarem melhor desempenho na correção da acidez do solo, pela maior solubilidade e menor tempo de reação quando comparados ao calcário, que possui certa demanda de água para sua dissolução e precisa ser incorporado ao solo para maior eficácia.

Diante da oportunidade da substituição dos corretivos do solo comumente utilizados em áreas de cultivo de pastagens por outro corretivo agrícola tem sido verificada a aplicação do Óxido de cálcio (60%) e Óxido de magnésio (30%), como alternativa para correção da acidez do solo especialmente, em áreas as quais tem sido recomendada, tanto para formação das pastagens, quanto para recuperação de solos degradadas cultivadas com os diversos tipos de forrageiras (ALCARDE, 1984). Entre as peculiaridades desse corretivo destacam-se a granulometria fina e solubilidade relativamente alta e a grande reatividade superior aos carbonatos e silicatos já que este produto é composto por óxidos, e por apresentar elevado poder de neutralização resultando em menor quantidade a ser aplicada.

Diante desse cenário, observam-se também, poucos registros na literatura reportando sobre os benefícios causados pela aplicação de calcário, calcário mais gesso e GEOX<sup>®</sup> nas áreas de pastagem com cultivo do capim-tamani, bem como há uma carência de estudos quanto à interação da correção do solo com a aplicação de doses e parcelamento de aplicação de adubação nitrogenada para essa cultura.

#### **4. Adubação nitrogenada em plantas forrageiras**

Entre as formas de recuperação de pastagens degradadas, a adubação deve ser vista como prioridade, e o uso de fertilizantes nitrogenados permite aumentar a sustentabilidade, aumentando a longevidade da pastagem, a rentabilidade e a flexibilização do manejo na fazenda, utilizando-se melhor as áreas e deixando outras para cultivos agrícolas (MARTHA JÚNIOR et al., 2004).

A produção de forragem é influenciada pela adubação, em especial pela nitrogenada, que modifica os processos de crescimento das plantas, pois, dentre todos os macros e micronutrientes, o N é quantitativamente o mais importante para o crescimento e desenvolvimento da planta, conseqüentemente melhora a produtividade das gramíneas forrageiras, visto que é o constituinte essencial das proteínas (FERNANDES, 2011).

Logo, a aplicação deste nutriente é uma das formas de incrementar a produtividade dos pastos, principalmente quando a forrageira considerada responde eficientemente a sua aplicação, como é o caso do capim-tamani (MARTUSCELLO et al., 2009; MARTUSCELLO et al., 2015).

O N está diretamente relacionado à produção de massa seca de pastagens tropicais, pois este nutriente tem participação na molécula de clorofila, interferindo diretamente no processo fotossintético, a sua aplicação proporciona aumento imediato e significativo na produtividade da pastagem (FERNANDES, 2011; NAKAO et al., 2014; MARQUES et al., 2016), estimula o crescimento da parte aérea e melhora o valor nutritivo da planta (COSTA et al., 2009). Este nutriente também participa na elaboração de substâncias como proteínas (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007) que são fundamentais na nutrição de ruminantes.

Souza et al. (2005) estudando a espécie de forrageira *Megathyrsus maximus*, observaram que a irrigação juntamente com a adubação nitrogenada proporcionou aumentos significativos de massa da forrageira em relação às plantas sem adubação e irrigação. À medida que se elevou as doses de nitrogênio, aumentou a produção da massa de forragem, neste caso 30,74; 34,46 e 36,80 t ha<sup>-1</sup> para as doses de 50, 75 e 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

A EMBRAPA (2015) recomenda que no estabelecimento do capim-tamani seja realizada a aplicação de no mínimo 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 40 a 50 kg ha<sup>-1</sup> de uma fórmula com micronutrientes. Os mesmos autores enfatizam ainda, a necessidade de adubações na fase de utilização da pastagem, os níveis de reposição de nutrientes devem observar a manutenção dos teores de nutrientes exigidos na implantação em pelo menos 80% dos valores absolutos, e, posteriormente, também serem equivalentes aos níveis de produção animal almejados. As práticas de reposição de nutrientes, em especial o nitrogênio, e de manejo adequado do pasto, garantem maior longevidade do pasto e a produção sustentável de carne ou leite.

Vasconcelos et al. (2020) observaram aumento da produção de biomassa de capim-tamani com o incremento das doses, que é justificado pela participação do nitrogênio como um agente controlador dos processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, favorecendo a maior produção de biomassa pela fixação de CO<sub>2</sub>. Podem-se encontrar vários trabalhos que reportam tal comportamento para essa variável com o uso de altas doses de adubação nitrogenada (FAGUNDES et al., 2006; MARTUSCELLO et al., 2006; BRAZ et al., 2011).

A dose e o parcelamento são parâmetros fundamentais para reduzir, principalmente, as perdas por volatilização e lixiviação, com isso se tem melhor aproveitamento do nitrogênio pela planta (WERNER et al., 2001). A aplicação de N pode promover o ritmo de crescimento e a qualidade das gramíneas forrageiras, aumentando a produção de massa seca e a síntese de proteínas com distribuição anual mais uniforme (SILVA, 2008).

## **5. Influência da acidez do solo na adubação nitrogenada em pastagem**

Além da sua importância tecnológica, poucos elementos químicos existentes são tão relevantes para a vida na terra como o nitrogênio. O N está presente nos aminoácidos, proteínas, DNA, RNA e em outras estruturas celulares (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002). A disponibilidade biológica do nitrogênio no solo, juntamente com o fósforo, enxofre e potássio tem relação direta com a produtividade agrícola (LESSA, 2007).

A disponibilidade dos nutrientes sofre influência do pH do solo. Cada elemento apresenta a sua faixa ideal de aproveitamento em relação ao pH, o N é melhor aproveitado pela planta em solo com pH acima de 5,5. A disponibilidade máxima verifica-se na faixa de pH do solo entre 6 e 6,5 para depois diminuir (MALAVOLTA, 1979).

Nas plantas, o N é o único nutriente que pode ser absorvido na forma catiônica ou aniônica. Dentre as formas iônicas predominam o nitrato (NO<sup>3-</sup>) e amônio (NH<sup>4+</sup>), que são preferencialmente absorvidas pelas plantas. O teor de amônio nos solos é geralmente baixo,

pois é a forma de nitrogênio preferencialmente absorvida pelos microrganismos para assimilação ou para a geração de energia, transformando-o em nitrato por meio da nitrificação.

A nitrificação é a conversão de  $\text{NH}_4^+$  em  $\text{NO}_3^-$ . É um processo biológico e prossegue rapidamente em solos úmidos, quente e bem aerado (O'LEARY et al., 1994). A nitrificação é beneficiada por valores de pH próximos da neutralidade, porém, o processo é acidófilo, particularmente na primeira fase da nitrificação (PEIXOTO, 2008). A acidez inibe a produção de nitrato em solos que recebem aplicação de amônio, assim como a nitrificação é favorecida pela calagem. A taxa de nitrificação decresce abaixo de pH 6,0 em água e é insignificante abaixo de pH 4,5 em água (ADAMS e MARTIN, 1984).

Potafós (1998) afirmou que cinco condições do solo parecem ter maior influência nos processos de nitrificação e desnitrificação e entre eles destaca-se o pH do solo. Este autor, afirmou ainda, que as taxas de nitrificação são geralmente baixas em solos ácidos. Ela pode ocorrer numa amplitude de pH de 4,5 a 10, mas o pH ótimo é de 8,5. A calagem em solos fortemente ácidos beneficia as bactérias nitrificadoras, sendo responsável pelo aumento da desnitrificação sob certas condições (HOLLAND et al., 2018).

Tiritan et al. (2008) ao avaliarem a resposta à calagem da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de adubação nitrogenada concluíram que, a adubação nitrogenada e a calagem, proporcionaram elevação nos teores de nitrogênio e cálcio na planta, com consequente aumento na produção de massa seca.

