

ADUBAÇÃO N, P e K EM SORGO SILAGEM NA SAFRINHA, EM ARINOS - MG

por

GABRIELA SOARES DE ARAÚJO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde - GO

Dezembro - 2021

ADUBAÇÃO N, P e K EM SORGO SILAGEM NA SAFRINHA, EM ARINOS - MG

por

GABRIELA SOARES DE ARAÚJO

Comitê de Orientação:

Orientador: Prof. Dr. José Milton Alves, IF Goiano - Campus Rio Verde

Coorientador: Prof. Dr. Aurélio Rubio Neto, IF Goiano - Campus Rio Verde

Coorientador: Prof. Dr. Inácio Barbosa Borges, IFNMG – Campus Arinos

Rio Verde - GO

Dezembro - 2021

ADUBAÇÃO N, P e K EM SORGO SILAGEM NA SAFRINHA, EM ARINOS - MG

por

GABRIELA SOARES DE ARAÚJO

Orientador:



Prof. Dr. José Milton Alves – IF Goiano - Campus Rio Verde

Examinadores:



Dra. Flávia Cristina dos Santos – EMBRAPA Milho e Sorgo



Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro – EA-UFG

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Gabriela Soares de Araújo

Matrícula:

2020102331540042

Título do trabalho:

ADUBAÇÃO N, P e K EM SORGO SILAGEM NA SAFRINHA, EM ARINOS - MG

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 11/05/2022

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, GO

Local

11/05/2022

Data


Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 111/2021 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
ATA Nº 47 (QUARENTA E SETE)
BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos três dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e um, às 08h30min (oito horas e trinta minutos), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada por videoconferência, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação intitulada (Adubação com N, P e K em sorgo silagem na safrinha em Arinos - Mg), em nível de mestrado, de autoria de **GABRIELA SOARES DE ARAÚJO**, discente do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. José Milton Alves, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida à autora da Dissertação que, em 30 min., procedeu à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu a examinada, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM BIOENERGIA E GRÃOS**, na área de concentração Agroenergia, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGBG da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

Nome	Instituição	Situação no Programa
José Milton Alves	IF Goiano – Campus Rio Verde	Presidente
Flávia Cristina dos Santos	Embrapa Milho e Sorgo	Membra externa
Wilson Mozena Leandro	Universidade Federal de Goiás	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- Flávia Cristina dos Santos, Flávia Cristina dos Santos - 203405 - Pesquisador das ciências agrárias - Instituto Federal Goiano (11, em 09/12/2021 08:30:59.
- WILSON MOZENA LEANDRO, WILSON MOZENA LEANDRO - 222110 - Agrônomo - Universidade Federal de Goiás (01567601000143), em 08/12/2021 18:53:13.
- José Milton Alves, PROFESSOR FMS BASICO TECN TFCNOLÓGICO, em 07/12/2021 16:43:31.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 02/12/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QR Code ao lado ou acesse https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar_documento/ e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 336869

Código de Autenticação: befd4af388



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, Nure, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Maria do Carmo Ferreira de Araújo e Antonio Silvano Soares de Moura.
Nenhuma palavra poderá expressar a gratidão que sinto por tudo que já fizeram e fazem por mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que me fortaleceu nos dias de desânimo, que me proporcionou e proporciona saúde e força de vontade a cada novo dia de vida.

Aos meus amados pais Maria do Carmo Ferreira de Araújo e Antonio Silvano Soares de Moura, agradeço por toda confiança depositada, todo apoio e todo amor dedicado a mim durante toda minha vida.

Aos meus irmãos Cláudia Aparecida Soares de Araújo, Silvana Soares de Araújo e Caíque Soares de Araújo, o meu muito obrigado por sempre estarem presentes em minha vida e serem uma base de união.

Aos amigos que estiveram presentes durante essa etapa da minha vida, que me incentivaram, apoiaram e até mesmo puseram a mão na massa ao meu lado, Ádila Honória Rodrigues Borges, José Francisco Teixeira Pitangui, Lucas Fernando de Magalhães Viana, Natan Mendes Fonseca, Edvânia Pereira dos Santos, Marcos Rubens Camargo, meu muito obrigada.

Àqueles que me auxiliaram e acreditaram nesse projeto, Willegaignon Gonçalves de Resende, Inácio Barbosa Borges, Aurélio Rubio Neto, Marcelo Lopes Pitanga, Wesley Moura Caetano, Paulo Hernandez Tavares Amorim, Rebeca Martins da Silva Fernandes, Ronan Santana Valadares, Thais Gonçalves, gratidão a cada um de vocês.

Ao meu orientador, José Milton Alves, que, além de professor, foi um grande incentivador e motivador. Com o senhor aprendi que somos humanos antes de tudo e que temos limitações, mas que nossas limitações não definem nossas conquistas. Obrigada por todo conhecimento transmitido e por toda força e entusiasmo para seguir em frente. Foi uma honra trabalhar a seu lado.

Aos professores do Mestrado Profissional de Bioenergia e Grãos, com quem tive a oportunidade de compartilhar dos seus conhecimentos. Gratidão por todos os ensinamentos sobre o curso e sobre a vida.

Ao Polo de Inovação, Rio Verde - GO e a todos que de uma forma geral participaram da minha formação, me dando suporte e apoio. Muito obrigada.

“O sucesso é a soma de pequenos esforços - repetidos dia sim, e no outro dia também”.

ROBERT COLLIER

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - Considerações Gerais	11
Introdução/Referencial Bibliográfico	11
Objetivo geral.....	13
Referências bibliográficas	14
CAPÍTULO 2 - ADIÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO SORGO SILAGEM CULTIVADO NO NOROESTE MINEIRO.....	16
CHAPTER 2 - ADDITION OF NITROGEN DOSES TO SORGHUM SILAGE CULTIVATED IN NORTHWEST MINEIRO.....	16
INTRODUÇÃO	17
MATERIAL E MÉTODOS	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
CAPÍTULO 3 - ADIÇÃO DE DOSES DE FÓSFORO NA CULTURA DO SORGO SILAGEM CULTIVADO NO NOROESTE MINEIRO.....	33
CHAPTER 3 - ADDITION OF PHOSPHORUS DOSES TO SORGHUM SILAGE CULTIVATED IN NORTHWEST MINEIRO.....	33
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
CAPÍTULO 4 – ADIÇÃO DE DOSES DE POTÁSSIO NA CULTURA DO SORGO SILAGEM CULTIVADO NO NOROESTE MINEIRO.....	49
CHAPTER 4 – ADDITION OF POTASSIUM DOSES TO SORGHUM SILAGE CULTIVATED IN NORTHWEST MINEIRO.....	49
INTRODUÇÃO	50
MATERIAL E MÉTODOS	52
RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

CAPÍTULO 1 - Considerações Gerais

Introdução/Referencial Bibliográfico

A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. (Moench)) tem como origem as regiões da África e partes da Ásia. O sorgo vem sendo um cereal muito cultivado, podendo ser dividido em cinco tipos comerciais e agrônômicos (sacarino, biomassa, forrageiro, granífero e vassoura) pertencentes ao gênero *Sorghum*, com alto potencial produtivo (COSTA *et al.*, 2012; ROSA, 2012; COSTA, 2013; MAY *et al.*, 2013; LANZA, 2017).

No Brasil a cultura do sorgo começou a ser difundida na década de 70 e nos últimos anos vem apresentando uma expansão territorial expressiva, sendo hoje cultivado nos estados do Pará, Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Bahia e Minas Gerais (ROSA, 2012; RODRIGUES, 2015; VIANA, 2019; CONAB, 2021).

Dado o aumento do cultivo do sorgo, devem ser observadas suas características morfológicas. Ele é classificado como uma planta C4, de dias curtos e taxas fotossintéticas altas. Tem condições de adaptar-se a diversos tipos de solo, com seu cultivo indicado principalmente nas regiões semiáridas, sendo uma alternativa de cultivo no período da safrinha. O sorgo tem várias aplicações, tanto utilizado na dieta alimentar humana, como ingrediente da alimentação animal e também como parte da produção de bioetanol, atingindo, assim, grande relevância comercial (MAGALHÃES *et al.*, 2003; RIBAS, 2008; ROSA, 2012; COSTA, 2013; MOTA *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2016; BRITO, 2018; VIANA, 2019).

Entre as variedades citadas, o sorgo silagem destaca-se pelo seu porte alto, com plantas medindo mais de dois metros de altura, alta produtividade de massa e alta proporção de grão, com bom padrão de fermentação, boa digestibilidade, resistência a doenças e ao acamamento e é eficiente na utilização dos nutrientes (VIANA, 2017).

Como a cultura do sorgo tem várias aplicações e se adapta a condições ambientais menos favoráveis, o produtor deve estar atento a seu manejo por ser responsivo à adubação mineral e a tecnologias que favoreçam seu desenvolvimento (DURÃES, 2011).

Quando a cultura recebe adubação em quantidades corretas, ela passa a ter capacidade para expressar todo seu potencial produtivo. E ainda, segundo Rabelo *et al.* (2012), a cultura do sorgo responde de forma efetiva à adubação, sendo o nitrogênio, fósforo e o potássio os nutrientes de maior resposta para o desenvolvimento dos atributos morfológicos e produtivos do sorgo para silagem.

Em seu estudo, Ferreira *et al.* (2012) trabalharam com duas cultivares de sorgo (duplo propósito e forrageiro) e três tipos de adubação (orgânica, mineral e testemunha). O sorgo foi plantado em solo classificado como Luvisolo Crômico Pálico abrupto e recebeu uma adubação mineral N, P e K de 300, 350 e 50 kg ha⁻¹, respectivamente, sendo 1/3 do nitrogênio aplicado no plantio junto ao fósforo e o potássio, e o restante do N aplicado aos 40 dias após a emergência das plantas. Já a adubação orgânica foi feita com a aplicação de esterco bovino (20 Mg ha⁻¹). Foi observado que as adubações influenciaram a altura, principalmente a adubação mineral com NPK. Quando avaliado o fator cultivar, o sorgo forrageiro teve efeito significativo sobre a altura e número de folhas, entretanto, a adubação orgânica obteve mais resultados significativos nas variedades estudadas.

Em outro estudo conduzido por Cardinali *et al.* (2014) com duas cultivares de híbridos de sorgo forrageiro (BRS 655 e SS318) em um Latossolo Vermelho Distroférico, aplicando em cobertura 100 e 200 kg ha⁻¹ de N e 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de K₂O, com manejo de irrigação, o híbrido BRS 655 foi responsivo somente ao N e nas duas doses aplicadas. Já o híbrido SS 318 foi responsivo na interação do potássio com a maior dose aplicada de nitrogênio.

Frias *et al.* (2017), em estudo do sorgo forrageiro cultivado em um Latossolo Vermelho Distroférico com aplicação de seis doses de N (0, 50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹), fonte nitrato de amônio, não obtiveram diferenças significativas com o parcelamento das doses, tendo atingido produtividade média de 15,6 Mg ha⁻¹ de massa seca. Em pesquisa de Martins (2019) com o sorgo granífero Atlântica MR 43 em duas safras, 2017 e 2018, com aplicação de cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, fonte ureia) em cinco estádios fenológicos (E1, E3, E4, E5 e E6), em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, foi verificado que as doses de nitrogênio aplicadas apresentaram interação significativa para a safrinha 2017, com os dados se ajustando a uma regressão quadrática com ponto de máximo em 157,05 kg ha⁻¹ de N; já para a safrinha de 2018, não ocorreu o mesmo.

