

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 24/08/2026.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CÂMPUS DE DRACENA**

Stefani Paulo Silva

Química Bacharelado

**APLICAÇÃO DE SILICATO E CALCÁRIO ASSOCIADOS À
DISPONIBILIDADE HÍDRICA E O EFEITO NA FERTILIDADE
DO SOLO E PRODUÇÃO DO CAPIM BRS ZURI**

Dracena

2026

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CÂMPUS DE DRACENA

Stefani Paulo Silva

Química Bacharelado

**APLICAÇÃO DE SILICATO E CALCÁRIO ASSOCIADOS À
DISPONIBILIDADE HÍDRICA E O EFEITO NA FERTILIDADE
DO SOLO E PRODUÇÃO DO CAPIM BRS ZURI**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Câmpus de Dracena como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Orientador: Prof. Dr. Reges Heinrichs

Coorientadora: Dr^a. Monica Sartori de Camargo

Dracena

2026

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
Campus de Dracena

S586a

Silva, Stefani Paulo

Aplicação de silicato e calcário associados à disponibilidade hídrica e o efeito na fertilidade do solo e produção do capim BRS Zuri [recurso eletrônico] / Stefani Paulo Silva. -- Dracena: [s.n.], 2026.

44 f. ; PDF : il. color.

Recurso educacional derivado de dissertação em Ciência e Tecnologia Animal - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena. Orientado por Reges Heinrichs. Área do conhecimento: Produção Animal, 2026.

1. Silício. 2. Solos correção. 3. Irrigação com déficit hídrico. 4. Plantas forrageiras. 5. Fertilidade do solo. I. Título.

Bibliotecário Fábio S. Rosas
CRB 8/6665

IMPACTO ESPERADO NA SOCIEDADE

A pesquisa contribui para aprimorar o manejo de pastagens por meio da melhoria da fertilidade do solo e da disponibilidade hídrica, oferecendo alternativa sustentável e produtiva, capazes de reduzir a degradação, otimizar o uso de insumos e fortalecer a pecuária em regiões tropicais.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Dracena



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Aplicação de Silicato e Calcário associados à disponibilidade hídrica eo efeito na fertilidade do solo e produção do capim BRS Zuri

AUTORA: **STEFANI PAULO SILVA**

ORIENTADOR: REGES HEINRICHS

COORIENTADORA: MÔNICA SARTORI DE CAMARGO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciências , pela Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **REGES HEINRICHS**
Data: 26/02/2026 15:47:19-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Assoc. REGES HEINRICHS (Participação Presencial)
Departamento de Produção Vegetal / UNESP / Câmpus de Dracena - FCAT

Documento assinado digitalmente
 **CAROLINA DOS SANTOS BATISTA BONINI**
Data: 26/02/2026 15:58:27-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. CAROLINA DOS SANTOS BATISTA BONINI (Participação Presencial)
Departamento de Produção Vegetal / UNESP / Câmpus de Dracena - FCAT

Documento assinado digitalmente
 **HAMILTON SERON PEREIRA**
Data: 03/03/2026 15:51:07-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. HAMILTON SERON PEREIRA (Participação Virtual)
Instituto de Ciências Agrárias / Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - Uberlândia/MG

Dracena, 24 de fevereiro de 2026.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Stefani Paulo Silva, nascida em 10 de dezembro de 1993, na cidade de Junqueirópolis/SP. É formada em Bacharel em Química (2016) na Faculdades Adamantinenses Integradas (FAI). Atuou profissionalmente no setor industrial, onde desenvolveu competências técnicas relacionadas a processos químicos e controle de qualidade. Desde 2023, exerce atividades docentes no ensino técnico e médio, ministrando disciplinas da área de Química e correlatas. Iniciou o curso de mestrado acadêmico “*strictu sensu*” em Ciência e Tecnologia Animal na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas Câmpus de Dracena, em fevereiro de 2024. Participou de atividades do Grupo de Experimentação em Nutrição e Adubação de Plantas (GENAP), onde desenvolveu atividades na área de fertilidade do solo e nutrição de plantas. Sua trajetória acadêmica e profissional é marcada pelo comprometimento, pela conciliação entre trabalho e estudos e pelo constante aperfeiçoamento na área das Ciências Exatas e Tecnológicas.