Diante do exposto, pode-se inferir que uma das maneiras mais adequadas para aumentar a eficiência dos fertilizantes nitrogenados na adubação de pastagens, em solos ácidos, é o uso de corretivos do solo na dosagem correta. Dessa forma surge a proposta de estudo, que teve por objetivo avaliar a produtividade, características morfológicas e químicas do *Megathyrsus maximus* BRS Tamani submetido aos corretivos de acidez do solo e doses e parcelamento de adubação nitrogenada, tendo como hipótese que, a aplicação do Óxido de cálcio (60%) e Óxido de magnésio (30%) combinado com maiores doses de nitrogênio seriam capazes de promover melhorias na produtividade e qualidade do capim-tamani nas condições estudadas.

Para tanto, foi realizado o experimento apresentado no Capítulo 2 denominado: **CORRETIVOS DO SOLO E ADUBAÇÃO NO CULTIVO DE CAPIM-TAMANI**. O trabalho foi redigido de acordo com as exigências para publicação na revista *Acta Scientiarum Agronomy*, excetuando-se o idioma.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, F.; MARTIN, J. B. Liming effects on nitrogen use and efficiency. In: HAUCK, R. D. (Ed.). **Nitrogen in crop production Madison**: American Society of Agronomy, 1984.

ALCARDE, J. C. **Corretivos da acidez dos solos**. São Paulo: ANDA, 2005. 24 p. (Boletim técnico, 6). Disponível em: <[http://www.agrolink.com.br/downloads/corretivos\\_da\\_acidez\\_dos\\_solos.pdf](http://www.agrolink.com.br/downloads/corretivos_da_acidez_dos_solos.pdf)>. Acesso em: 24 nov. 2021.

ALCARDE, J. C. Corretivos da acidez dos solos: características de qualidade. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS AGRÍCOLAS, Piracicaba, 1984. **Anais...** Piracicaba: Fundação Cargill, p. 97-117, 1984.

ALCARDE, J. C. **Corretivos da acidez dos solos**: Características e interpretações técnicas. 2 ed. São Paulo, ANDA, 1992.

BOSSOLANI, J. W.; CRUSCIOL, C. A. C.; MERLOTI, L. F.; MORETTI, L. G.; COSTA, N. R.; TSAI, S. M.; KURAMAE, E. E. Long-term lime and gypsum amendment increase nitrogen fixation and decrease nitrification and denitrification gene abundances in the rhizosphere and soil in a tropical no-till intercropping system. **Geoderma**, v. 375, 2020.

BRAMBILLA, D. M.; NABINGER, C.; KUNRATH, T. R.; CARVALHO, P. C. D. F.; CARASSAI, I. J.; CADENAZZI, M. Impact of nitrogen fertilization on the forage characteristics and beef calf performance on native pasture overseeded with ryegrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 3, p. 528-536, 2012.

BRAZ, T. G. S.; FONSECA, D. M.; FREITAS, F. P.; MARTUSCELLO, J. A.; SANTOS, M. E.; SANTOS, M. V. Morphogenesis of Tanzania guinea grass under nitrogen doses and plant densities. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, n. 7, p.1420- 1427, 2011.

BÜRGI, R.; PAGOTTO, D. S. Aspectos mercadológicos dos sistemas de produção animal em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM: Inovações tecnológicas no manejo de pastagens, 19.2002, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 2002.

CAIRES, E. F.; JORIS, H. A. W.; CHURKA, S. Long-term effects of lime and gypsum additions on no-till corn and soybean yield and soil chemical properties in southern Brazil. **Soil use and Management**, v. 27, n. 1, p. 45-53, 2011.

CARMEIS FILHO, A. C.; PENN, C. J.; CRUSCIOL, C. A.; CALONEGO, J. C. Lime and phosphogypsum impacts on soil organic matter pools in a tropical Oxisol under long-term no-till conditions. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 241, p. 11-23, 2017.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V.; SILVA, G. P.; SEVERIANO, E. C. Produção de massa seca e nutrição nitrogenada de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1578-1585, 2009.

CRUSCIOL, C. A. C. et al. Soil fertility, plant nutrition, and grain yield of upland rice affected by surface application of lime, silicate, and phosphogypsum in a tropical no-till system. **Catena**, Cremlingen, v. 137, n. 1, p. 87–99, 2016.

DIAS-FILHO, M. B. Uso de pastagens para a produção animal no Brasil: estado da arte e a necessidade de intensificação de forma sustentável e ambientalmente adequada. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 27., 2015, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2015.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - BRS Tamani, forrageira híbrida de *Panicum maximum*. **Embrapa Gado de Corte**. 2015.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; JUNIOR, D. N.; SANTOS, M. E. R.; LAMBERTUCCI, D. M. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 01, p. 30-37, 2006.

FERNANDES, J. C. **Fontes e doses de nitrogênio na adubação do capim-mombaça em cerrado de baixa altitude**. 2011. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira-SP, 2011.

GAVALI, J. **Estratégias de manejo do pasto para *Panicum maximum* cvs. Quênia e Tamani**. 2016. 83 f. (Dissertação Universidade Federal do Mato Grosso). Mato Grosso. 2016.

HOLLAND, J. E.; BENNETT, A. E.; NEWTON, A. C.; WHITE, P. J.; MCKENZIE, B. M.; GEORGE, T. S., ... & HAYES, R. C. Liming impacts on soils, crops and biodiversity in the UK: A review. **Science of the Total Environment**, v. 610, p. 316-332, 2018.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, 2007.

INAGAKI, T. M.; DE MORAES SÁ, J. C.; CAIRES, E. F.; GONÇALVES, D. R. P. Lime and gypsum application increases biological activity, carbon pools, and agronomic productivity in highly weathered soil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 231, p. 156-165, 2016.

LESSA, R. N. T. **Ciclo do nitrogênio**. Setembro, 2007.

LOPES, E. E. S. **Aplicação superficial de calcário e gesso em solos arenosos: atributos químicos do solo e qualidade da pastagem U. brizantha cv. Piatã**. 2020. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2020.

MACEDO, M. C. M. Degradação de pastagens: conceitos, alternativas e métodos de recuperação. **Informe Agropecuário**, v.26, n.226, p.36-42, 2005.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**: adubos e adubação. Minas Gerais: Ceres, 1981.

MARQUES, M. F.; ROMULADO, L. M.; MARTINEZ, J. F.; LIMA, C. G.; LUNARDI, L. J.; LUZ, P. H.C., HERLING, V. R. Momento de aplicação do nitrogênio e algumas variáveis estruturais e bromatológicas do capim-massai. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 68, n. 3, p. 776-784, 2016.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; BARIONI, L. G.; SOUSA, D. M. G. de; BARCELLOS, A. de O. Manejo da adubação nitrogenada em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2004.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. de (Ed.). **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; JÚNIOR, D. N.; SANTOS, P. M.; CUNHA, D. N. F. V.; MOREIRA, L. M. Características morfológicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 665-671, 2006.

MARTUSCELLO, J. A.; SILVA, L. P.; CUNHA, D. N. F. V.; BATISTA, A. C. S.; BRAZ, T. G. S.; FERREIRA, P. S. Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção. **Ciência animal brasileira**, v.16, n.1, p. 1-13, 2015.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002.

NAKAO, A. H.; DICKMANN, L.; SOUZA, M. F. P.; RODRIGUES, R. A. F.; TARSITANO, M. A. A. Análise Econômica da Produção de Milho Safrinha em função de fontes e doses de Nitrogênio e Inoculação Foliar com *Azospirillum brasilense*. **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer – v. 10, n. 18, 2014.

O'LEARY, M.; REHM, G.; SCHMIT, M. **Understanding Nitrogen in Soils**. University of Minnesota Extension. Reviewed, 1994.

PEIXOTO, M. F. S. P. **Ciclo do nitrogênio**. Aula 3. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2008.

POTAFÓS: Instituto da Potassa & Fosfato. Manual internacional de fertilidade de solo. Piracicaba: Potafós, 1998.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 562-568, 2006.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. de A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A. G.; FREITAS, A. R. de; VIVALDI, L. J. Adubação nitrogenada em capim-Coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2004

RAIJ, B. van. **Gesso na agricultura**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2008.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1997.