Luz *et al.* (2002) ressaltaram que as pesquisas sobre a interpretação da fertilidade dos solos e de recomendação de corretivos e adubos são baseadas em intensiva experimentação local a nível de campo, com o intuito de definir a dose do nutriente a ser aplicada, gerando

tabelas sem caráter oficial, pelo fato de os dados serem de locais específicos, com características divergentes dos outros locais de cultivo. Sabe-se que a adubação mineral atua no desempenho das culturas, influenciando diretamente no resultado da sua produtividade, porém há limitações nas quantidades de publicações sobre a adubação para a cultura do sorgo, que, geralmente, é utilizada como alternativa no período de safrinha nas lavouras, e já é utilizada para a produção de silagem no estado de Minas Gerais.

O município de Arinos - MG, localizado na região Noroeste de Minas Gerais, apresenta clima megatérmico subúmido com deficiência hídrica moderada no inverno. As precipitações totais anuais atingem valores médios de 1185,5 mm, porém a localidade apresenta distribuição irregular das chuvas com duas estações climáticas bem definidas: chuvosa e seca (OLIVEIRA & OLIVEIRA, 2018).

Com a má distribuição da precipitação ao longo do ano, ocorre redução dos pastos e da produção de silagem para o gado, principal fonte de renda do município. Sendo assim, o cultivo do sorgo, voltado para esse cenário agrícola, torna-se crucial para que não falem fontes de alimentação para os animais, podendo ser cultivado no período da entressafra. Porém, no período da safrinha, o risco de ocorrência de veranico aumentou na última década, provocando redução da produção de milho, sendo mais favorável o plantio do sorgo, que suporta plantios mais tardios do que o milho (ALCAIDE, 2015).

Ao analisar os dados disponíveis na literatura, é possível ver a relação dos nutrientes com a produção do sorgo, sabendo que nas regiões do Cerrado a quantidade de nutrientes no solo é baixa e que não há dados disponíveis na literatura sobre o estudo de doses de NPK na região do Noroeste de Minas Gerais para a produção de sorgo silagem. Assim, esse estudo pode contribuir com esta temática, e os dados gerados servirão de apoio na tomada de decisão para o produtor que tenha interesse em implantar a cultura do sorgo silagem na região do município de Arinos - MG.

Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de doses de NPK no sorgo silagem na região de Arinos - MG.

Referências bibliográficas

Alcaide, R.P. Sorgo granífero: estenda sua safrinha com segurança. **2015**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/milho-e-sorgo/anos-anteriores/sorgo-granifero-estenda-sua-safrinha-com-seguranca.pdf>. Acesso 04 de de novembro de 2021.

Brito, L. Pesquisa mostra potencial do sorgo para produção de bioenergia. RURALTINS, **2018**. Disponível em: <https://ruraltins.to.gov.br/noticia/2018/4/9/pesquisa-mostra-potencial-do-sorgo-para-producao-de-bioenergia/>. Acesso em 01 de de junho de de 2020.

Cardinali, A.F., J.A.S. Rodrigues, Á.V. Resende, V.F. Souza, L.C. Andrade & A.L. Abreu. **2014**. Produtividade de Sorgo Forrageiro em Resposta a Níveis de Nitrogênio e Potássio na Adubação de Cobertura. XXX Congresso Nacional de Milho e Sorgo.: 01- 04.

Conab – Companhia Nacional de Abastecimento, acompanhamento da safra brasileira de grãos, v.8 – safra 2020/21, nº 6 – sexto levantamento, março **2021**.

Costa, R.Q. **2013**. Fenologia e análise de crescimento do sorgo forrageiro volumax em Vitória da Conquista - BA. Dissertação de Mestrado, UESB, Vitória da Conquista, 64p.

Costa, R.V., L. Zambolim, D.D. Silva, L.V. Cota & C.R. Casela. **2012**. Utilização de multilinhas dinâmicas para o manejo da antracnose do sorgo. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 47: 173-180.

Durães, F.O.M. **2011**. Sorgo Sacarino: tecnologia agrônômica e industrial para alimentos e energia. Brasília, Agroenergia em Revista, 01-52p. (INFOTECA-E).

Ferreira, L.E., I.F Silva, E.P Souza, M.A. Souza & L. Borchardt. Caracterização física de variedades de sorgo submetidas a diferentes adubações em condição de sequeiro. Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.7, n.1, p. 249 - 255, **2012**.

Frias, D.B., M.R. Coelho, M.A. COSTA & I. CIZANSKA. Produtividade e qualidade do sorgo forrageiro na região Norte do Paraná submetido a diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Rev. Terra & Cult.:** v. 34, n. especial Ciências Agrárias, 2017.

Lanza, A.L.L. **2017**. Avaliação forrageira do sorgo biomassa (BRS 716) em diferentes épocas de corte e estratégias de adubação em cobertura. Dissertação de Pós-Graduação, UFSJ, Sete Lagoas, 63p.

Luz, M.J.S., G.B. Ferreira & J.R.C. Bezerra. Adubação e Correção do Solo: Procedimentos a Serem Adotados em Função dos Resultados da Análise do Solo. Circular Técnica 63, Campina Grande - PB, outubro, **2002**.

Magalhães, P.C., F.O.M. Durães & J.A.S. Rodrigues. Fisiologia da Planta de Sorgo. Comunicado Técnico 86, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Sete Lagoas - MG, novembro, **2003**.

May, A., S.M. Mendes, D.D. Silva, R.A.C. Parrella, R.A. Miranda, A.F. Silva, T.F. Pacheco, L.A. Aquino, L.V. Cota, R.V. da Costa, D. Karam, N.N.L.D. Parrella & R.E. Schaffert. 2013. Cultivo de sorgo sacarino em áreas de reforma de canaviais. Sete Lagoas - MG, Embrapa Milho e Sorgo, 4p. e13p. (Circular Técnica 13).

Mota, J.H., L.K.A. Bevilaqua & C.B. Menezes. 2016. Avaliação de cultivares de sorgo granífero na safrinha em Jataí, GO. Revista de Agricultura. 91:241-248.

Rabelo, F.H.S., C.H.S. Rabelo, E. Dupas, D.A. Nogueira & A.V. Rezende. 2012. Parâmetros agrônômicos do sorgo em razão de estratégias de semeadura e adubação. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias. 5:48 e 54.

Ribas, P.M. Cultivo do sorgo – Plantio. Embrapa Milho e Sorgo Sistemas de Produção, 4ª edição, setembro, 2008.

Rodrigues, J.A.S. Cultivo do sorgo – apresentação. Sistema de produção Embrapa, 9ª edição, julho de 2015.

Disponível em:
https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_lifecycle=0&p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1galceportlet&p_p_col_count=1&p_p_col_id=column-2&p_p_state=normal&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=8301&p_r_p_-996514994_topicoId=9201&p_p_mode=view. Acesso 05 de outubro de 2021.

Rosa, W.J. Cultura do Sorgo. Emater - MG, 2012.

Disponível em:
https://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/material_tecnico/a%20cultura%20do%20sorgo.pdf. Acesso em 05 de outubro de 2021.

Santos, S.D., J.C.S. Silva, P.Q. Lima, G. Gouveia Neto, M.C. Carneiro & S.M.S. Paz. 2016. Adubação e uso de cobertura morta em sorgo forrageiro. RBAS. 6:1

Viana, F.F. Sorgo granífero: práticas para implantação da cultura. Blog Agronegócio em foco, fevereiro de 2019. Disponível em: <https://www.pioneersementes.com.br/blog/185/sorgo-granifero-praticas-para-implantacao-da-cultura>. Acesso 06 de outubro de 2021.

Viana, G. Sorgo silageiro: ainda dá tempo de plantar. Embrapa Milho e Sorgo, novembro de 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30148795/sorgo-silageiro-ainda-da-tempo-de-plantar>. Acesso 06 de outubro de 2021.

1 **CAPÍTULO 2 - ADIÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO SORGO**
2 **SILAGEM CULTIVADO NO NOROESTE MINEIRO**

3
4
5
6 **RESUMO** - O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de doses de nitrogênio
7 nos atributos morfológicos e produtivos na cultura do sorgo para silagem, variedade Nusil
8 426. O experimento foi instalado na safra 2020/21 no município de Arinos - MG, em um
9 Latossolo Vermelho. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro
10 repetições e cinco doses de N (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹). Foram avaliados altura de
11 plantas (AP), diâmetro caulinar (DC), área foliar (AF), produtividade da massa seca da parte
12 aérea (PMS), massa seca dos grãos (MSG), teor do nitrogênio na folha (TN), acúmulo do
13 nitrogênio na massa seca da parte aérea (AC) e, eficiência do nitrogênio (EF). Os dados
14 obtidos foram submetidos ao software estatístico SISVAR. E aos resultados obtidos, aplicou-
15 se a análise de variância de regressão com significância de P <0,05. A análise estatística dos
16 dados das variáveis DC, PMS, MSG, TN e EF mostraram efeito significativo para o modelo
17 linear. Já as variáveis AP, AF e AC não mostraram efeito significativo para nenhum dos
18 modelos testados. Conclui-se que as doses de N aplicadas não determinaram o ponto de
19 máxima das variáveis selecionadas por apresentarem resultado linear em função do
20 desenvolvimento vegetativo e para produção do sorgo silagem em Arinos - MG, porém o
21 desenvolvimento e a produção do sorgo silagem apresentaram relação direta a aplicação das
22 doses de N, se comparado a testemunha.

23
24 **Palavras-chave:** Adubação nitrogenada. *Sorghum bicolor* (L). Moench. Arinos - MG.

25
26
27 **CHAPTER 2 - ADDITION OF NITROGEN DOSES TO SORGHUM SILAGE**
28 **CULTIVATED IN NORTHWEST MINEIRO**

29
30
31 **ABSTRACT** - The present study aimed to evaluate the effects of nitrogen doses on
32 morphological and productive attributes in the sorghum crop for silage, Nusil 426 variety. The
33 experiment was installed in the 2020/21 crop in the municipality of Arinos - MG, in a Red

34 Latosol. The experimental design was established in randomized blocks, with four replications
35 and five doses of N (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹). Plant height (AP), stem diameter (DC),
36 leaf area (AF), shoot dry mass productivity (PMS), grain dry mass (MSG), leaf nitrogen
37 content (TN) were evaluated, nitrogen accumulation in shoot dry mass (AC) and nitrogen
38 efficiency (EF). The data obtained were submitted to the SISVAR statistical software. And to
39 the results obtained, regression analysis of variance was applied with a significance of P
40 <0.05. Statistical analysis of data from DC, PMS, MSG, TN, AC and EF variables showed a
41 significant effect for the linear model. On the other hand, the variables AP, AF and AC had no
42 significant effect for any of the models tested. It is concluded that the doses of N applied did
43 not determine the maximum point of the selected variables because they presented a linear
44 result as a function of the vegetative development and for the production of sorghum silage in
45 Arinos - MG, however, the development and production of sorghum silage were directly
46 related to the application of N doses, when compared to the control.