DEDICATÓRIA

A minha mãe Olivia Paulo e minha companheira Alessandra Cristina Verginassi, que sempre me apoiaram, exemplos fundamentais para minha vida profissional e pessoal.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Senhor de todas as coisas e destinos, que guia minha trajetória de vida, inspira meu trabalho e não me deixa fraquejar.

À minha mãe Olivia Paulo, por ser minha base e sempre ser compreensiva com minhas escolhas em tantas dificuldades que surgiram no caminho.

Aos demais familiares e amigos, pois sem o apoio deles, não estaria concluindo mais uma etapa na minha vida.

A todos os professores que cooperam para minha trajetória acadêmica, contribuindo com a minha formação intelectual e pessoal que, apesar de ser uma profissão importantíssima para a construção de uma sociedade melhor, é tão desvalorizada.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Reges Heinrichs e coorientadora Dr^a. Monica Sartori de Camargo pelos ensinamentos, oportunidades, paciência e preocupação com minha formação.

À instituição de ensino Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus Dracena, pela oportunidade de contribuir para minha formação profissional, concedida por meio da realização deste curso.

A todo o corpo docente da instituição UNESP, que repassou um pouco dos seus conhecimentos para agregação da minha formação acadêmica, que compartilharam seus conhecimentos para realização deste curso.

Ao Grupo de Experimentação em Nutrição e Adubação de Plantas (GENAP), que foram essenciais durante minha trajetória.

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

“A educação é a semente da virtude, e a esperança é o solo onde ela floresce.” (Aristóteles).

RESUMO

A fertilidade do solo e a disponibilidade hídrica são fatores determinantes para a produtividade de sistemas forrageiros tropicais, especialmente diante do aumento na frequência de períodos de seca. Este estudo avaliou os efeitos da aplicação de corretivos de acidez do solo (silicato de cálcio e magnésio e calcário), associados a dois níveis de disponibilidade hídrica, 50% e 80% da capacidade de campo (CC), sobre o desenvolvimento foliar e a produção de biomassa da forrageira *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em um Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 × 3, com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Foram realizados três cortes da forrageira, avaliando-se produção de massa seca da parte aérea e radicular, altura de plantas, perfilhamento, índice de clorofila (SPAD), concentração de silício (Si) na parte aérea, teor de Si disponível no solo e o pH ao final do terceiro corte. Os resultados indicaram que a disponibilidade hídrica foi determinante na produtividade do *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri, influenciando diretamente a biomassa aérea. O silicato elevou o pH e os teores de Si no solo e nas folhas, contribuindo para maior produção de massa seca, sobretudo sob maior umidade. O silicato mostrou-se eficiente na melhoria das condições químicas do solo visando correção da acidez e aumentar a disponibilidade de silício.

Palavras-chave: Silício. Solos correção. Irrigação com déficit hídrico. Plantas forrageiras. Fertilidade do solo.

ABSTRACT

Soil fertility and water availability are determining factors for the productivity of tropical forage systems, particularly under the increasing frequency of drought periods. This study evaluated the effects of soil acidity amendments (calcium and magnesium silicate and limestone) associated with two water availability levels, 50% and 80% of field capacity (FC), on leaf development and biomass production of *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri. The experiment was conducted in a greenhouse, on a dystrophic Red Yellow Ultisol, using a randomized block design in a 2 × 3 factorial scheme, with four replications, totaling 24 experimental units. Three harvests of the forage were performed, evaluating shoot and root dry matter production, plant height, tillering, and chlorophyll index. (SPAD), silicon (Si) concentration in the shoots, available soil Si content, and soil pH at the end of the third harvest. The results indicated that water availability was a determining factor for the productivity of *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri, directly influencing shoot biomass. Silicate application increased soil pH and Si levels in both soil and leaves, contributing to greater dry matter production, particularly under higher moisture conditions. Silicate proved effective in improving soil chemical conditions by correcting acidity and increasing silicon availability.