RAMPIM, L.; LANA, M. C.; FRANDOLOSO, J. F.; FONTANIVA, S. Atributos químicos de solo e resposta do trigo e da soja ao gesso em sistema semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35:1687-1698, 2011.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

ROCHA, G. P.; EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. Nitrogênio na produção de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta de gramíneas tropicais. **Pasturas Tropicais**, v.22, p. 4-8, 2000.

ROCHA, P. G.; EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A.; ROSA, B. Adubação nitrogenada em gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2002.

RODRIGUES, R. C.; ALVES, A. C.; BRENNECKE, K.; PLESE, L. P. M.; LUZ, P. H. C. Densidade populacional de perfilhos, produção de massa seca e área foliar do capim-xaraés cultivado sob doses de nitrogênio e potássio. **Boletim de Indústria Animal**, v. 63, p. 27-33, 2006.

SILVA, A. G. **Potencial produtivo e valor nutritivo do capim mombaça submetido a doses de nitrogênio e alturas de cortes**. 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

SILVA, R. D. G.; COSTA, K. A. P.; FANQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; BERNADES, T. F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 184-191, 2013.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Cátions hidrossolúveis na parte aérea de culturas anuais mediante aplicação de calcário e gesso em superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 81-90, 2007.

SOUZA, E. M.; ISEPON, O. J.; ALVES, J. B.; BASTOS, J. F. P.; LIMA, R. C. Efeitos da irrigação e adubação nitrogenada sobre a massa de forragem de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1146- 1155, 2005.

TESK, C. R. M.; RAMOS, T. A.; SCHMIDT JÚNIOR, R. J.; ARAGÃO, L. S.; CARVALHO, P.de.; PEREIRA, D. H.; PINA, D. S.; PEDREIRA, B. C. Valor nutritivo dos capins Quênia e Tamani sob diferentes intensidades de desfolhação. In: SIMPOSIO MATO – GROSSENSE DE BOVINOCULTURA DE CORTE, 4. 2017, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SIMBOV, 2017.

TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; SANTOS, D. H.; SATO, A. M.; DOMINGUES, W. L. Resposta a calagem da *Brachiaria brizantha* submetida a diferentes doses de adubação nitrogenada. **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215 (Vol. 4, No. 2, pp. 18-26), 2008.

VASCONCELOS, E. C. G.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; CAVALCANTE, A. C. R.; LOPES, M. N. Morphogenesis and biomass production of 'BRS Tamani' guinea grass under increasing nitrogen doses. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 55, p. 11, 2020.

VELOSO, C. A. C.; BORGES, A. L.; MUNIZ, A. S.; VEIGAS, I. A. DE J. M. Efeito de diferentes materiais no pH do solo. **Scientia Agricola**, 49(spe), 123–128, 1992.

VITTI, G. C. **Avaliação e interpretação do enxofre no solo e na planta**. Jaboticabal: FUNEP, 1988.

WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; MONTEIRO, F. A. Adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS. 18, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001.

ZANDONÁ, R. R. et al. GESSO E CALCÁRIO AUMENTAM A PRODUTIVIDADE E AMENIZAM O EFEITO DO DÉFICIT HÍDRICO EM MILHO E SOJA. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 2, p. 128-137, 2015.

ZOCA, S. M.; PENN, C. An important tool with no instruction manual: a review of gypsum use in agriculture. **Advances in Agronomy**, v. 144, p. 1-44, 2017.

## CAPÍTULO 2

O artigo a seguir está redigido de acordo com as normas para publicação na revista *Acta Scientiarum Agronomy*, excetuando-se o idioma.

## INTRODUÇÃO

O Brasil detém o maior rebanho bovino comercial do mundo, mantido na sua grande maioria em pasto, uma vez que apenas 15,6% é terminado em confinamento (ABIEC, 2021). As pastagens constituem a forma mais economicamente viável para o cultivo de alimentos nos sistemas de produção animal conferindo ao Brasil uma vantagem competitiva em relação aos demais produtores mundiais de bovinos.

No Brasil a área de pastagem total é de 159 milhões de hectares, dos quais 66 milhões estão em estado de degradação intermediárias e 35 milhões em situação de degradação severa (EMBRAPA, 2022), sendo que grande parte destes solos apresentam pouco investimento em correção de acidez do solo e adubações. Estes solos em processo de degradação apresentam ainda baixo teor de fósforo e bases, o que requer reposição de nutrientes para manutenção do potencial produtivo (ALMEIDA et al., 2021).

Deste modo, são necessários esforços buscando a melhoria dos solos onde as pastagens brasileiras são plantadas, com a utilização de corretivos de acidez do solo e adubação. Entre os corretivos pode-se inicialmente destacar a calagem que é o método mais eficiente para a neutralização do  $Al^{3+}$ , e elevar os níveis de Ca e Mg.

Porém, a aplicação de calcário atua nas primeiras camadas do solo, assim o gesso agrícola é uma opção para melhorar o perfil do solo, melhorando teores de Ca e Mg, diminuindo a acidez. Neste contexto a aplicação conjunta de gesso e calcário, pode ser uma alternativa para melhorar a qualidade do solo em profundidade do perfil agricultável.

Destaca-se ainda os novos corretivos de acidez do solo como o GEOX<sup>®</sup> cujas características assemelham-se com os demais corretivos quanto à neutralização da acidez do solo e fornecimento de nutrientes, e entre as suas peculiaridades, enfatiza-se a sua maior solubilidade e menor tempo de reação (ALCARDE, 2005).

Sistemas de produção em pasto são caracterizados pela demanda de genótipos melhorados e insumos que os tornem mais eficientes, competitivos e lucrativos, frente aos desafios da produção pecuária. A produção de forragem é influenciada pela adubação, em especial pela nitrogenada. Logo, a aplicação deste nutriente é uma das formas de incrementar a produtividade dos pastos, principalmente quando a forrageira considerada responde eficientemente a sua aplicação, como é o caso do capim-tamani (MARTUSCELLO et al., 2009; MARTUSCELLO et al., 2015).

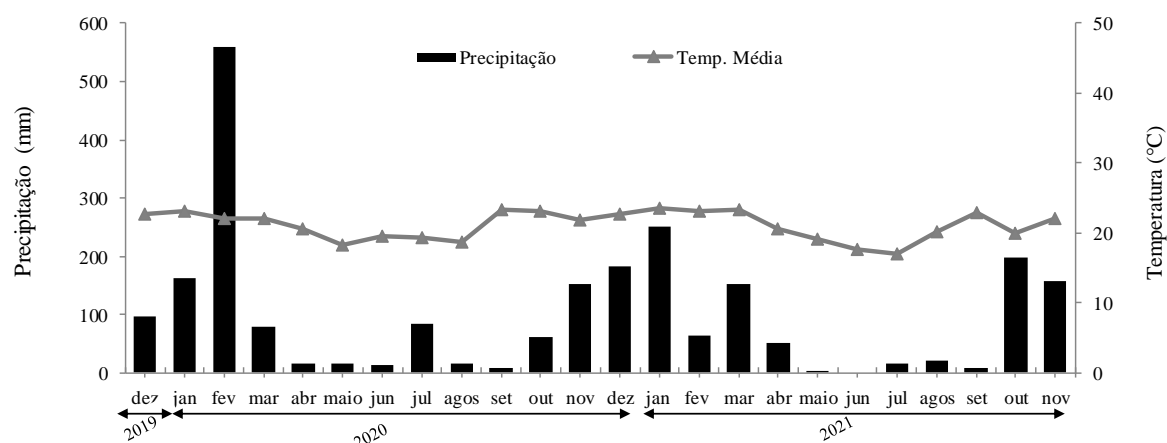
Nesse sentido, esse estudo foi conduzido objetivando-se avaliar a produtividade, características morfológicas e composição química do *Megathyrus maximus* BRS Tamani submetido aos corretivos de acidez do solo, doses e parcelamento de adubação nitrogenada.