47

48 **Keywords:** Nitrogen fertilization. Sorghum bicolor (L). Moench. Arinos - MG.

49

50

51 INTRODUÇÃO

52

53 As cultivares de sorgo são classificadas em sorgo granífero, sorgo pastejo, sorgo
54 silagem, sorgo sacarino e sorgo biomassa (bioenergia), apresentando cada cultivar finalidades
55 diferentes. Sendo assim, a quantidade de massa produzida e os componentes da planta que são
56 retirados durante a colheita estão diretamente relacionados à quantidade de nutrientes
57 absorvidos e exportados (SANTOS; RESENDE; COELHO, 2015).

58 A produção do sorgo silagem pode ser estimada pelo quantitativo de sementes
59 comercializadas, ou seja, para 10 kg de sementes vendidas há uma correspondência de um
60 hectare plantado, havendo poucas informações estatísticas do quantitativo de áreas cultivadas,
61 produção e produtividade, sendo os dados focados no sorgo granífero (RIBAS, 2014;
62 TABOSA et al., 2020).

63 O sorgo silagem é um importante aliado dos produtores de gado como alternativa na
64 manutenção do fornecimento de alimento para os animais. Seu cultivo teve início na região
65 Sul do País, passando a ser cultivado em regiões onde as estiagens são frequentes, como nas
66 regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste do Brasil (RODRIGUES et al., 2015).

67 Conforme Parisotto (2020), o estado de Minas Gerais tem área cultivada com sorgo
68 forrageiro destinado a silagem, mesmo sendo um dos estados que sofrem com as estiagens ao
69 longo do ano, alcançou uma produção de massa de 990.171 toneladas no ano de 2017.

70 Segundo Parisi (2012), para produção de massa do sorgo destinada à silagem, há poucos
71 estudos com relação à nutrição e adubação. Apesar desta importância, o estudo com este
72 nutriente nesta cultura ainda é incipiente em Minas Gerais e, principalmente, no Noroeste de
73 Minas Gerais, onde está localizado o município de Arinos. No geral, é possível perceber que
74 os resultados já obtidos com este nutriente em diversas regiões do Brasil são variados,
75 reforçando a necessidade de mais estudos para nortear a prática da adubação desta cultura e
76 seu estabelecimento como fonte para alimentação animal.

77 No trabalho de Santos et al. (2014), o sorgo sofreu influência de doses crescentes de N
78 utilizadas. Foram estudadas duas variedades de sorgo Biomassa (CMSXS 7020 e CMSXS
79 652), cultivadas em duas safras, em Latossolo Vermelho Distroférico típico, sendo feita uma
80 adubação de plantio nas duas safras (2010/11 e 2011/12), que foi de 500 kg ha⁻¹ do formulado
81 08-28-16+Zn, mais 17,6 kg ha⁻¹ de ácido bórico, e aplicadas quatro doses de N em cobertura
82 (0, 80, 160 e 240 kg ha⁻¹, fonte ureia). Foi obtida massa seca média de 19,21 Mg ha⁻¹ em uma
83 das variedades e, de maneira geral, apenas a matéria seca total do CMSXS 652 foi afetada
84 pelas doses de N. Já Campos et al. (2016) cultivaram sorgo sacarino, em solo Latossolo
85 Vermelho Distrófico, sem irrigação, e aplicação em plantio de 350 kg ha⁻¹ de 08-28-16.
86 Na adubação de cobertura, foram aplicadas quatro doses de nitrogênio (45, 90, 135 e 180 kg
87 ha⁻¹). A produção de massa seca apresentou resultado significativo, observando-se
88 comportamento quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com valor máximo
89 na dose de 124 kg ha⁻¹ de N e produção de 14,67 Mg ha⁻¹ de massa seca.

90 Lara et al. (2018) estudaram o sorgo sacarino em cultivo em um Latossolo Vermelho
91 Distrófico sem irrigação, com adubação de semeadura com 350 kg ha⁻¹ de 08-28-16, e aos 26
92 DAE foram feitas aplicações de doses de nitrogênio (45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹) e quatro doses
93 de potássio em cobertura. Houve resposta linear da massa seca das plantas às doses de N
94 aplicadas, com valor máximo de 14,35 Mg ha⁻¹ de massa seca.

95 Frias et al. (2017) não obtiveram diferenças significativas com a aplicação e o
96 parcelamento das doses de N (0, 50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹, fonte nitrato de amônio) no
97 sorgo forrageiro em um Latossolo Vermelho Distroférico, com textura argilosa, obtendo uma
98 média de 15,6 Mg ha⁻¹ de massa seca.

99 Esses resultados confirmam as respostas variadas do sorgo às doses de N e a demanda
100 por novas pesquisas, assim o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de doses

101 de nitrogênio no desenvolvimento vegetativo e na produção do sorgo silagem, na região de
102 Arinos - MG.

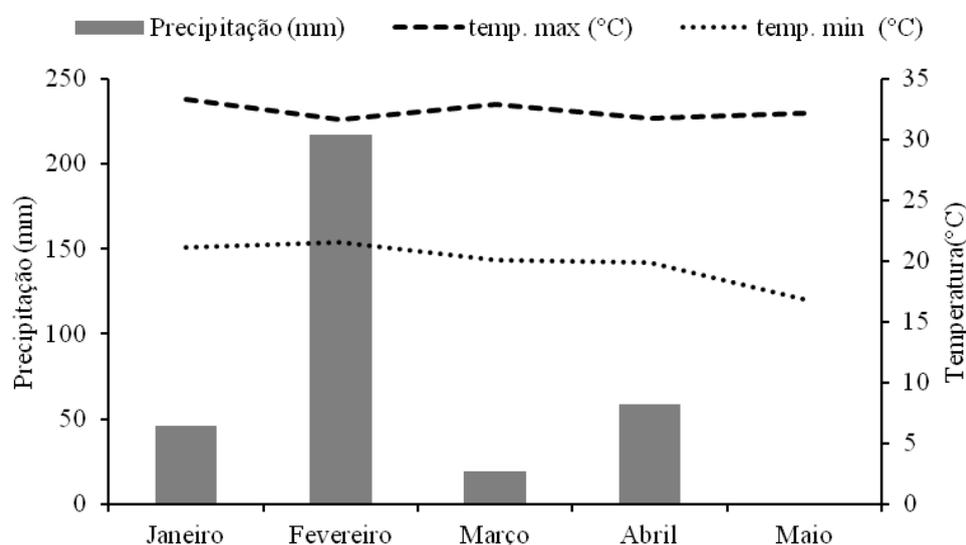
103

104 MATERIAL E MÉTODOS

105

106 O trabalho foi conduzido no Portal de Cultura Grande Sertão Veredas (Agência Vale do
107 Rio Urucuia), localizado no município de Arinos - MG, cuja Latitude é 15°54'6.62"S,
108 Longitude 46° 5'54.90"O. O município encontra-se no bioma Cerrado e apresenta altitudes
109 médias que variam entre 400 e 750 m. O clima da região, segundo a classificação de Koppen,
110 é do tipo Aw, caracterizado como tropical chuvoso, com temperatura média anual de 24,8 °C
111 e precipitação anual de 1185,5 mm, tendo uma distribuição irregular ao longo do ano. A
112 região apresenta duas estações bem definidas: uma chuvosa (novembro a março) e uma
113 estação seca (abril a outubro) (MOURÃO et al., 2001; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2018).

114 A Figura 1 mostra os dados climatológicos do período de condução do experimento.



115

116 **Figura 1.** Dados climatológicos do município de Arinos - MG, safra 2020/21. Coletado no
117 INMET local, 2021.

118

119 O sorgo silagem foi cultivado em um Latossolo Vermelho, preparado de forma
120 convencional, duas gradagens aradoras, uma gradagem niveladora. As características
121 químicas e texturais foram determinadas por meio da análise do solo, com amostragem a 0-20
122 cm, e estão apresentadas na Tabela 1.

123

124 **Tabela 1.** Características químicas e físicas do solo da área experimental avaliadas na camada
 125 0-20 cm, antes da instalação do experimento.

pH	M.O	P	S	Zn	B	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al	H+Al	Areia	Silte	Argila
meh ⁻¹													
CaCl ₂		dag kg ⁻¹			-----mg dm ⁻³ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----			-----g kg ⁻¹ -----		
5,6	2,6	3,05	5,00	0,95	0,13	0,19	3,36	1,11	0,01	3,80	501	151	348

126
 127 Foram avaliadas quatro doses de N e mais um controle, em delineamento de blocos ao
 128 acaso, com quatro repetições, totalizando vinte parcelas experimentais. As parcelas foram
 129 formadas por 3 metros x 3 metros, constituídas por seis linhas espaçadas de 0,50 m e
 130 carreadores de um metro. A área útil das parcelas foi constituída pelas quatro linhas centrais,
 131 desconsiderando 0,50 m em cada extremidade das fileiras. A densidade de semeadura foi de
 132 140.000 mil plantas por hectare (7 plantas por metro linear de sulco).

133 A semeadura do sorgo Nusil 426 foi feita manualmente no dia 23/01/2021 (período de
 134 safrinha da região) e a germinação ocorreu no dia 07/20/2021. A variedade Nusil 426 tem
 135 ciclo médio (105 - 125 dias), porte de 2,80 m, colmo forte, alta produção de grãos e produção
 136 de massa seca de 15 a 22 Mg ha⁻¹, podendo ser cultivada no período da safrinha.

137 As recomendações de calagem e adubação foram feitas com base na interpretação da
 138 análise do solo, segundo recomendações de Ribeiro; Guimarães e Alvarez (1999).

139 A calagem foi feita pelo método da saturação para elevar a saturação de base para 60%,
 140 ela estava em 54,8%. O calcário foi aplicado na área total a lanço de forma manual e com
 141 incorporação com uma gradagem, no mês de outubro/2020.

142 A adubação de base foi feita com 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando como fonte o
 143 superfosfato triplo (46% de P₂O₅), sendo aplicado todo no dia da semeadura. A recomendação
 144 de K₂O foi de 150 kg ha⁻¹, utilizando como fonte o cloreto de potássio (60% K₂O), sendo
 145 aplicados no dia do plantio 30 kg ha⁻¹ de K₂O.

146 Vinte dias após a emergência das plantas, foi aplicada a primeira adubação de cobertura
 147 com 60 kg ha⁻¹ de K₂O a lanço de forma manual. A segunda adubação de cobertura ocorreu
 148 trinta dias após a emergência das plantas, utilizando 60 kg ha⁻¹ de K₂O, a lanço de forma
 149 manual.