Keywords: silicon; Amendments, Soil. Deficit irrigation scheduling. Forage plants. Soil fertility.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3 HIPOTESE	15
4 REVISÃO DE LITERATURA	16
4.1 <i>Megathyrus Maximus</i> cv. BRS Zuri: Importância e Potencial na Diversificação de Pastagens.....	16
4.2 Respostas de Culturas Agrícolas à Aplicação de Silicatos	17
5 MATERIAL E MÉTODOS	20
5.1 Local do Experimento e Espécie Forrageira	20
5.2 Coleta do Solo, Preparo e Atributos Químicos Iniciais	21
5.3 Delineamento Experimental e Tratamentos.....	21
5.4 Implantação e Condução da Cultura	23
5.5 Cortes da Forrageira e Monitoramento	24
5.6 Parâmetros Avaliados na Pastagem.....	24
5.6.1 Produção de massa seca da parte aérea.....	24
5.6.2 Altura de plantas e perfilhamento.....	24
5.6.3 Índice de clorofila foliar.....	25
5.6.4 Concentração de silício na parte aérea.....	25
5.6.5 Massa seca de raiz e resíduo	25
5.7 Atributos Químicos do Solo ao Final do Experimento.....	26
5.7.1 Teor de silício disponível no solo	26
5.8 Análises Estatísticas	26
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
6.1 Produção de Massa Seca da Parte Aérea.....	27

6.2 Altura de Plantas e Perfilhamento	30
6.3 Índice de Clorofila Foliar	32
6.4 Concentração de Silício na Parte Aérea	35
6.5 Massa Seca de Raiz e Resíduo.....	37
6.6 Teor de Silício Disponível no Solo	38
6.7 Determinação do pH no Solo.....	39
7 CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

A fertilidade do solo e a disponibilidade hídrica (DH) são fatores fundamentais para a eficiência dos sistemas agrícolas, especialmente em regiões tropicais. As mudanças climáticas têm intensificado a frequência e a severidade dos períodos de seca, ampliando a dependência do uso de irrigação no Brasil, conforme relatado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2024). Esse cenário impõe limitações significativas à produção de biomassa e ao desenvolvimento das culturas, sobretudo em sistemas pastoris.

No Brasil, as pastagens ocupam aproximadamente 177 milhões de hectares, dos quais 41% apresentam algum nível de degradação moderado e 21% encontram-se em estado severo de degradação (Bolfe *et al.*, 2024). Essa condição compromete a produtividade pecuária nacional e representa um risco ambiental significativo, especialmente em função da perda de matéria orgânica, compactação do solo e redução da capacidade de infiltração e retenção de água. A ausência de reposição adequada de nutrientes, aliada à baixa DH, reduz o potencial produtivo das pastagens, estabelecendo um ciclo vicioso caracterizado por baixa produção de massa seca e pela necessidade recorrente de reformas das áreas degradadas (Dias *et al.*, 2006).

A correção da acidez do solo é uma prática essencial para o restabelecimento da fertilidade em solos tropicais altamente intemperizados. Os corretivos mais comumente utilizados são os calcários, devido ao seu menor custo e ampla disponibilidade. Entretanto, o uso desses insumos em áreas de pastagens ainda é limitado no Brasil, sendo inferior a um milhão de toneladas por ano (Cordeiro *et al.*, 2022).

Os silicatos vêm sendo estudados como uma alternativa promissora, uma vez que atuam simultaneamente como corretivo de acidez e fonte de silício (Si), contribuindo para a melhoria das propriedades químicas do solo e para a mitigação dos efeitos do déficit hídrico, especialmente em sistemas de produção de forrageiras (Oliveira *et al.*, 2021).

O Si é considerado um elemento benéfico às plantas, desempenhando importante papel na tolerância a estresses abióticos. Sua absorção está associada à melhoria na morfologia foliar, ao incremento do crescimento radicular e à redução da perda de água por transpiração cuticular, favorecendo a manutenção do estado hídrico da planta sob condições de limitação de água no solo (Kumar *et al.*, 2025).