## MATERIAL E MÉTODOS

### LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ÁREA

O experimento foi conduzido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia FMVZ/UNESP – Campus de Botucatu, no Setor de Forragicultura da Fazenda Experimental Lageado. O local situa-se a 22°51'01" sul e 48°25'27" oeste, e possui 800 m de altitude.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, que se caracteriza pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso (CUNHA e MARTINS, 2009). Os dados climáticos de precipitação mensal (mm) e temperatura (°C) da área referente ao período de condução do experimento (12/2019 a 11/2021) são apresentados na figura 1.



**Figura 1.** Valores de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura mínima e máxima (°C) durante o período de condução do experimento (12/2019 a 11/2021). Botucatu/SP- Estação do Inmet de Botucatu, estado de São Paulo

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (Instituto Nacional de Meteorologia [Inmet], 2021)

### CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

Antes da instalação do experimento a área utilizada permanecia em pousio há 5 anos. Para realização do presente estudo inicialmente foram realizadas análises de solo para levantamento da caracterização química e física.

Mediante levantamento detalhado (CARVALHO; ESPÍNDOLA; PACCOLA, 1983) e utilizando-se o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SANTOS et al., 2018), o solo da

área experimental é denominado de Latossolo Vermelho distroférico. O solo apresentou 630, 90 e 280 g kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia, respectivamente.

Ainda antes da implantação do experimento, o solo foi amostrado, na profundidade de 0-0,20 m, para realização de análise química necessária para o cálculo de necessidade de calagem. As análises químicas foram realizadas de acordo com a metodologia proposta por Raij et al. (2001), cujos resultados estão apresentados Tabela 1.

**Tabela 1.** Atributos químicos do solo na camada de 0-20 cm de profundidade da área experimental antes da implantação do experimento.

pH	MO	P <sub>resina</sub>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
CaCl <sub>2</sub>	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	-----			mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>		-----		
4,8	25	8	1	34	0,4	18	11	29	63	47

MO: matéria orgânica; P: fósforo; H + Al: acidez potencial; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; SB: soma de bases trocáveis; CTC: capacidade de troca catiônica; V: saturação de base

## DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos completos casualizados com arranjo fatorial 3 x 4 (3 corretivos de acidez do solo e, ausência e 3 doses de adubação nitrogenada), com 4 repetições utilizando o capim-tamani (*Megathyrsus maximus* BRS Tamani).

Os corretivos estudados foram: 1) Calcário calcítico PRNT 85%; 2) Calcário calcítico PRNT 85% + gesso agrícola e, 3) Óxido de cálcio (60%) e Óxido de magnésio (30%) com PRNT de 180%.

As doses de adubação nitrogenada estudados foram: 1) Ausência; 2) 50 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em uma aplicação; 3) 200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em 4 aplicações e 4) 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em 6 aplicações. O fertilizante utilizado foi o formulado 20-05-20.

A área experimental compreendia 564m<sup>2</sup> dividida em 48 parcelas, o espaçamento entre parcelas era de 1 metro.

As doses de calcário e Óxido de cálcio (60%) e Óxido de magnésio (30%) foram calculadas (Equação 1) de pelo método da neutralização do Al<sup>3+</sup> e fornecimento de Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>.

$$t.\text{ha}^{-1} \text{ de calcário} = Y.[\text{Al}^{3+} - (\text{mt}.t/100)] + [\text{X} - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})].100/\text{PRNT} \quad [1]$$

X= exigência em cálcio e magnésio pela cultura.

mt = máxima saturação por alumínio admitida pela cultura.

Y = fator que varia com a capacidade tampão de acidez do solo. Em geral, é possível determinar conforme a textura.

A dose de gesso foi calculada de acordo com Caires e Guimarães (2018) (Equação 2), onde levou-se em consideração a relação entre a produtividade das culturas x saturação por Ca na CTC efetiva (CTCe) do subsolo, elevando a saturação por Ca a 60%.

$$NG \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = (0,6 \times CTCe - \text{teor de Ca em cmol}_c \text{ dm}^{-3}) \times 6,4 \text{ [2]}$$

onde CTCe é a capacidade de troca catiônica efetiva no solo (Ca+ Mg + K + Al).

## CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

### Preparo da área experimental

Os corretivos foram distribuídos a lanço e incorporados com auxílio de grade aradora na camada de 0 a 40 cm de profundidade 60 dias antes do plantio. Após a gradagem, a área foi subsolada a 30 cm.

No momento do plantio a área experimental foi novamente nivelada e realizada a adubação de 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 8-28-16 para elevar o teor de P a 20ppm e o de K a 4,0% da CTC.

### Plantio e manejo do capim-tamani

O capim-tamani foi semeado manualmente a lanço na profundidade de aproximadamente 2 cm com incorporação manual com auxílio de ancinho, numa taxa de semeadura de 4,0 kg/ha de sementes puras viáveis. Após o estabelecimento da gramínea realizou-se a uniformização das parcelas utilizando uma roçadora costal à gasolina, cortando o dossel a uma altura de 25 cm do nível do solo.

A data do primeiro e demais cortes foi determinada quando, após o corte de uniformização, as parcelas de capim-tamani atingiram 95% de interceptação luminosa (IL). As medições eram realizadas em pontos representativos de cada parcela, acima e abaixo do dossel para cálculo da interceptação, utilizando um medidor de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (AccuPAR model LP-80 PAR/LAI).

A interceptação luminosa (IL) foi determinada de acordo com a seguinte fórmula:

$$IL = (\text{RFA abaixo do dossel/RFA acima do dossel forrageiro}) \times 100 \text{ [3]}$$

Este procedimento foi realizado em intervalos de três dias, até se atingir a interceptação luminosa preconizada. Deste modo, realizou-se ao longo dos 2 anos experimentais 14 cortes, 7

em cada ano. No primeiro ano os intervalos de cortes foram de 30, 62, 40, 32, 25, 112 e 102 dias. No ano subsequente os intervalos foram de 28, 37, 33, 22, 77, 99 e 69 dias.

## **AMOSTRAGEM E AVALIAÇÕES REALIZADAS**

### **pH do solo**

Foram realizadas 9 coletas de solo na profundidade de 0-20 cm, logo após a incorporação do corretivo ao solo coletando-se amostras de forma mensal (coletas 1-3), posteriormente de forma trimestral (coletas 4-6) e a cada 4 meses (coletas 7-9).

Amostras foram realizadas a campo com o auxílio de um trado coletor. Após a coleta no campo as mesmas foram identificadas e enviadas ao laboratório de solos, da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP-Campus de Botucatu). Posteriormente as amostras foram secas ao ar e peneiradas (malha 2 mm) e submetidas à análise para determinação do pH ( $\text{CaCl}_2$  0,01 mol L<sup>-1</sup>), conforme metodologia proposta por Raij et al. (2001).

### **Produtividade forrageira**

Avaliou-se massa fresca (MF), massa seca de forragem (MSF) e a taxa de acúmulo de forragem (kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), que foi calculada pela divisão do acúmulo de forragem pelo número de dias entre os cortes.

Os cortes de avaliação da forrageira foram realizados ao nível do solo, com o auxílio de uma moldura com medidas de 0,5 x 0,5 m (0,25m<sup>2</sup>) em cada parcela e a forragem cortada do interior da moldura era pesada e homogeneizada. Após cada coleta, o restante da parcela era cortado com auxílio de roçadora manual com a altura residual de 25 cm, sendo o material resultante desse corte retirado da área.

O material coletado no campo era acondicionado em saco plástico, identificado e enviado ao Setor de Forragicultura da FMVZ/UNESP – Campus de Botucatu, onde foi pesado para determinação da massa fresca e, posteriormente, retirada uma amostra representativa da forragem, cerca de 300g, que era colocada em estufa de ventilação forçada de ar, com temperatura em torno de 65°C, até massa constante, para determinação do teor de massa seca e análises químicas. A produção de massa fresca e de massa seca de forragem foram obtidas com os dados do peso da forragem da área cortada, transformado em kg ha<sup>-1</sup>.