150 O enxofre (S) e os micronutrientes boro (B) e zinco (Zn) encontravam-se em níveis
 151 baixos no solo. Eles foram corrigidos no dia do plantio, sendo aplicados 30 kg ha⁻¹ de S,
 152 utilizando como fonte o enxofre agrícola 99. Para corrigir o B, foram aplicados 3 kg ha⁻¹,
 153 utilizando como fonte o ácido bórico. A adubação de Zn foi de 2 kg ha⁻¹, utilizando como

154 fonte o sulfato de zinco. Todos os fertilizantes foram aplicados a lanço de forma manual, sem
155 incorporação.

156 O experimento foi conduzido em sequeiro e os tratos culturais e fitossanitários
157 necessários foram replantio de uma parcela aos 7 dias após a emergência (DAE), desbaste de
158 plantas excedentes após a emergência das plantas aos 14 e 21 DAE, manualmente com uso de
159 tesoura, controle de plantas daninhas (capina manual) aos 25 e 28 DAE, controle de cigarrinha
160 do milho (Beta-ciflutrina +Imidacloprido) ao 22 DAE, lagarta-do-cartucho (Tiametoxam +
161 Lambda-Cialotrina) aos 36 DAE, pulgão (Metomil) aos 64 DAE e ataque de pássaros nas
162 panículas (foguetes e ensacamento dos cachos) aos 80 DAE.

163 As doses de nitrogênio estudadas foram: 0 (controle, sem aplicação), 50, 100, 150 e 200
164 kg ha⁻¹ de N, utilizando como fonte a ureia (46% de N). As doses de N foram aplicadas de
165 forma parcelada, 50% da dose no dia do plantio e os outros 50% aos trinta dias após a
166 emergência das plantas. A aplicação foi feita em períodos do dia mais frescos e com pouca
167 umidade no solo para evitar a volatilização da amônia.

168 As seguintes características foram avaliadas: Altura de plantas (AP), Diâmetro caulinar
169 (DC), Área foliar (AF), Produtividade de massa seca da parte aérea (PMS), Massa seca de
170 grãos (MSG), Teor do nitrogênio N (TN), Acúmulo do nitrogênio na massa seca da parte
171 aérea (AC) e, Eficiência do nitrogênio (EF).

172 As análises da parte vegetativa ocorreram quando as plantas se encontravam no seu
173 estágio fisiológico 5 (emborrachamento, 53 DAE). Já a MSG foi avaliada quando as plantas
174 tinham atingido sua completa maturação fisiológica, ou 90% das plantas se encontravam no
175 estágio de grãos duros, aos 93 DAE.

176 A altura de plantas foi medida com o auxílio de uma trena em três plantas de cada
177 parcela, selecionadas ao acaso, sendo avaliada do colo da planta até a inserção da última
178 folha. O diâmetro do caule foi medido com a ajuda de um paquímetro na região do colo da
179 planta (0,05 m) do solo em três plantas da parcela. Para a determinação da área foliar, foram
180 selecionadas três plantas ao acaso e aplicado o método descrito por Sans e Pellegrin (1998),
181 em que se medem o comprimento total e a largura média das folhas (terço médio da planta),
182 sendo AF estimada pela equação $AF = 0,7811x - 14,964$.

183 Para a determinação da PMS, foram coletadas três plantas, equivalente a 0,214 m² no
184 centro de cada parcela. Estas plantas foram cortadas na região do coleto (5 cm do solo),
185 levadas para o laboratório, picadas, armazenadas em saco de papel e levadas para secagem
186 em estufa de circulação forçada de ar, a 65° C por 72 horas. Após este procedimento, as
187 amostras secas foram pesadas em balança de precisão.

188 A massa seca dos grãos foi determinada pela coleta de cinco panículas aleatoriamente
189 no centro de cada parcela. Elas foram debulhadas em laboratório, os grãos foram embalados e
190 levados para secagem em estufa a 65°C por 72 horas para padronização da umidade, após,
191 foram pesados em balança de precisão.

192 Foram selecionadas ao acaso trinta plantas das extremidades de cada parcela e delas foi
193 coletada a 4ª folha com a bainha visível a partir do ápice, método descrito por Ribeiro,
194 Guimarães e Alvarez (1999).

195 As folhas coletadas foram picadas e depositadas em sacos de papel, identificados e
196 enviados para laboratório comercial para a determinação do teor do nitrogênio na folha das
197 plantas de sorgo.

198 A quantificação de acúmulo do N da massa seca da parte aérea foi realizada com o
199 auxílio da fórmula: AC do nutriente (kg ha⁻¹) = MS (kg ha⁻¹) x TN teor do nutriente (g kg⁻¹) /
200 1000 (Perin *et al.*, 2004). O teor do nutriente utilizado na quantificação do AC foi
201 determinado através da massa seca da parte aérea de três plantas coletadas ao acaso nas
202 parcelas e encaminhadas para análise laboratorial.

203 Para a realização da eficiência do uso do nutriente N foi utilizada a fórmula EF do
204 nutriente (%) = [AC tratamento (kg ha⁻¹) – AC controle (kg ha⁻¹) / AC tratamento (kg ha⁻¹)] x
205 100 (Leal *et al.*, 2015).

206 Foi utilizada a análise de variância da regressão com significância de P <0,05 para
207 avaliar os efeitos de doses de N sobre as variáveis analisadas, e o software estatístico utilizado
208 foi o SISVAR versão 5.7 (FERREIRA, 2011).

209

210

211 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

212

213 O resumo da análise de variância pode ser visualizado na Tabela 2. As variáveis DC,
214 PMS, MSG, TN e EF foram influenciadas pelas doses de nitrogênio. Já as variáveis, altura de
215 planta, área foliar e o acúmulo do nitrogênio na massa seca da parte aérea não apresentaram
216 efeito significativo.

217

218

219

220

221 **Tabela 2.** Resumo da análise de variância para todas as características avaliadas, para ensaios
 222 conduzidos no Noroeste Mineiro na cultura do sorgo silagem, no ano agrícola 2020/2021.

Parâmetros	Desdobramento		
	QM	Regressão (V%)	CV (%)
AP (m)	0.008480	NS	4.49
DC (mm)	3.884620	*Linear	5.27
AF (cm ²)	1494.484033	NS	7.06
PMS (Mg ha ⁻¹)	1.741532	*Linear	8.30
MSG (g planta ⁻¹)	5740.778718	*Linear	9.72
TN (g kg ⁻¹)	7.131250	*Linear	5.31
AC (kg ha ⁻¹)	1331.957787	NS	31.01
EF (%)	613.341282	*Linear	57.72

223 NS: não significativo; *Significativo (P <0,05). AP: altura de planta; DC: diâmetro caulinar;
 224 AF: área foliar; PMS: produtividade de massa seca da parte aérea; MSG: massa seca de grãos;
 225 PG: produtividade de grãos; TN: teor de nitrogênio; AC: acúmulo de nitrogênio na massa seca
 226 da parte aérea e; EF: eficiência do nitrogênio.

227

228 A altura de planta em função da aplicação das doses de nitrogênio na cultura do sorgo
 229 silagem cultivado apresentou média de 1,11m a 1,23 m, com média geral de 1,19 m, em
 230 condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.

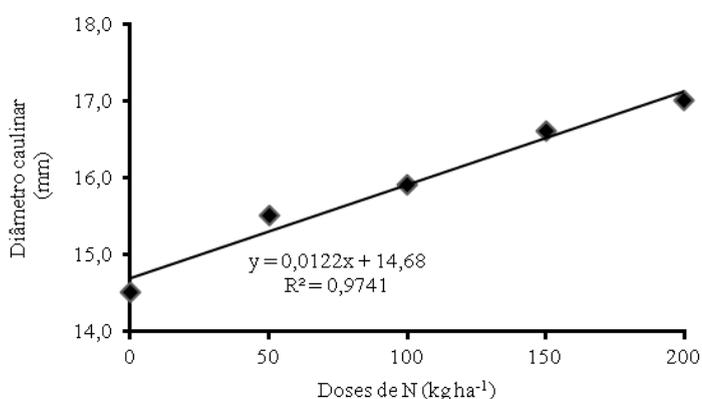
231 Martins (2019) trabalhou com sorgo granífero em duas safras, 2017 e 2018, aplicando
 232 cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, fonte ureia) em cinco estádios
 233 fenológicos (E1, E3, E4, E5 e E6). O sorgo foi plantado em um Latossolo Vermelho Amarelo
 234 distrófico, utilizando a variedade Atlântica MR 43. A altura de planta foi avaliada e houve
 235 diferença estatística significativa apenas para ano de cultivo, as plantas cultivadas no ano de
 236 2018 apresentaram altura de 1,40 m, já as plantas cultivadas na safrinha de 2017 obtiveram
 237 altura de 1,38 m, portanto, a obtenção de uma maior altura de plantas no ano de 2018 pode
 238 estar relacionada a uma maior precipitação, resultando em um melhor desenvolvimento das
 239 plantas.

240 Solano (2016) cultivou em um Cambissolo Háplico quatro cultivares de sorgo sacarino,
 241 sendo aplicadas cinco doses de nitrogênio (0, 80, 160, 240 e 320 kg ha⁻¹), utilizando a ureia
 242 como fonte de N, em condições irrigadas. As variedades utilizadas apresentaram resposta à
 243 adubação nitrogenada, tendo a cultivar BRS 508 alcançado a maior altura de planta (2,94 m)

244 na dose estimada de 185 kg ha⁻¹ de N, enquanto a cultivar BRS 506 registrou maior altura de
245 planta (2,85 m) na dose de 162 kg ha⁻¹. Ao analisar os dados obtidos neste estudo, é possível
246 observar que a altura de planta foi menor do que as obtidas por Martins (2019), mesmo ele
247 trabalhando com doses de N iguais e cultivando sorgo granífero, que apresenta plantas com
248 porte menor do que a variedade estudada no presente trabalho.

249 A disponibilidade de chuvas ocorrida no período da condução do experimento pode ter
250 levado a uma falta de resposta da altura da planta do sorgo silagem Nusil 406 nas doses de N,
251 que foi de 340 mm de chuva durante todo período de condução do experimento. Segundo
252 Albuquerque e Andrade (2015), o consumo de água pela cultura do sorgo varia de 380 a 600
253 mm durante o seu ciclo.

254 A resposta linear do diâmetro caulinar às doses de N (Tabela 2) mostra que as doses
255 aplicadas foram baixas em relação ao potencial de resposta do sorgo silagem nas condições de
256 cultivo (Figura 2).



257 **Figura 2.** Diâmetro caulinar (mm) em função de doses de nitrogênio na cultura do sorgo
258 silagem cultivado em condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.

260
261 O diâmetro caulinar (DC) em função da aplicação de doses de nitrogênio na cultura do
262 sorgo apresentou comportamento linear, obtendo um diâmetro caulinar de até 17,08 mm.

263 Goes et al. (2011), em cultivo do sorgo granífero AG 1040 no período da safrinha em
264 um Latossolo Vermelho Escuro epiutrófico álico, com aplicação de duas fontes de
265 nitrogenadas (ureia e sulfato de amônio) e cinco doses de nitrogênio em cobertura (0, 20, 40,
266 60 e 80 kg ha⁻¹), não obtiveram efeito significativo para diâmetro caulinar com nenhuma das
267 cinco doses de nitrogênio aplicadas no sorgo.