A espécie forrageira *Megathyrsus maximus* é amplamente utilizada nos sistemas pecuários brasileiros, apresentando cultivares com características distintas quanto ao porte, exigência nutricional e adaptação edafoclimática. O cultivar BRS Zuri destaca-se pelo elevado potencial produtivo, porte alto, folhas longas e boa digestibilidade, sendo amplamente utilizado em sistemas intensivos de produção animal (Marafon *et al.*, 2024).

Entretanto, a expressão do seu potencial produtivo, está diretamente relacionada à qualidade do solo cultivado e à disponibilidade hídrica (Rocha *et al.*, 2022). Estudos indicam que a aplicação de fertilizantes silicatados pode favorecer a retenção de água nos tecidos vegetais e a eficiência fotossintética, contribuindo para maior tolerância das plantas ao déficit hídrico (Buchelt *et al.*, 2020; Clemente *et al.*, 2021).

Além dos efeitos estruturais e fisiológicos, o Si pode influenciar o equilíbrio metabólico das plantas, especialmente nas relações estequiométricas entre carbono (C) e nitrogênio (N). A melhoria desse equilíbrio resulta em maior eficiência no uso do C assimilado, promovendo maior conversão em biomassa vegetal, mesmo sob condições de limitação hídrica (Costa *et al.*, 2024).

7 CONCLUSÃO

A disponibilidade hídrica foi determinante da produtividade do *Megathyrus maximus* cv. BRS Zuri, influenciando diretamente a biomassa aérea. O silicato elevou o pH e os teores de Si no solo e nas folhas, contribuindo para maior produção de massa seca, sobretudo sob maior umidade. O silicato mostrou-se eficiente na melhoria das condições químicas do solo visando correção da acidez e aumentar a disponibilidade de silício.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Impacto da Mudança Climática nos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2024. 96 p. Disponível em: [Mudancas_Climaticas_25012024.pdf](#).
- AGUIAR, V. F.; SANTOS, L. L. DOS; BARROS, S. E.; CALDEIRA, Z. V.; LAFETÁ, B. O. Comparison between limestone and silicate corrective associated gypsum in the growth of a forage grass. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 52, n. 13, p. 1484-1492, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00103624.2021.1885691>. Acesso em: 24 dez. 2025.
- ALI, N.; SCHWARZENBERG, A.; YVIN, J.; HOSSEINI, S. A. Regulatory role of silicon in mediating differential stress tolerance responses in two contrasting tomato genotypes under osmotic stress. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 1475, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01475>. Acesso em: 17 nov. 2025.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- BEZERRA, B. K. L.; LIMA, G. P. P.; DOS REIS, A. R.; SILVA, M.; CAMARGO, M. S. Physiological and biochemical impacts of silicon against water deficit in sugarcane. **Acta Physiol. Plant.**, v. 41, p. 1–12, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11738-019-2980-0>. Acesso em: 17 nov. 2025.
- BOLFE, É. L.; VICTORIA, D. D. C.; SANO, E. E.; BAYMA, G.; MASSRUHÁ, S. M. F. S.; DE OLIVEIRA, A. F. Potential for agricultural expansion in degraded pasture lands in Brazil based on geospatial databases. **Land**, v. 13, n. 2, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/land13020200>. Acesso em: 15 out. 2025.
- BUCHELT, A. C.; TEIXEIRA, G. C. M.; OLIVEIRA, K. S.; ROCHA, A. M. S.; PRADO, R. DE M.; CAIONE, G. Silicon Contribution via nutrient solution in forage plants to mitigate nitrogen, potassium, calcium, magnesium, and sulfur deficiency. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 20, p. 1532-1548, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00245-7>. Acesso em: 10 out. 2025.
- BUCHELT, A. C.; PRADO, R. DE M.; CAIONE, G.; ZANINE, A. DE M.; JUSTINA, S. M. D.; RIBEIRO, J. DA S.; SOUZA, A. M. DE, J.; FERREIRA, D. DE J.; SOUZA, F. C. DA S. DE *et al.* the use of soluble silicon via fertigation and leaf application in *Megathyrsus Maximum* modulates production without decreasing grass quality. **Silicon**, v. 15, p. 7553-7563, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12633-023-02602-4>. Acesso em: 10 out. 2025.
- CAMARGO, M. S. de; BEZERRA, B. K. L.; VITTI, A. C.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, A. L. Silicon fertilization reduces the deleterious effects of water deficit in sugarcane. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 17, n. 1, p. 99-111, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4067/S0718-95162017005000008>. Acesso em: 10 out. 2025.