### **Composição morfológica do capim-tamani**

Para as avaliações de quantificação e cálculo da proporção dos componentes morfológicos separou-se os componentes: lâmina foliar, colmo + bainha e material morto da

planta forrageira. Após a separação dos componentes morfológicos, cada componente foi pesado ainda fresco, e acondicionado em sacos de papel furado para permitir a circulação de ar, e identificados de acordo com a parcela pertencente, data de coleta e submetidos à secagem em estufa de circulação até peso constante. Após a secagem, as amostras foram pesadas para o cálculo de teor de massa seca.

### **Índice de clorofila foliar**

A determinação do índice de clorofila foliar foi efetuada no momento do corte do capim-Tamani, utilizando-se clorofilômetro digital (CFL 1030 - Falker) para leituras, na posição do terço médio da lâmina de folhas recém-expandidas, realizando-se 10 leituras na parcela, das quais descartou-se as mensurações discrepantes, utilizando-se para a média apenas as cinco mais próximas.

### **Análises químicas**

Foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia FMVZ/UNESP - Campus de Botucatu.

Depois das análises de massa seca, o material coletado no campo, foram processados em moinho tipo Willey em peneira com crivos de 1 mm, para determinação laboratorial bromatológica.

As análises dos teores de proteína bruta (PB) e celulose (CEL) foram realizadas segundo metodologia descrita por AOAC (1995). A determinação dos teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) seguiram metodologia descrita por van Soest (1991) adaptado por Mertens (2002).

### **FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Os dados foram analisados quanto à normalidade de distribuição, pelo teste de Shapiro-Wilk do PROC UNIVARIATE do SAS (versão 9.4; SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA) e foram considerados normais quando  $W \geq 0,90$ . Na análise dos dados de produtividade e resposta a adubação e correção, a parcela será considerada como unidade experimental para todas as características estudadas.

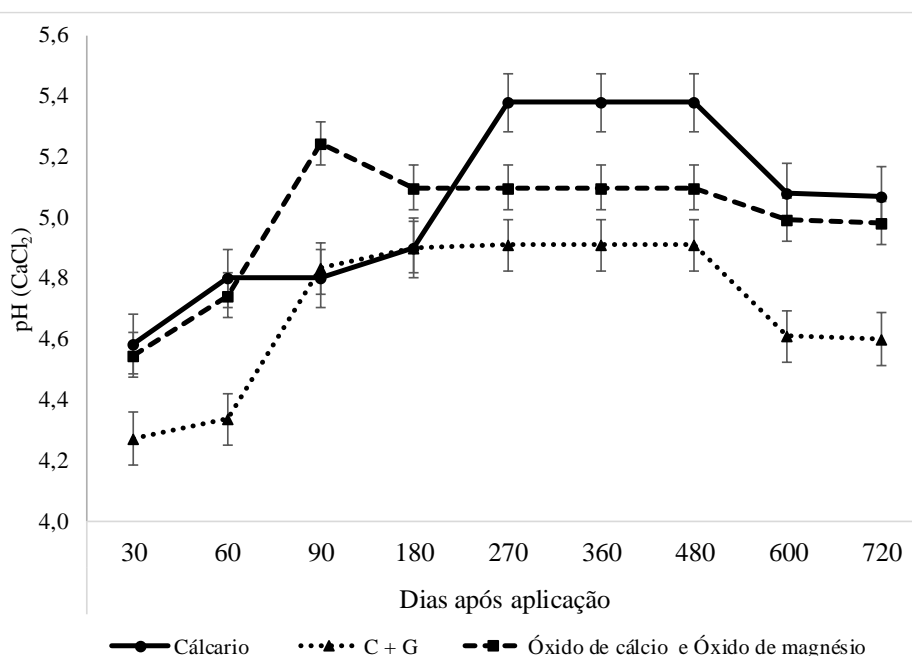
Utilizou-se o PROC MIXED do SAS e o comando Satterthwaite para determinar os graus de liberdade do denominador para testes de efeito fixo. Os dados do experimento foram analisados utilizando o PROC REG do SAS e os melhores ajustes foram escolhidos como aqueles com maior coeficiente de determinação. As barras de erro são apresentadas como erros

padrão médio (EPM) e serão analisadas usando o procedimento PROC MEAN do SAS, sendo que os efeitos serão considerados estatisticamente significativos quando  $P \leq 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O intervalo de cortes foi influenciado pelas condições climáticas (Figura 1). Verifica-se que na época das águas o intervalo de cortes foi menor, enquanto que no período com baixa precipitação ampliou-se o intervalo, chegando a 112 dias entre o corte 5 e 6 compreendidos entre os meses de abril a julho do primeiro ano experimental. Recomenda-se o cultivo desta cultivar forrageira em áreas com mais de 800 mm de pluviosidade anual e até seis meses de estação seca (JANK e SANTOS, 2021), condições atendidas no período experimental. Deste modo, verifica-se que mesmo interferindo sobre o intervalo de cortes as condições hídricas foram adequadas para o cultivo do capim-tamani.

Para a variável pH (Figura 2) constatou-se que o tratamento com Óxido de cálcio (60%) e Óxido de magnésio (30%) por terem poder mais rápido de neutralização, estes resultado são reflexos da maior reatividade deste corretivo (PRNT 180%) e solubilidade, no entanto, a longo prazo a neutralização torna-se semelhante ao tratamento com calcário. Observou-se ainda, que o tratamento com associação de calcário e gesso que teve menor poder neutralizante nas camadas avaliadas.



**Figura 2.** pH do solo submetido a aplicação de calcário, calcário associado ao gesso e GEOX<sup>®</sup> durante período experimental.

Após 90 dias da aplicação dos tratamentos no solo verificou-se incremento médio de 0,7 unidades nos valores de pH para o tratamento com Óxido de cálcio (60%) e Óxido de magnésio (30%). Este resultado pode ser explicado, pelo fato deste corretivo quando adicionado ao solo se dissociar rapidamente e liberar o radical  $\text{OH}^-$  neutralizando de forma mais imediata à acidez do solo (ALCARDE, 2005). Entretanto, essa ação não foi duradoura e ao longo dos dois anos experimentais verificou-se decréscimo na neutralização deste corretivo, demonstrando pouco efeito residual. Lopes (1991) associa estes resultados ao efeito da lixiviação, remoção de bases em função do crescimento do pasto e hidrólise do alumínio ao qual produz íons  $\text{H}^+$ . Resultados semelhantes quanto ao poder neutralizante do uso do óxido de cálcio e magnésio ao longo do tempo também, foram reportados por Santana (2010) e Amorim (2017), e que ao trabalharem com este corretivo em áreas de cultivo de pastagens do gênero *Urochloa* ao longo de dois anos agrícolas.

Quanto ao uso de calcário pode-se inferir que a maior eficiência ao longo do período experimental deste corretivo possa ter ocorrido devido à dissociação do  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$  ao qual resultou na liberação e ação mais prolongada dos ânions  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{OH}^-$ , sobre os cátions de reação ácida ( $\text{H}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$ ) presentes na solução do solo (ALCARDE, 2005).

O capim-tamani apresenta moderada tolerância à acidez do solo, deste modo, mesmo no tratamento com associação de calcário e gesso onde verificou-se menor incremento no pH a acidez não seria um fator limitante ao crescimento desta forrageira. Estes resultados estão ligados ao fato de que o gesso não corrige a acidez do solo, e sim fornece  $\text{Ca}^{2+}$  e enxofre (S) e reduz a disponibilidade de  $\text{Al}^{3+}$  em todo o perfil do solo (CARMEIS FILHO et al., 2017). Deste modo, o uso de calcário mais gesso não afetou diretamente os valores de pH nas camadas avaliadas no presente estudo, no entanto espera-se que a associação de calcário e gesso no cultivo do capim-tamani promova melhorias no perfil do solo, que consequentemente beneficia o desenvolvimento do sistema radicular (ROSOLEM et al., 2017) e ainda, que ocorra melhoria na dinâmica e uso de nutrientes devido ao aumento da ciclagem e absorção de nutrientes (HOLLAND et al., 2018).