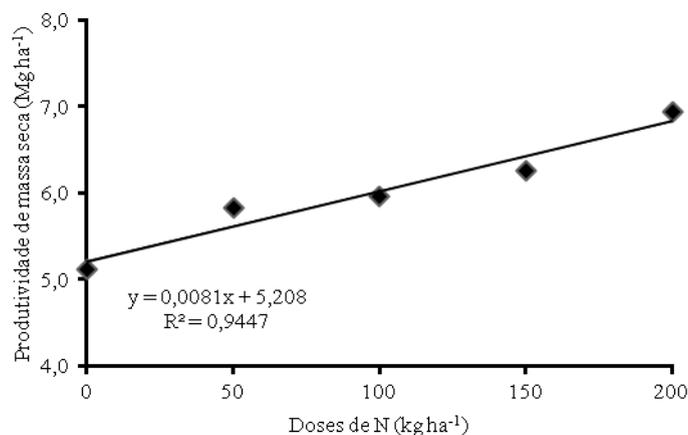
268 Os valores da área foliar em função das aplicações das doses de nitrogênio variaram de
269 363,74 a 415,05 cm², com média geral de 388,7 cm², em condições de campo no Noroeste de

270 Minas Gerais. Já Carvalho (2020) cultivou sorgo granífero, variedade AG 1085, com a
271 aplicação de cinco doses de N 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, sendo a fonte usada a ureia, tendo
272 alcançado uma área foliar de 256,95 cm², inferior à encontrada no presente trabalho.

273 A baixa matéria orgânica no solo, associada à aplicação da ureia de base sem
274 incorporação, que pode ter sofrido perdas por volatilização, possivelmente tenha provocado
275 deficiência de N, afetando o desenvolvimento da planta do sorgo, e causando a não
276 significância das doses aplicadas e uma média da área foliar baixa. As condições climáticas
277 foi outro fator que pode ter interferido a um melhor desenvolvimento das plantas de sorgo e
278 alcançando áreas foliares mais expressivas.

279 A resposta linear da PMS do sorgo silagem às doses de N mostra que as doses aplicadas
280 foram baixas em relação ao potencial de resposta dessa cultura nas condições de cultivo
281 (Figura 3).

282



283

284 **Figura 3.** Produtividade de massa seca (Mg ha⁻¹) em função de doses de nitrogênio na cultura
285 do sorgo silagem cultivado em condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.

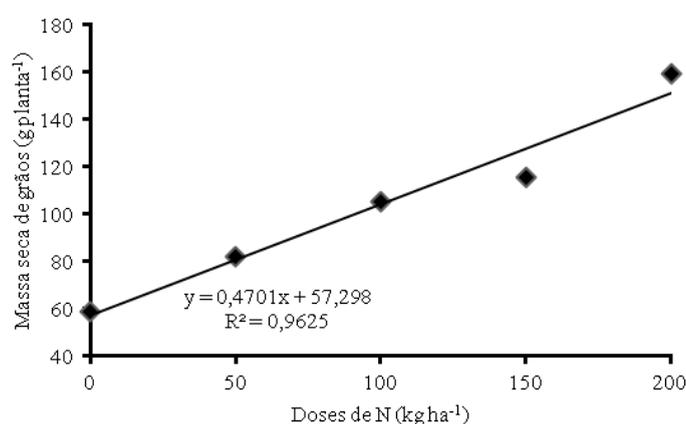
286

287 A produtividade de massa seca do trabalho apresentou modelo linear, com produção de
288 até 6,8 Mg ha⁻¹. Oliveira et al. (2005) trabalharam com quatro variedades de sorgo forrageiro
289 (CMSXS 762, BRS 610, BR 700 e BR 506) com aplicação de três doses de nitrogênio (50, 75
290 e 100 kg ha⁻¹, fonte sulfato de amônio), cultivadas em solo classificado como Latossolo
291 Vermelho Distrófico argiloso. A produtividade de massa seca alcançada não apresentou
292 diferença nem para as cultivares estudadas nem para as doses aplicadas, obtendo média de
293 15,17 Mg ha⁻¹.

294 O ciclo da cultura do sorgo apresenta períodos diferentes de intensa absorção dos
295 nutrientes, absorvendo 65% do N na etapa de crescimento 2 (EC 2), nesta etapa também

296 ocorrem a divisão e o alongamento das folhas, que são influenciados diretamente pelos
297 fatores ambientais e pelo nível de nitrogênio do solo. Na etapa EC 2, no presente trabalho, a
298 cultura do sorgo passou por estresse hídrico, ocorrendo também redução do seu ciclo, tendo
299 sua maturação completa aos 93 DAE, podendo ter havido competição por N entre a parte
300 vegetativa e a reprodutiva, causando, assim, uma produtividade de massa seca bem abaixo da
301 esperada, de 15 a 22 Mg ha⁻¹ para a variedade estudada, a Nusil 426.

302 Apesar de se tratar do sorgo silagem, a produtividade de grãos foi avaliada por ser uma
303 característica que influencia diretamente na qualidade da silagem produzida. O resultado
304 obtido neste trabalho mostra que as doses aplicadas foram baixas em relação ao potencial de
305 resposta do sorgo silagem nas condições de cultivo (Figura 4).



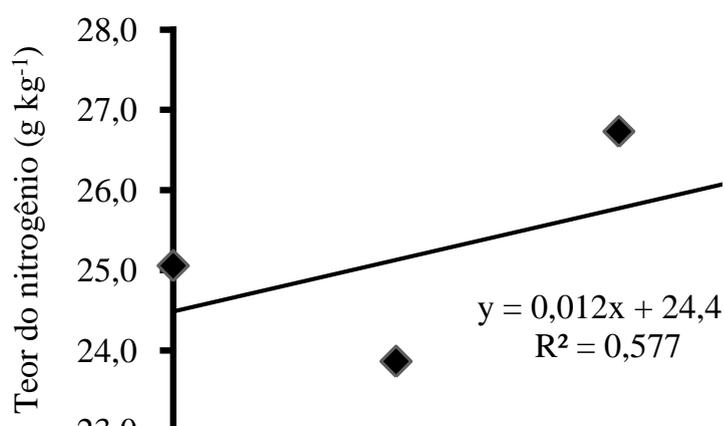
306

307 **Figura 4.** Massa seca de grãos (g planta⁻¹) em função de doses de nitrogênio na cultura do
308 sorgo silagem cultivado em condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.

309

310 Neste trabalho, a massa seca de grãos (MSG) obtida ficou entre 57,29 g planta⁻¹ e
311 151,29 g planta⁻¹, valores transformados em 1.604,12 kg ha⁻¹ e 4.236,12 kg ha⁻¹,
312 respectivamente Goes et al. (2011), trabalhando com sorgo granífero AG 1040, cultivado no
313 período da safrinha em um Latossolo Vermelho Escuro epieutrófico álico, com aplicação de
314 duas fontes nitrogenadas (ureia e sulfato de amônio) e cinco doses de N em cobertura (0, 20,
315 40, 60 e 80 kg ha⁻¹), observaram efeito quadrático do N na produtividade de grãos, obtendo
316 3.389,4 kg ha⁻¹ de grãos com aplicação de 65,10 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. De forma
317 geral, a produção de massa seca de grãos (MSG) obtida neste trabalho foi maior do que o
318 valor apresentado por Goes et al. (2011), mas as doses aplicadas foram menores que as
319 doses utilizadas no presente trabalho.

320 O efeito linear das doses de N no teor foliar mostra que as doses aplicadas foram baixas
321 em relação ao potencial de resposta ao sorgo silagem nas condições de cultivo (Figura 5).



322

323 **Figura 5.** Teor do nitrogênio na folha (g kg^{-1}) em função de doses de nitrogênio na cultura do
 324 sorgo silagem cultivado em condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.

325

326 Os teores de N observados neste trabalho ficaram entre 24,4 e 26,8 g kg^{-1} , resultado em
 327 consonância com o sugerido como ideal para esta cultura.

328 Martins (2019), estudando a cultura do sorgo granífero (safras 2017 e 2018), com
 329 aplicação de cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha^{-1}), utilizando a variedade
 330 Atlântica MR 43, obteve valor de teor de N na folha de 35,48 g kg^{-1} , valor maior do que o
 331 encontrado neste trabalho. Já Pereira et al. (2014), trabalhando com sorgo granífero com
 332 aplicação de nitrogênio (30, 60, 90 e 120 kg ha^{-1}), observaram que o teor de nitrogênio foliar
 333 não se ajustou ao modelo de regressão. Segundo Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999), os
 334 valores de referência para o teor desejável de N para a cultura do sorgo é de 23 - 29 g kg^{-1} ,
 335 assim, o valor obtido no presente trabalho está dentro do valor desejável.

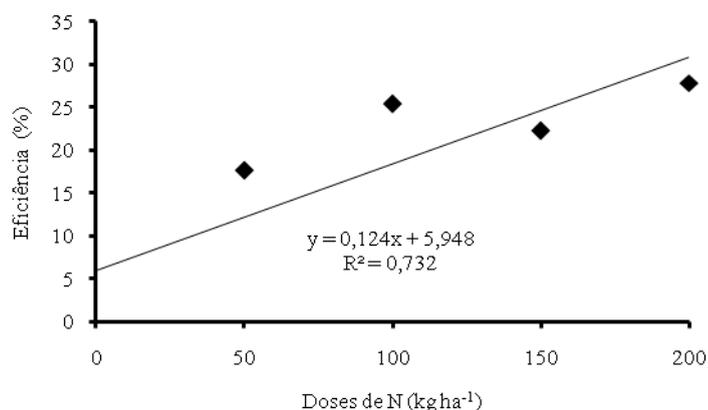
336 A adição das doses de nitrogênio na cultura do sorgo silageiro não influenciou de forma
 337 significativa o acúmulo de nitrogênio na massa seca da parte aérea (AC). Obteve uma média
 338 que variou entre 110,2 a 134,8 kg ha^{-1} .

339 Parisi (2012) estudou a cultura do sorgo (híbrido Volumax) e da soja em consórcio e
 340 individual plantados em um solo classificado em Cambissolo, com a aplicação em cobertura
 341 de quatro doses de N (0, 50, 100, 150 kg ha^{-1}). Ele aponta que há poucas informações sobre a
 342 adubação do sorgo forrageiro e com relação à extração e acúmulo de nutrientes quando a
 343 massa é destinada à produção de silagem.

344 Castro *et al.* (2015) trabalhando com dois híbridos de sorgo, um granífero (DKB 599) e
 345 outro forrageiro (BRS 610) em um Latossolo Vermelho Distrófico, realizaram adubações
 346 nitrogenadas no plantio, e três em cobertura utilizando o sulfato de amônia, obtendo valores

347 médios para o acúmulo de nitrogênio na massa seca da parte aérea de 4,37 a 160,25 kg ha⁻¹de
348 N.