CAMARGO, M. S. de; BEZERRA, B. K. L.; HOLANDA, L. A.; OLIVEIRA, A. L.; VITTI, A. C.; SILVA, M. A. Silicon Fertilization Improves Physiological Responses in Sugarcane Cultivars Grown Under Water Deficit. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 19, p. 81-92, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42729-019-0012-1>. Acesso em: 12 out. 2025.

CAMARGO, M. S.; BALTIERI, G. J.; SANTOS, H. L.; CARNIETTO, M. R. A.; REIS, A. R. DOS.; PACHECO, A. C.; SILVA, M. DE A. Silicon fertilization enhances photosynthetic activity and sugar metabolism in sugarcane cultivars under water deficit at the ripening phase. **Silicon**. v.15, p. 3021–3033, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12633-022-02236-y>. Acesso em: 13 ago. 2025.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2022. (Boletim Técnico, 100).

CLEMENTE, E. P.; DONAGEMMA, G. K.; TEIXEIRA, P. C.; STRALIOTTO, R.; TAVARES, S. R. de L.; AUAD, A. M. **Efeitos da aplicação de silicato de cálcio magnésio sobre o crescimento, acúmulo de nutrientes, resistência ao déficit hídrico e ao ataque de cigarrinhas em pastagens**. [S.l.]: Embrapa Solos, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1138398/>. Acesso em: 12 out. 2025.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; RAMOS, A. K. B.; BRAGA, G. J.; MACIEL, G. A.; MARCHÃO, R. L.; ALMEIDA, R. G. de. **Estratégias para recuperação e renovação de pastagens degradadas no Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, v. 397, p. 27, 2022. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1152245/1/Doc-397-web.pdf>. Acesso em: 12 out. 2025.

COSTA, M. G.; PRADO, R. M.; PALARETTI, L. F.; JÚNIOR, J. P. S. The effect of abiotic stresses on plant C:N:P homeostasis and their mitigation by silicon, **The Crop Journal**, v.12, n.2, p. 340-353, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cj.2023.11.012>. Acesso em: 10 nov. 2025.

DIAS, M. B. F. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. Special Suppl, p. 535-553, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/409785/1/Doc258.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2025.

JOHNSON, S.; CHEN, Z.; ROWE, R. C.; TISSUE, D. T. Field application of silicon alleviates drought stress and improves water use efficiency in wheat. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 1030620, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1030620>. Acesso em: 10 jun. 2025.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. **Análise de silício: solo, planta e fertilizante**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Ciências Agrárias – GPSi, 2004. Disponível em: https://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/bt2_gpsi.pdf. Acesso em: 10 jun. 2025.

KUMAR, A.; CHOUDHARY, A.; KAUR, H.; SINGH, K., GUHA, S.; CHOUDHARY, D. R.; SONKAR, A.; MEHTA, S.; HUSEN, AZAMAL. Exploring the role of silicon in enhancing sustainable plant growth, defense system, environmental stress mitigation and management. **Discov Appl Sci.**, v.7, p.406, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42452-025-06866-w>. Acesso em: 10 jan. 2026.

LEITE, R. DA C; OLIVEIRA, A. K.R; SANTOS D. V; SANTOS, A. C. Calcium and magnesium silicate in the production of Mombasa grass. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 7, n. 3, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.18067/jbfs.v7i3.267>. Acesso em: 10 jun. 2025.

MARAFON, A. C.; SANTOS, M. F.; PEREIRA, K. P.; SILVA, S. E. DA.; DANTAS, C. J. DOS.; SILVA, M. C. F. DA.; PEREIRA, C. F.; SILVA, E. V. S. **Produção e qualidade bromatológica da biomassa de cultivares forrageiras na Zona da Mata de Alagoas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2024. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 191).