A produção de massa seca de forragem  $\text{kg ha}^{-1}$  (PMS) não apresentou diferenças para as variáveis corretivo ( $p>0,05$ ), ano ( $p>0,05$ ) e corte ( $p>0,05$ ), entretanto, apresentou diferenças para dose de nitrogênio ( $p<0,0001$ ) e interação de corretivos, corte e ano ( $p<0,0001$ ). Para a variável taxa de acúmulo de massa seca de forragem  $\text{kg ha}^{-1}$  verificou-se diferenças para as variáveis dose ( $p<0,0001$ ), corte ( $p<0,0001$ ) e na interação de cortes e doses ( $p<0,05$ ), os resultados para estas variáveis são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Produção de massa seca de forragem kg ha<sup>-1</sup> e taxa de acúmulo kg ha<sup>-1</sup> de capim-tamani adubado com doses de nitrogênio

	Dose (kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )				EPM	P-value		
	0	50	200	300		Corretivo	Dose	Interação
PMS (kg ha <sup>-1</sup> )	4603,45 d	5715,50 c	6257,79 b	6954,785 a	200,88	0,4732	<.0001	0,9348
Taxa (kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	112,07 d	139,82 c	156,98 b	171,77 a	9,69	0,626	<.0001	0,9904

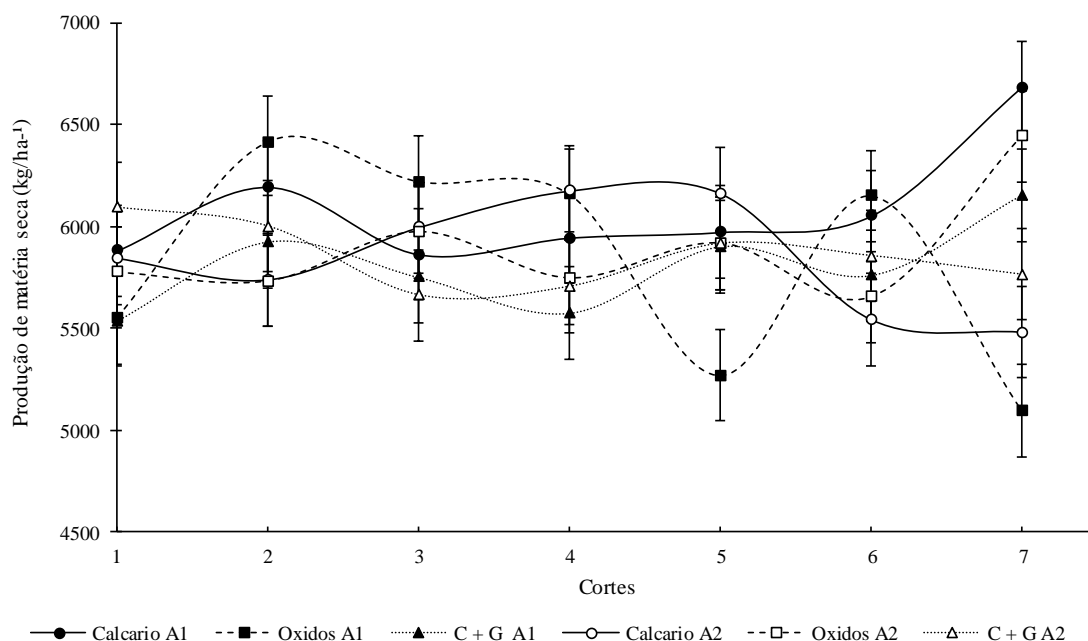
PMS: Produção de massa seca kg ha<sup>-1</sup>; EPM: Erro Padrão Médio

A aplicação de 300 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no cultivo de capim-tamani foi pela maior produção de massa seca de forragem, representando acréscimo de mais de 66% na produção em comparação à testemunha. Resultados semelhantes foram reportados por Vasconcelos et al. (2020) que ao avaliarem as características morfológicas e estruturais de *Megathyrus maximus* BRS Tamani, submetido a quatro doses nitrogênio (0, 300, 600 e 1.200 kg ha<sup>-1</sup> N por ano), concluíram que a adubação nitrogenada apresentou efeito positivo sobre as características morfológicas, estruturais e produtivas do capim BRS Tamani até a dose equivalente a 1.200 kg ha<sup>-1</sup> de N por ano.

Esta resposta linear positiva da PMS em relação ao aumento dos níveis de adubação nitrogenada é explicada pelo fato que o nitrogênio representa 20 a 40 g kg<sup>-1</sup> da massa seca presente nos tecidos vegetais (TAIZ et al., 2017), portanto, há evidências de que gramíneas tropicais submetidas ao manejo intensivo podem responder a doses de N de 1.800 kg ha<sup>-1</sup> (MELLO et al., 2008).

A taxa de acúmulo para as doses de nitrogênio é superior às verificadas por Damasceno et al. (2020) que trabalhando com diferentes manejos de adubação nitrogenada no cultivo do capim-tamani encontraram valores médios de 119,48 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. A possível diferença entre estes valores são reflexos principalmente da data de corte, pois estes autores realizavam o manejo a cada 28 dias, enquanto que no presente trabalho era respeitado a IL de 95% como ponto ótimo de manejo.

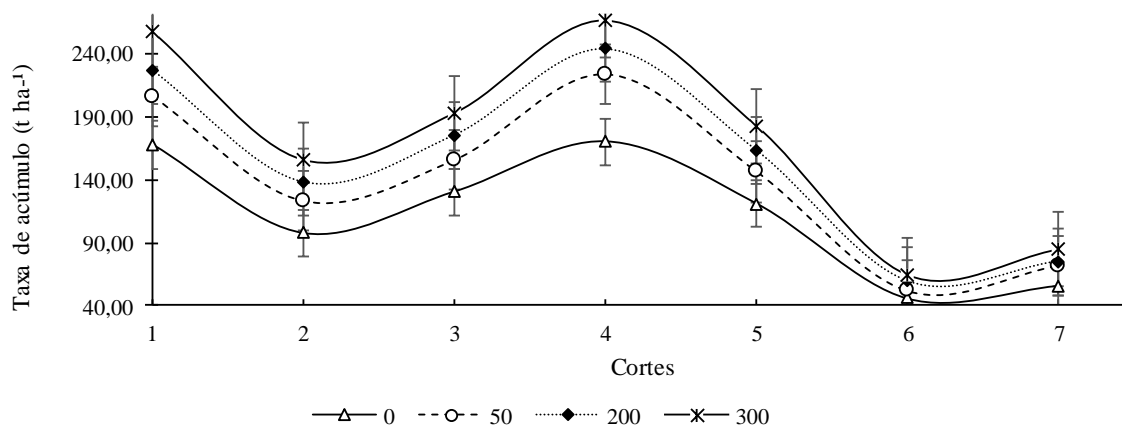
A produção de massa seca de forragem apresentou interação para cortes, ano e corretivo (p<0.0001). Observou-se maior produção nos meses iniciais para o tratamento Óxido de cálcio (60%) e Óxido de magnésio (30%) (Figura 3), comportamento que não foi constatado nos meses subsequentes. Deste modo, pode-se visualizar o poder de neutralização deste corretivo nos primeiros meses após sua aplicação, no entanto a longo prazo este corretivo tem sua eficiência igualada aos demais corretivos comumente utilizados na correção de acidez do solo.



**Figura 3.** Desdobramento da interação do corte, ano e aplicação de calcário, calcário associado ao gesso e GEOX<sup>®</sup> para a variável produção de massa seca de forragem (kg ha<sup>-1</sup>) no cultivo de capim-tamani.