349 A adição das doses de nitrogênio na cultura do sorgo silageiro influenciou de forma
350 linear a eficiência do uso do nitrogênio (EF). Este resultado mostra que as doses aplicadas
351 foram baixas em relação ao potencial de resposta desta cultivar nestas condições de cultivo
352 (Figura 6).



353 **Figura 6.** Eficiência do nitrogênio na folha (%) em função de doses de nitrogênio na cultura
354 do sorgo silagem cultivado em condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.

356
357 A eficiência do nitrogênio ocorreu de forma crescente em relação às doses de N
358 aplicadas, alcançando uma eficiência de 30,7%.

359 Em seu trabalho, Carvalho (2020) cultivou a cultura do sorgo granífero, variedade AG
360 1085 com a aplicação de cinco doses de N 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, sendo a fonte usada a
361 uréia. Em seu trabalho ele obteve um valor de eficiência para o sorgo de 73,63%, sendo maior
362 do que a encontrada neste trabalho. Valores baixos de eficiência do nitrogênio no sorgo
363 podem ser explicados pela forma que a cultura é cultivada, pela forma de aplicação do
364 nutriente e pela fonte do nutriente. Segundo Oliveira & Caires (2003), a uréia aplicada na
365 superfície do solo proporciona uma baixa eficiência de aproveitamento de N, em decorrência
366 de perdas por volatilização de amônia

367

368

369 CONCLUSÃO

370

371 As doses de N aplicadas nas condições deste estudo não determinaram o ponto de
372 máxima das variáveis selecionadas por apresentarem resultado linear em função do

373 desenvolvimento vegetativo e para produção do sorgo silagem em Arinos - MG, porém o
374 desenvolvimento e a produção do sorgo silagem apresentaram relação direta a aplicação das
375 doses de N, se comparado a testemunha.

376

377

378 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

379

380 ALBUQUERQUE, P. E. P. e ANDRADE, C. L. T. Irrigação. *In*: PEREIRA FILHO, A. E
381 RODRIGUES, J. A. S. **Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF:
382 Embrapa, 2015. p. 55. ISBN 978-85-7035-436-5.

383

384 CAMPOS, W. O. et al. Produção forrageira das partes da planta de sorgo sacarino submetido
385 a diferentes adubações em cobertura. *In*: **Congresso Nacional de Milho e Sorgo - “Milho e**
386 **Sorgo: inovações mercados e segurança alimentar**, XXXI., 2016, Bento Gonçalves - RS.
387 Anais, Bento Gonçalves - RS: Revista ABMS, 2016. p. 582 - 585.

388

389 CARVALHO, F. H. **Aplicações de NPK em sorgo granífero nas condições de cerrado**.
390 2020. 24 f. Dissertação (Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos) - Instituto Federal de
391 Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, GO, 2020.

392

393 CASTRO, G.F. et al. Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes na rebrota de dois híbridos
394 de sorgo. *In*: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, XXXV., 2015, Natal - RN. Anais,
395 Natal – RN: SBCS, 2015. p. 1- 4.

396

397 FERREIRA, D. F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e**
398 **Agrotecnologia** **51** (UFLA), 35:1039-1042.

399

400 FRIAS, D. B. et al. Produtividade e qualidade do sorgo forrageiro na região norte do Paraná
401 submetido a diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Rev. Terra & Cult.**: v. 34, n. especial
402 Ciências Agrárias, 2017.

403

404 GOES, R. J. et al. Fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no sorgo granífero na safrinha.
405 **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.2, p. 121-129, 2011.

406

407 LARA, J. P. et al. Desempenho agroindustrial do sorgo sacarino submetido a diferentes doses
408 de nitrogênio e potássio em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.17, n.3, p.
409 474-489, 2018.

410

411 LEAL, A.J.F. et al. 2015. Produtividade da Soja de Acordo com Diferentes Doses de Cloreto
412 de Potássio Revestido ou Não com Polímeros. **Global Science and Technology**, v. 8, p. 19-
413 30.

414

415 MARTINS, A. S. **Eficiência de adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológicos**
416 **da cultura do sorgo**. 2019. 19 f. Tese (Pós-Graduação em Produção Vegetal) – Universidade
417 Estadual de Goiás, Campus Ipameri, 2019.

418

419 MOURÃO, M. A. A. et al. Caracterização hidrogeológica do município de Arinos. Belo
420 Horizonte: CPRM; COMIG, 2001. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**
421 **- PLGB**.

422

423 OLIVEIRA, J. A. M.; OLIVEIRA, C. M. M. Balanço hídrico climatológico e classificação
424 climática para o município de ARINOS – MG. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**,
425 v.12, nº.6, p. 3021 – 3027, 2018.

426

427 OLIVEIRA, J.M.S.; CAIRES, E.F. **Adubação nitrogenada em cobertura para o milho**
428 **cultivado após aveia preta no sistema plantio direto**. Maringá, v. 25, no. 2, p. 351-357,
429 2003.

430

431 OLIVEIRA, R. P. et al. Características agronômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor*
432 (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 35 (1): 45-53,
433 2005.

434

435 PARISI, B. C. **Nitrogênio e Fósforo no consórcio Sorgo-Soja visando à produção de**
436 **Forragem**. 2012. 24 f. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia) –
437 Universidade Federal de Lavras - MG, 2012.

438

439 PARISOTTO, D. C. **Desempenho agrônomo de genótipos de sorgo forrageiro cultivados**
440 **em segunda safra.** 2 f. Dissertação (Pós-Graduação em Genética e Melhoramento) -
441 Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, 2020.
442

443 PEREIRA, R. G. et al. 2014. Rendimento do sorgo granífero adubado com nitrogênio e
444 fósforo no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.3, p. 285-299.
445

446 PERIN, A. et al. 2004. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de
447 nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária**
448 **Brasileira**, Brasília - DF, v. 39, n.1, p. 35- 40.
449

450 RIBAS, P. M. Origem e importância econômica. *In*: Borém, A.; Pimentel, L.; Parrella, R.
451 **Sorgo do plantio à colheita.** Viçosa: UFV, 2014. p. 09 - 36. ISBN 978-85-72695084.
452

453 RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. R. G. e ALVAREZ, V. H. 1999. **Recomendações para o**
454 **uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Comissão de
455 Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 359p.
456

457 RODRIGUES, J. A. S. et al. Manejo Cultura. *In*: PEREIRA FILHO, A. E RODRIGUES, J. A.
458 **S. Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 138.
459 ISBN 978-85-7035-436-5.
460

461 SANS, L. M. A.; PELLEGRIN, L. A. 1998. **Método simples para estimar a área foliar da**
462 **cultura do sorgo.** Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 22 f., 1998, Recife. Globalização e
463 segurança alimentar: anais. Recife: ABMS.
464

465 SANTOS, F. C. et al. Adubações nitrogenada e potássica no sorgo biomassa - produtividade e
466 qualidade de fibra. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.1, p. 1-13, 2014.
467

468 SANTOS, F. C.; RESENDE, A. V.; COELHO, A. M. Exigências Nutricionais e Adubação.
469 *In*: PEREIRA FILHO, A. E RODRIGUES, J. A. S. **Sorgo: o produtor pergunta, a**
470 **Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 92. ISBN 978-85-7035-436-5.
471

472 SOLANO, C. S. **Avaliação agroeconômica de quatro cultivares de sorgo sacarino**
473 **(*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de etanol em Campos dos Goytacaze - RJ.**
474 2016. 27 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias
475 Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos
476 Goytacazes, 2016.
477
478 TABOSA, J. N. Sorgo. *In*: TABOSA, J. N. et al. **Histórico e importância do sorgo.**
479 **Cadernos do riquezas & oportunidades / Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de**
480 **Pernambuco, v. 15, n.2, p. 17 - 23, 2020.**

34 Red Latosol. The experimental design was established in randomized blocks, with four
35 replications and five doses of P₂O₅ (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹). Plant height (AP), stem
36 diameter (DC), leaf area (AF), shoot dry mass (PMS), grain dry mass (MSG) and leaf
37 phosphorus content (TP) were evaluated, phosphorus accumulation in shoot dry mass (AC)
38 and phosphorus efficiency (EF). The data obtained were submitted to the SISVAR statistical
39 software. In relation to the results obtained, regression analysis of variance was applied with a
40 significance of P <0.05. The statistical analysis of the data of the variables PMS, MSG, TF
41 showed a linear effect and the variable AP, AC and EF showed a quadratic effect. On the
42 other hand, the variables DC and AF had no significant effect for any of the models tested. It
43 is concluded that the doses. Phosphorus significantly influenced the vegetative development
44 and production of sorghum silage under the study conditions of the experiment. The PMS and
45 Phosphorus content showed a significant linear result, and a greater absorption of this nutrient
46 would cause an increase in productivity. In consideration to the results, the recommended
47 economic dose for the Northwest of Minas Gerais, under the study conditions is the dose of
48 50 kg ha⁻¹ of P₂O₅.

49

50 **Keywords: Phosphate fertilization. *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Arinos - MG.**

51

52

53 **INTRODUÇÃO**

54

55 Os solos do Cerrado têm grande participação na produção de milho e soja cultivados no
56 período da safra, assim abrindo espaço também para o cultivo do sorgo, tanto para a produção
57 de grãos como de silagem no período safrinha. Por consequência, o sorgo passou a ser um
58 competidor direto da cultura do milho safrinha, ganhando destaque em razão do avanço da
59 moderna agricultura na região do Cerrado e dos regimes hídricos, que são menores e
60 desfavoráveis às culturas da safra (RODRIGUES, 2015).

61 O sorgo, quando cultivado na região do Cerrado, no sistema de produção semelhante ao
62 semiárido, pode ser cultivado como cultura principal por causa da irregularidade no regime
63 das chuvas com período curto e distribuição irregular dentro do espaço e tempo, sofrendo com
64 veranicos de 15 a 20 dias, características semelhantes às da região do Noroeste de Minas, cujo
65 cultivo é voltado para a alimentação do gado de corte e leiteiro, principais atividades
66 econômicas da região, passando a ser um incremento de volumoso no período da seca, na
67 forma de silagem ou ração (MAGALHÃES et al., 2014).

68 Ao cultivar forrageiras na região do Cerrado, é importante estar atento ao nível do
69 fósforo (P) nas áreas de cultivo, uma vez que sua disponibilidade, em condições naturais, é
70 muito baixa. O fósforo é um dos nutrientes que mais limitam o crescimento das plantas,
71 principalmente na fase inicial do plantio, sendo considerado um dos macronutrientes mais
72 importantes para a produção agrícola nas regiões do Cerrado (SOUZA et al., 2016). De forma
73 geral, é possível observar a necessidade de estudos com a aplicação de fósforo, pois esse
74 nutriente tem baixa disponibilidade nos solos, o que pode comprometer não apenas o
75 estabelecimento das plantas forrageiras, como também afetar sua produtividade e valor
76 nutritivo (COSTA et al., 2015).

77 Pereira et al. (2014) avaliaram a aplicação de doses de P_2O_5 (30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹)
78 na cultura do sorgo granífero cultivado em um Cambissolo Háptico de textura franco-argilo-
79 arenosa e obtiveram resultados de forma linear para as quatro doses aplicadas, alcançando
80 produção de massa seca de 7.034 kg ha⁻¹ na dose máxima usada.