MASTALERCZUK, G.; BORAWSKA-JARMUŁOWICZ, B.; DARKALT, A. Changes in the physiological and morphometric characteristics and biomass distribution of forage grasses growing under drought and silicon application. **Plants**, v. 12, p. 16, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants12010016>. Acesso em: 10 jun. 2025.

MELO, C. C. F.; AMARAL, D. S.; PRADO, R. M.; ZANINE, A. M.; FERREIRA, D. J.; DRUMOND, L. C. D. Silicon reduces nitrogen stress and improves growth and yield of forage grass under excessive fertilization in tropical soils. **Scientific Reports**, v. 15, n. 24835, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-03551-1>. Acesso em: 12 jan. 2026.

MORETTI, L. G.; CRUSCIOL, C. A. C.; BOSSOLANI, J. W.; ROSSI, R.; MOREIRA, A. Agricultural repurposing of nickel slag residue. **Journal of Plant Nutrition**, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1845385>. Acesso em: 10 jun. 2025.

OLIVEIRA, S. B. DE. F.; PRADO, R. DE M.; TEIXEIRA, G.C.M.; ROCHA, A.M.S; JUNIOR, J. P. DE S.; PICCOLO, M. DE C.; ROCHA, J. R.; Silicon attenuates the effects of water deficit in sugarcane by modifying physiological aspects and C:N:P stoichiometry and its use efficiency. **Agricultural Water Management**. v. 255, p. 107006, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107006>. Acesso em: 10 jun. 2025.

PEREIRA, H. S.; KORNDORFER, G. H. **Análise de silício no solo, planta e fertilizante**. Uberlândia: [s.n.], 2020. (GPSi-ICIAG-UFU. Boletim técnico; 02).

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2025. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285 p.

ROCHA, J. R.; PRADO, R. M.; PICCOLO, M. C. New outcomes on how silicon enables the cultivation of *Panicum maximum* in soil with water restriction. **Scientific Reports**, v. 12, p. 1897, 2022 Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05927-z>. Acesso em: 10 jun. 2025.

RYALLS, J. M. W.; MOORE, B. D.; JOHNSON, S. N. Silicon uptake by a pasture grass experiencing simulated grazing is greatest under elevated precipitation. **BMC Ecology**, v. 18, n. 53, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12898-018-0208-6>. Acesso em: 15 set. 2025.

SANTOS, H. G. DOS.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. DOS.; OLIVEIRA, V. Á. DE.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. DE; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**: V. 6. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2025. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br> Acesso em: 10 jan. 2026.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.

SILVA, P. B. DA; CARVALHO, A. M. DE; JUNQUEIRA, A. M. R.; SOARES, J. P. G.; SÁ, M. A. C. DE; MARCHI, G.; MARTINS, E. DE S.; FIGUEIREDO, C. C. DE; SANTOS, L. F. DOS; SOUSA, T. R. DE; OLIVEIRA, A. D. Soil carbon and nitrogen in silicate agromineral managed pasture: a seven-year study in the Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 60, e04133, 2025 Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2025.v60.04133>. Acesso em: 10 jan. 2026.

TEIXEIRA, G. C. M.; DE MELLO PRADO, R.; ROCHA, A. M. S.; DOS SANTOS, L. C. N.; DOS SANTOS SARAH, M.M.; GRATAO, P.L.; FERNANDES, C. Silicon in pre-sprouted sugarcane seedlings mitigates the effects of water deficit after transplanting. **Soil Sci. Plant Nutr.**, v. 1, p. 1–11, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42729-019-00170-4>. Acesso em: 10 jun. 2025.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p.

VILA, V. V.; MARQUES, P. A. A.; GOMES, T. M.; Nunes A. F.; MONTENEGRO, V. G.; WENNECK, G. S.; FRANCO, L. B. Deficit irrigation with silicon application as strategy to increase yield, photosynthesis and water productivity in lettuce crops. **Plants**, v. 13, n. 7, p. 1029, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants13071029>. Acesso em: 10 jun. 2025.