Verifica-se flutuações na PMS reflexo das diferentes condições climáticas ao longo das estações e dos anos experimentais. Resultados semelhantes em relação a diferentes produções do capim-tamani ao longo das estações já foram reportadas por Jank et al. (2009) onde sob cortes esta forrageira produziu 11,2 t ha<sup>-1</sup> de MS de folhas nas águas e 1,24 t ha<sup>-1</sup> de MS de folhas na seca.

A taxa de acúmulo kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> apresentou interação entre cortes e doses de nitrogênio ( $p > 0,001$ ). O desdobramento dessa interação é apresentado na Figura 4.



**Figura 4.** Desdobramento da interação entre cortes e doses de nitrogênio para a variável taxa de acúmulo kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

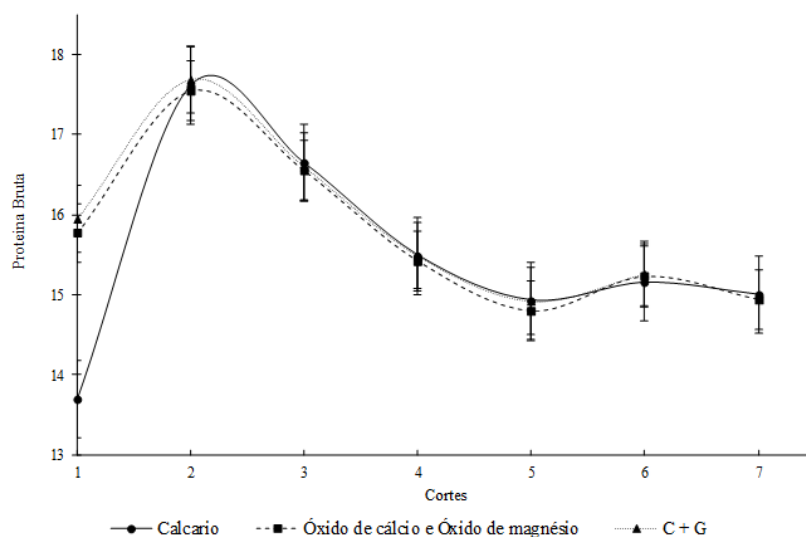
Assim como para a variável produção de massa seca de forragem a taxa de acúmulo também apresentou variações ao longo dos cortes, devido ao fato de que os cortes foram realizados em várias épocas ao longo do período experimental. Entretanto, independente da época do corte o tratamento com aplicação de 300 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> apresentou os maiores valores para esta variável.

Os resultados para as variáveis químicas do capim-tamani submetido as doses de nitrogênio e corretivos do solo são apresentados na tabela 3. A dose de nitrogênio influenciou significativamente a variável FDN ( $p < 0,05$ ), e a proteína bruta foi influenciada pelos insumos utilizados no solo ( $p < 0,05$ ) e apresentou interação para corte e corretivo ( $p < 0,001$ ) (Figura 5).

**Tabela 3.** Composição química do capim-tamani cultivado com uso de calcário, calcário associado ao gesso e GEOX<sup>®</sup> e doses de nitrogênio.

	Corretivo			Dose (kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )				EPM	P-value		
	Calcário	Óxidos	C + G	0	50	200	300		Corretivo	Dose	Interação
MS	23,5	23,21	23,93	23,92	24,54	24,33	23,92	0,4835	0,4161	0,2542	0,5034
MM	8,81	9,04	10,42	11,99	11,21	8,35	7,52	2,052	0,0856	0,3311	0,5073
PB	15,46 a	15,45 a	15,75 b	15,84	15,82	15,85	15,88	0,1681	0,0122	0,3279	0,8767
FDN	72,96	73,31	72,5	72,00 d	73,07 b	72,58 c	73,20 a	8,04	0,7014	0,0198	0,444
FDA	37,03	36,98	36,97	36,49	36,72	36,99	36,95	0,1455	0,2835	0,5875	0,1256
Lignina	5,4	5,48	5,35	5,43	5,34	5,42	5,5	0,0904	0,0881	0,9909	0,5958

MS: massa seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; EPM: erro padrão médio



**Figura 5.** Desdobramento da interação para cortes e corretivos do solo para a variável teor de proteína bruta (%).

Um grande diferencial da cv. BRS Tamani é a sua qualidade nutricional. Na média dos cinco locais de avaliação dos ensaios regionais (JANK et al., 2009), registraram as porcentagens de PB de 10,0% e 12,4% na seca e águas, respectivamente. Os valores médios para esta variável independente do corretivo ou dose de nitrogênio aplicado foi de 15%. Tais resultados são reflexos do manejo utilizado e da maior proporção de lâminas foliares (Tabela 4).

Pode-se inferir ainda que, de acordo com a interação observada para PB e os corretivos de solo, que estes foram responsáveis pela adição de nutrientes ao solo capazes de promovendo a melhoria nos teores proteicos do capim-tamani. Esses resultados de melhoria no teor de proteína bruta no capim estão relacionados ao fato que o nitrogênio é melhor aproveitado pela planta em solo com pH acima de 5,5 (MALAVOLTA, 1979). Deste modo, ao corrigir os valores de pH, o capim-tamani absorveu melhor o nitrogênio adicionado, e conseqüentemente incrementou nos valores proteicos da planta, pois, este macronutriente participa diretamente da composição da proteína. Tais resultados de melhoria nutricional das forrageiras com uso de diferentes corretivos de solo já foram mencionados por Paulino et al. (1994) e Martins et al. (2006).

A FDN representa a fração química da forrageira que se relaciona mais estreitamente com o consumo voluntário dos animais (VAN SOEST, 1965). Os valores médios encontrados no presente trabalho estão de acordo com os reportados por Jank et al. (2009) que foram de 72,8% a 75,4% na seca e nas águas, respectivamente. Esta variável apresentou diferenças ( $p < 0,05$ ) para a dose de nitrogênio, sendo verificado aumento no teor de FDN como o aumento das doses de N. Em um estudo com doses de N (100, 200, 300, 400 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) na composição química do capim-elefante, Mistura et al. (2007) verificaram o mesmo comportamento do presente trabalho.

A proporção de lâminas foliares no dossel forrageiro é uma variável de suma importância, pois é a fração que em pastejo é mais selecionada pelos animais (SILVA et al., 2015). Os resultados para as características morfológicas, relação folha/colmo e clorofila de capim-tamani cultivados com diferentes corretivos do solo e doses de nitrogênio são apresentados na Tabela 4.

As maiores doses de nitrogênio influenciaram significativamente a quantidade de lâminas foliares do capim-tamani ( $p < 0,0001$ ), o colmo ( $p < 0,05$ ) e a relação folha/colmo ( $p < 0,05$ ). Não foram verificadas diferenças estatísticas para a clorofila ( $P > 0,05$ ), corretivo de solo utilizado ( $P < 0,05$ ) e interação ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 4.** Características morfológicas, relação folha/colmo e clorofila de capim-Tamani cultivado com diferentes corretivos do solo e doses de nitrogênio.

	Corretivo			Dose				EPM	P-value		
	Calcário	Óxidos	C + G	0	50	200	300		Corretivo	Dose	Interação
Folha	74,54	72,43	71,71	70,98c	70,00c	74,78b	76,46a	3,1561	0,3534	<.0001	0,918
Colmo	17,20	16,89	17,04	17,48a	18,09a	16,00b	14,55c	1,6070	0,2342	0,0090	0,5571
F/C	5,30	4,98	4,87	4,69b	4,55b	5,25a	5,68a	0,4665	0,1782	0,0075	0,7771
Clorofila	32,56	34,50	34,28	31,51	34,00	35,19	33,71	1,8205	0,1464	0,134	0,1527

F/C: Relação folha/colmo; EPM: erro padrão médio

As maiores doses de adubação nitrogenada (200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) aumentaram a quantidade de lâminas foliares no dossel, reduziram a quantidade de colmo, resultando em maior relação folha/colmo.