81 Carvalho (2020), cultivando sorgo granífero, variedade AG 1085 com a aplicação de
82 cinco doses de fósforo (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹), obteve resultado linear, mostrando que
83 aumentos das doses de fósforo aumentam a produção de massa seca.

84 Andrade (2019) testou a aplicação de cinco doses de fósforo e de Ethephon em um
85 Latossolo vermelho distrófico com textura argilosa na cultura do sorgo. Obteve resultado na
86 dose de 160 kg ha⁻¹ de fósforo, sendo que os dados se ajustaram à função quadrática, tendo
87 seu pico de máximo observado na dose de 660 mL ha⁻¹ de Ethephon. Já Lima, Aquino,
88 Nascimento (2016) cultivaram em vasos sorgo com a utilização de solo classificado como
89 Cambissolo Háptico Eutrófico, foi avaliada por eles a relação de quatro fontes de fósforo (ST,
90 FNB, FNT e FNR) e quatro doses de P (0, 100, 200 e 300 mg de P kg⁻¹) para cada fonte.
91 Obtiveram maior produtividade de massa seca com a fonte FNB com a maior dose de P
92 aplicada.

93 O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de doses de P_2O_5 no
94 desenvolvimento vegetativo e na produção do sorgo silagem na região de Arinos - MG.

95

96

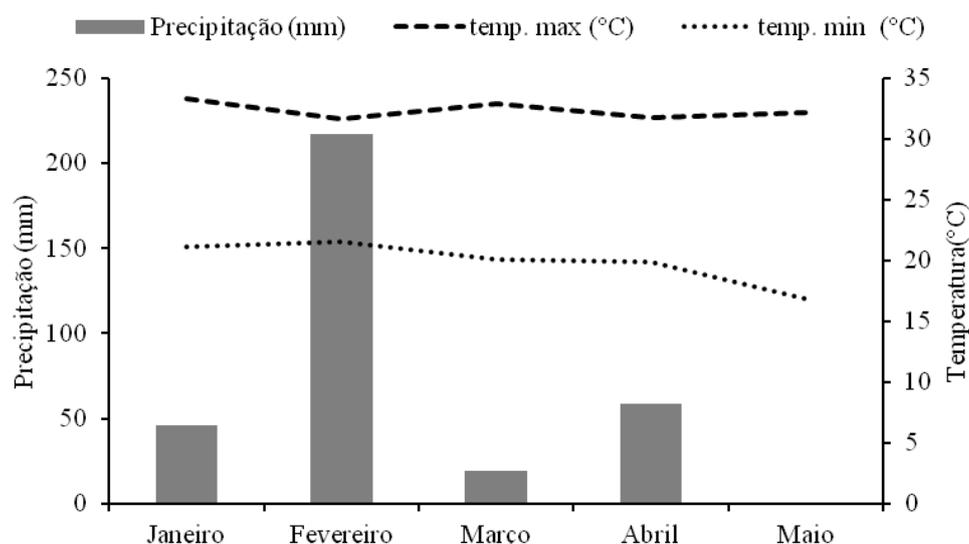
97 MATERIAL E MÉTODOS

98

99 O trabalho foi conduzido no Portal de Cultura Grande Sertão Veredas (Agência Vale do
100 Rio Urucuia), localizado no município de Arinos - MG, cuja Latitude é 15°54'6.62"S,
101 Longitude 46° 5'54.90"O, e nos Laboratórios do Instituto Federal de Educação, Ciência e

102 Tecnologia do Norte de Minas Gerais - Campus Arinos. O município encontra-se no bioma
 103 Cerrado e apresenta altitudes médias que variam entre 400 e 750 m e, de acordo com a
 104 classificação de Koppen, o clima do município é do tipo Aw, caracterizado como tropical
 105 chuvoso, com temperatura média anual de 24,8 °C e precipitação anual de 1185,5 mm, tendo
 106 uma distribuição irregular ao longo do ano. A região apresenta duas estações bem definidas;
 107 uma chuvosa (novembro a março) e uma estação seca (abril a outubro) (MOURÃO et al.,
 108 2001; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2018).

109 A Figura 1 mostra os dados climatológicos do período de condução do experimento. .



110
 111 **Figura 1.** Dados climatológicos do município de Arinos - MG, safra 2020/21. Coletado no
 112 INMET local, 2021.

113
 114 O sorgo silagem foi cultivado em um Latossolo Vermelho, preparado de forma
 115 convencional, com duas gradagens aradoras e uma gradagem niveladora. A Tabela 1 mostra
 116 as características químicas e físicas do solo da área experimental, avaliadas na camada 0-20
 117 centímetros.

118
 119 **Tabela 1.** Características químicas e físicas do solo da área experimental, avaliadas na
 120 camada 0-20 cm, antes da instalação do experimento.

pH	M.O	P me ^{h-1}	S	Zn	B	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al	H+Al	Areia	Silte	Argila
CaCl ₂	dag kg ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----					-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----g kg ⁻¹ -----		
5,6	2,6	3,05	5,00	0,95	0,13	0,19	3,36	1,11	0,01	3,80	501	151	348

122 Foram avaliadas quatro doses de P_2O_5 e mais um controle, em delineamento de blocos
123 ao acaso, com quatro repetições, totalizando vinte parcelas experimentais. As parcelas foram
124 formadas por 3 metros x 3 metros, constituídas por seis linhas espaçadas de 0,50 m e
125 carregadores de um metro. A área útil das parcelas correspondeu às quatro linhas centrais,
126 desconsiderando-se 0,50 m em cada extremidade das fileiras. A densidade de semeadura foi
127 de 140.000 mil plantas por hectare (7 plantas por metro linear de sulco).

128 A semeadura do sorgo Nusil 426 foi feita manualmente no dia 23/01/2021 (período de
129 safrinha da região) e a germinação ocorreu no dia 07/20/2021. A variedade Nusil 426 tem
130 ciclo médio (105 - 125 dias), porte de 2,80 m, colmo forte, alta produção de grãos e produção
131 de massa seca de 15 a 22 $Mg\ ha^{-1}$, podendo ser cultivada no período da safrinha.

132 As recomendações de calagem e adubação foram feitas com base na interpretação da
133 análise do solo feita na área, segundo Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

134 A calagem foi feita pelo método da saturação de base para elevar a saturação para 60%,
135 que se encontrava a 54,8%. O calcário foi aplicado na área total a lanço de forma manual e
136 com incorporação com uma gradagem, no mês de outubro/2020.

137 A adubação de base foi feita com 160 $kg\ ha^{-1}$ de N, utilizando como fonte ureia (46%
138 N), e com 150 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , utilizando como fonte cloreto de potássio (60% K_2O), sendo
139 aplicados no dia do plantio 20 $kg\ ha^{-1}$ de N e 30 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O .

140 Vinte dias após a emergência das plantas, foi aplicada a primeira adubação de cobertura
141 com 70 $kg\ ha^{-1}$ de N e 60 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O a lanço de forma manual. A segunda adubação de
142 cobertura ocorreu trinta dias após a emergência das plantas, com 70 $kg\ ha^{-1}$ de N e 60 $kg\ ha^{-1}$
143 de K_2O , a lanço de forma manual.

144 O enxofre (S) e os micronutrientes, boro (B) e zinco (Zn) encontravam-se em níveis
145 baixos no solo. Eles foram corrigidos no dia do plantio, sendo aplicados 30 $kg\ ha^{-1}$ de S,
146 utilizando como fonte o enxofre agrícola 99. Para corrigir o B, foram aplicados 3 $kg\ ha^{-1}$,
147 utilizando como fonte o ácido bórico, a adubação de Zn foi de 2 $kg\ ha^{-1}$, utilizando como
148 fonte o sulfato de zinco. Todos os fertilizantes foram aplicados a lanço de forma manual, sem
149 incorporação.

150 O experimento foi conduzido em sequeiro, e os tratos culturais e fitossanitários
151 necessários foram desbaste de plantas excedentes aos 14 e 21 dias após a emergência (DAE),
152 manualmente com uso de tesoura, controle de plantas daninhas (capina manual) aos 25 e 28
153 DAE, controle de cigarrinha do milho (Beta-ciflutrina +Imidacloprido) ao 22 DAE, lagarta-
154 do-cartucho (Tiametoxam + Lambda-Cialotrina) aos 36 DAE, pulgão (Metomil) aos 64 DAE
155 e o ataque de pássaros nas panículas (foguetes e ensacamento dos cachos) aos 80 DAE.

156 As doses de fósforo estudadas foram: 0 (controle, sem aplicação), 50, 100, 150 e 200 kg
157 ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando como fonte o superfosfato triplo (46% P₂O₅). As doses de P₂O₅ foram
158 aplicadas no plantio, de forma total.

159 As seguintes características foram avaliadas: Altura de plantas (AP), Diâmetro caulinar
160 (DC), Área foliar (AF), Produtividade de massa seca da parte aérea (PMS), Massa seca de
161 grãos (MSG), Teor do fósforo (TP), Acúmulo do fósforo na massa seca da parte aérea (AC) e,
162 Eficiência do fósforo (EF).

163 As análises da parte vegetativa ocorreram quando as plantas se encontravam no seu
164 estágio fisiológico 5 (emborrachamento, 53 DAE). Já a MSG foi avaliada quando as plantas
165 haviam atingido sua completa maturação fisiológica, ou 90% das plantas se encontravam no
166 estágio de grãos duros, aos 93 DAE.

167 A altura de plantas foi medida com o auxílio de uma trena em três plantas de cada
168 parcela, selecionadas ao acaso, sendo avaliada do colo da planta até a inserção da última
169 folha. O diâmetro do caule foi medido com a ajuda de um paquímetro na região do colo da
170 planta (0,05 m) do solo em três plantas da parcela. Para a determinação da área foliar, foram
171 selecionadas três plantas ao acaso e aplicado o método descrito por Sans & Pellegrin (1998),
172 em que se medem o comprimento total e a largura média das folhas (terço médio da planta),
173 sendo AF estimada pela equação $AF = 0,7811x - 14,964$.

174 Para a determinação da PMS, foram coletadas três plantas, equivalente a 0,214 m² no
175 centro de cada parcela. Estas plantas foram cortadas na região do coleto (5 cm do solo),
176 levadas para o laboratório, picadas, armazenadas em saco de papel e levadas para secagem
177 em estufa de circulação forçada de ar, a 65° C por 72 horas. Após este procedimento, as
178 amostras secas foram pesadas em balança de precisão.

179 A massa seca dos grãos foi determinada pela coleta de cinco panículas aleatoriamente
180 no centro de cada parcela. Elas foram debulhadas em laboratório, os grãos embalados e
181 levados para secagem em estufa a 65°C, por 72 horas para padronização da umidade, após,
182 foram pesados em balança de precisão.

183 Foram selecionadas ao acaso trinta plantas das extremidades de cada parcela e delas foi
184 coletada a 4^a folha com a bainha visível a partir do ápice, método descrito por Ribeiro,
185 Guimarães e Alvarez (1999). As folhas coletadas foram picadas e depositadas em sacos de
186 papel, identificados e enviados para laboratório comercial para a determinação do teor do
187 fósforo na folha das plantas de sorgo.