Quando a relação lâmina foliar/colmo é alta, a biomassa de forragem apresenta níveis de proteína e digestibilidade mais elevados, devido a maior proporção de lâminas foliares, permitindo maior consumo voluntário de massa seca pelos animais (VASCONCELOS et al., 2020). A relação F/C uma variável de destaque para o manejo de gramíneas tropicais, pois está diretamente ligada ao consumo e a facilidade com que os animais apreendem a forragem (GOMIDE et al., 2007; PALHANO et al., 2007).

## CONCLUSÃO

O uso de Óxido de cálcio (60%) e Óxido de magnésio (30%) como corretivo de acidez do solo no cultivo de capim-tamani neutralizou a acidez mais rapidamente, com pouco efeito residual. O calcário calcítico promoveu maior efeito neutralizante ao longo do período experimental.

A dose de 300 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> parcelada em 6 aplicações promoveu maior produtividade kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e maior taxa de acúmulo kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> do capim-tamani. Quanto às características morfológicas a doses de 200 e 300 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> promoveram maior quantidade de lâminas foliares no dossel, menos colmo e, conseqüentemente maior relação folha/colmo.

## REFERÊNCIAS

Alcarde, J. C. (2005). *Corretivos da acidez dos solos*. São Paulo: ANDA. Boletim técnico, 6). Disponível em: [http://www.agrolink.com.br/downloads/corretivos\\_da\\_acidez\\_dos\\_solos.pdf](http://www.agrolink.com.br/downloads/corretivos_da_acidez_dos_solos.pdf). Acesso em: 04 fev. 2022.

Amorim, I. D. J. F. (2017). *Corretivos e correção do solo para pastagens no norte de Minas Gerais*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais.

Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne [ABIEC]. (2021). *Beef report: perfil da pecuária no brasil*. Perfil da Pecuária no Brasil. Disponível em: <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021/>. Acesso em: 04 jan. 2021.

Association Of Official Analytical Chemists [AOAC]. (1995). *Official Methods of Analysis*. 15. ed. Washington: AOAC.

Cunha, A. R., & Martins, D. (2009). Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. *Irriga*, 14(1), 1-11. DOI: 10.15809/irriga.2009v14n1p1-11.

Damasceno, V. G., de Almeida Moraes, I., do Santos, M. A., & Florentino, J. (2020). Análises quantitativas do capim-tamani sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. In: V CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRARIAS. *Anais...* Recife: V COINTER.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [EMBRAPA]. (1997). Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). *Manual de métodos de análise do solo*. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [EMBRAPA]. (2014). Sistema brasileiro de classificação de solos (4a ed.). Rio de Janeiro, RJ: Embrapa.

Gomide, C. A. D. M., Gomide, J. A., & Alexandrino, E. (2007). Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42, 1487-1494.

Instituto Nacional de Meteorologia [INMET]. (2021). *Banco de dados meteorológicos*.

Jank, L., & Santos, M. F. (2021). Capim-BRS Tamani (*Panicum maximum* Jacq.), híbrido de maior qualidade, porte baixo e fácil manejo. Embrapa Gado de Corte / Comunicado Técnico, 161. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2021.

Jank, L., Resende, R. S., Valentim, J. F., Fernandes, F., Lédo, F. D. S., Costa, N. D. L., & do Valle, C. B. (2009). Análise genética de *Panicum maximum* Jacq. em rede nacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 5., 2009, Guarapari. *Anais...* Vitória: SBMP: Icapar,[2009]. 1 CD ROM..

Lopes, A. S., Silva, M. C., & Guilherme, L. R. G. (2017). *Acidez do solo e calagem*. 3. ed. São Paulo: ANDA, 1991. 15 p. (Boletim técnico, 1).

Martins, R. L., Junior, P. R., Fernandes, A. C., Grise, M. M., & Muraro, G. B. (2006). Produção de forragem em pastagens de *Brachiaria Mrizantha* cv marandu e *Panicum Maximum* cv mombaça, em resposta a diferentes doses de nutrientes, em Umuarama-PR. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, 4(3), 59-64.

Mello, S. Q. S., de Souza França, A. F., Lanna, A. C., Bergamaschine, A. F., Klimann, H. J., Rios, L. C., & Soares, T. V. (2008). Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira*, 9(4), 935-947.

Mertens, D. R., Allen, M., Carmany, J., Clegg, J., Davidowicz, A., Drouches, M., Frank, K., Gambin, D., Garkie, M., Gildemeister, B., Jeffress, D., Jeon, C. S., Jones, D. Kaplan, D., Kim, G. N., Kobata, S., Main, D., Moua, X., Paul, B., Robertson, J., Taysom, D., Thiex, N., Williams, J., & Wolf, M. (2002). Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC international*, 85(6), 1217-1240.

Mistura, C., Fonseca, D. M. D., Moreira, L. D. M., Fagundes, J. L., Morais, R. V., Queiroz, A. C. D., & Ribeiro Júnior, J. I. (2007). Efeito da adubação nitrogenada e irrigação sobre a composição químico-bromatológica das lâminas foliares e da planta inteira de capim-elefante sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(6), 1707-1714.

Palhano, A. L., Carvalho, P. C. D. F., Dittrich, J.R., Moraes, A.D., Silva, S. C. D., & Monteiro, A. L. G. (2007). Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36 (4), 1014-1021.

Paulino, V. T., Costa, N. D. L., Lucena, M. D., Schammas, E. A., & Ferrari Júnior, E. (1994). Resposta de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a calagem e a fertilização fosfatada em um solo ácido. *Pasturas Tropicales*, 16(2), 34-41.

Santana, G. S., Morita, I. M., Bianchi, P. P. M., Fernandes, F. M., & Isepon, O. J. (2010). Atributos químicos, produção e qualidade do capim braquiária em solos corrigidos com calcário e escória silicatada. *Revista Ceres*, 57(3), 377-382.

Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Dos Anjos, L. H. C., De Oliveira, V. A., Lumbreras, J. F., Coelho, M. R., ... & Cunha, T. J. F. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

Silva, L. V. D., Cândido, M. J. D., Pessoa, J. P. M., Cavalcante, A. C. R., Carneiro, M. S. D. S., & Silva, A. D. N. (2015). Componentes da biomassa e características estruturais em capim-aruana sob diferentes frequências e intensidades de desfolhação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50, 1192-1200.

Statistical Analysis System [SAS]. (2015). *SAS University edition*. Cary, NC: SAS Institute.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Artmed Editora.

van Soest, P. J. (1965). Simpósio sobre fatores que influenciam o consumo voluntário de forragem por ruminantes: consumo voluntário em relação à composição química e digestibilidade. *Journal of Animal Science*, 24 (3), 834-843.

Vasconcelos, E. C. G., Cândido, M. J. D.; Pompeu, R. C.F. F.; Cavalcante, A. C. R.; Lopes, M. N. (2020). Morphogenesis and biomass production of 'BRS Tamani' guinea grass under increasing nitrogen doses. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 55, e01235. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01235>.

## **CAPÍTULO 3-**

### **Implicações**

1           O presente estudo deve auxiliar no manejo nutricional principalmente relacionada à  
2   adubação nitrogenada, bem como avaliar os corretivos utilizados para o cultivo de Tamani,  
3   sendo uma pesquisa acadêmica que visa aplicabilidade prática para o manejo desta cultivar  
4   que possui atualmente poucos estudos ligados ao manejo nutricional e correção de acidez do  
5   solo, bem como a resposta da espécie forrageira a combinação destes dois fatores em campo.

6           As análises realizadas geraram considerável volume de material, demandando grande  
7   número de pessoas envolvidas. O tempo de avaliação deste material era longo, podendo ainda  
8   interferir nos resultados das análises. Infere-se ainda sobre os altos custos das análises  
9   realizadas neste estudo.

10          Torna-se indispensável, posteriormente, análises sobre o desempenho desta forrageira  
11   e os tratamentos utilizados neste trabalho como o componente animal, bem como análises  
12   mais aprofundadas no sistema radicular da planta, resposta dos componentes físicos do solo  
13   bem como análises a serem realizadas no perfil do solo.