188 A quantificação de acúmulo do P da massa seca da parte aérea foi realizada com o
189 auxílio da fórmula: $AC \text{ do nutriente (kg ha}^{-1}\text{)} = MS \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} \times TP \text{ teor do nutriente (g kg}^{-1}\text{)} /$

190 1000 (Perin *et al.*, 2004). O teor do nutriente utilizado na quantificação do AC foi
 191 determinado através da massa seca da parte aérea de três plantas coletadas ao acaso nas
 192 parcelas e encaminhadas para análise laboratorial.

193 Para a realização da eficiência do uso do nutriente P foi utilizada a fórmula EF do
 194 nutriente (%) = [AC tratamento (kg ha⁻¹) – AC controle (kg ha⁻¹) / AC tratamento (kg ha⁻¹)] x
 195 100 (Leal *et al.*, 2015).

196 Foi utilizada a análise de variância de regressão com significância de P <0,05 para
 197 avaliar os efeitos das doses de P₂O₅ sobre as variáveis analisadas, e o software estatístico
 198 utilizado foi o SISVAR versão 5.7 (FERREIRA, 2011).

199
 200

201 RESULTADOS E DISCUSSÃO

202

203 A Tabela 2 mostra o resumo da análise de variância. As variáveis AP, PMS, MSG, TP,
 204 AC e EF foram influenciadas pelas doses de P₂O₅. Já as variáveis diâmetro caulinar e área
 205 foliar não apresentaram efeito significativo.

206

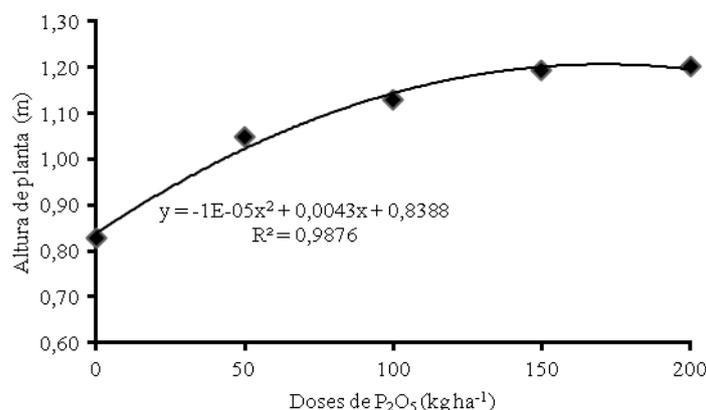
207 **Tabela 2.** Resumo da análise de variância para todas as características avaliadas, para ensaios
 208 conduzidos no Noroeste Mineiro na cultura do sorgo silagem, no ano agrícola 2020/2021.

Parâmetros	Desdobramento		
	QM	Regressão (V%)	CV (%)
AP (m)	0.094818	*Quadrática	9.94
DC (mm)	0.647255	NS	6.85
AF (cm ²)	1233.230757	NS	8.81
PMS (Mg ha ⁻¹)	3.518637	*Linear	17.67
MSG (g planta ⁻¹)	3484.260812	*Linear	16.91
TP (g kg ⁻¹)	0.621208	*Linear	5.53
AC (kg ha ⁻¹)	43.807367	*Quadrática	16.67
EF (%)	2918.364968	*Quadrática	16.24

209 NS: não significativo; *Significativo (P <0,05). AP: altura de planta; DC: diâmetro caulinar;
 210 AF: área foliar; PMS: produtividade de massa seca da parte aérea; MSG: massa seca de grãos;
 211 TP: teor de fósforo; AC: acúmulo do fósforo na massa seca da parte aérea e; EF: eficiência do
 212 fósforo.

213

214 A resposta quadrática da altura de planta às doses de P₂O₅ (Tabela 2) mostra que as
215 doses aplicadas influenciaram significativamente essa característica (Figura 2).



216
217 **Figura 2.** Altura de planta (m) em função de doses de P₂O₅ na cultura do sorgo silagem
218 cultivado em condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.

219
220 A altura de planta (AP) em função da aplicação de doses de P₂O₅ na cultura do sorgo
221 apresentou comportamento quadrático, com ponto de máxima na dose de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅,
222 alcançado uma altura de 1,24 m.

223 Santos (2019) cultivou sorgo silagem em vasos com a aplicação de quatro adubações
224 fosfatadas (SPS - superfosfato simples, MAP- fosfato monoamônio e top phós). As fontes de
225 fósforo utilizadas por Santos (2019) foram diferentes das utilizadas neste trabalho, sendo as
226 doses maiores e menores, obtendo uma altura média nas plantas de sorgo de 1,62 m. Todos os
227 tratamentos apresentaram altura inferior à esperada, de 2,70 a 3,0 m.

228 Ao comparar a altura alcançada no presente trabalho com o resultado de Santos (2019),
229 até mesmo a altura alcançada no ponto de máxima foi inferior ao resultado obtido por ele.
230 Provavelmente as plantas do sorgo não alcançaram a altura ideal para a variedade utilizada
231 devido ao déficit hídrico que ocorreu durante o desenvolvimento do ciclo da cultura.

232 O diâmetro caulinar em função da aplicação das doses de P₂O₅ na cultura do sorgo
233 silagem cultivado apresentou média de 5,6 mm a 15,2 mm, com média geral de 15,54 mm, em
234 condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.

235 Costa et al. (2015), trabalhando com uma mistura de superfosfato simples e fosfato
236 natural, com aplicação de cinco doses de P₂O₅ no sorgo (0, 100, 300, 600 e 900 kg ha⁻¹ de
237 P₂O₅), obtiveram resultado significativo nas maiores doses aplicadas, atingindo 47,5 e 54,0
238 mm de diâmetro caulinar. Os valores alcançados foram maiores, sendo as doses aplicadas
239 mais elevadas do que as usadas neste trabalho, portanto, é possível correlacionar que as doses

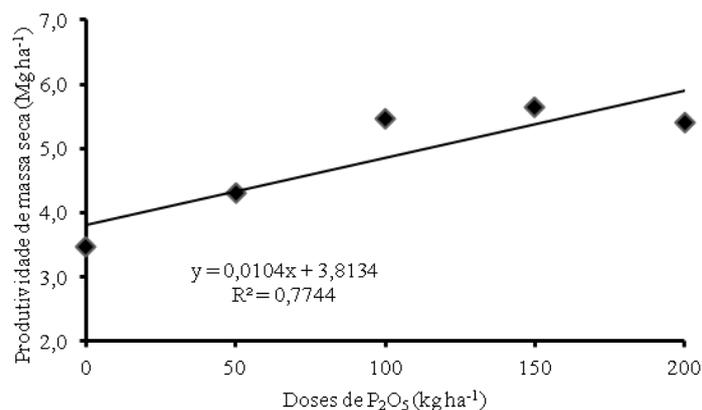
240 aplicadas no presente trabalho possam ter sofrido interferência em sua absorção. A adubação
241 fosfatada é de grande relevância no desenvolvimento inicial da planta, altura, diâmetro do
242 caule e formação de semente, proporcionando ainda aumento da absorção de alguns nutrientes
243 como N, Ca, S, Mn (FORMIGA et al., 2012).

244 A área foliar em função da aplicação das doses de P_2O_5 na cultura do sorgo silagem
245 cultivado apresentou média de 320,7 cm^2 a 356,0 cm^2 , em condições de campo no Noroeste
246 de Minas Gerais.

247 Fonseca et al. (2014), em cultivo do sorgo granífero, híbrido BRS 310, utilizaram duas
248 fontes de fertilizante fosfatado (superfosfato simples e monoamônio fosfato) e com cinco
249 doses de fósforo (0, 30, 60, 120, 240 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5), alcançando resposta significativa para a
250 área foliar, com valores de 1.068,2 cm^2 a 4.223 cm^2 .

251 Fatores como temperatura, déficit de água e deficiências de nutrientes podem ter afetado
252 as taxas de expansão das folhas no presente trabalho, pois houve má distribuição da
253 precipitação aos 52 DAE, período em que ocorreu a coleta das amostras, sendo comum
254 redução da área foliar quando as plantas do sorgo sofrem déficit hídrico.

255 A adição das doses de P_2O_5 na cultura do sorgo silagem influenciou de forma linear a
256 produtividade de massa seca da parte aérea (PMS). Este resultado mostra que as doses
257 aplicadas foram baixas em relação ao potencial de resposta desta cultivar nestas condições de
258 cultivo (Figura 3).



259 **Figura 3.** Produtividade de massa seca ($Mg\ ha^{-1}$) em função de doses de P_2O_5 na cultura do
260 sorgo silagem cultivado em condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.

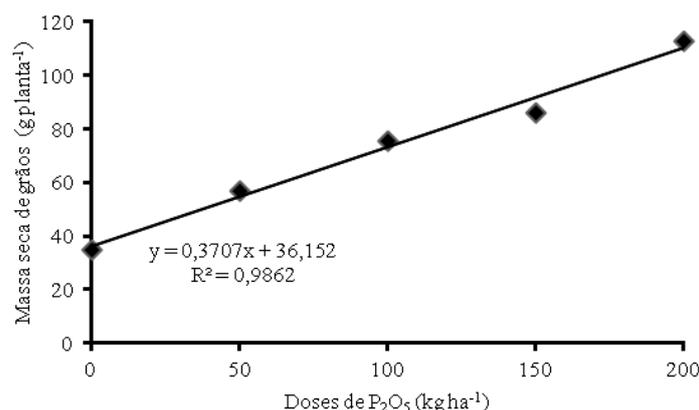
262 A produtividade de massa seca do trabalho apresentou o modelo linear, com uma
263 produção de até 5,81 $Mg\ ha^{-1}$. Cruz et al. (2009), trabalhando com duas variedades de sorgo
264 granífero (BRS304 e BRS310) com quatro doses de fósforo (0, 25, 50 e 75 $kg\ ha^{-1}$, fonte
265

266 superfosfato triplo), cultivadas em um solo Latossolo Amarelo Coeso distrófico, observaram
267 que a produtividade de massa seca apresentou resultado significativo, com produção de 8,7
268 Mg ha⁻¹.

269 Cappelleso (2011) alcançou uma produtividade de massa seca de 11 Mg ha⁻¹ com o
270 sorgo forrageiro cultivado em solo classificado como Nitossolo Vermelho Distroférico
271 típico, aplicando quatro doses de fósforo (0, 50, 100, 150 e 200 kg de P₂O₅).

272 É possível identificar baixa produtividade de massa seca alcançada no presente trabalho
273 ao comparar com os dados dos autores citados, podendo esse valor ter sido baixo causado pela
274 redução da disponibilidade de água no solo, fator que ocorre no período da safrinha (ROS et
275 al., 2019).

276 Apesar de se tratar do sorgo silagem, a produtividade de grãos foi avaliada. O resultado
277 obtido neste trabalho mostra que as doses aplicadas foram baixas em relação ao potencial de
278 resposta desta cultivar nestas condições de cultivo (Figura 4).



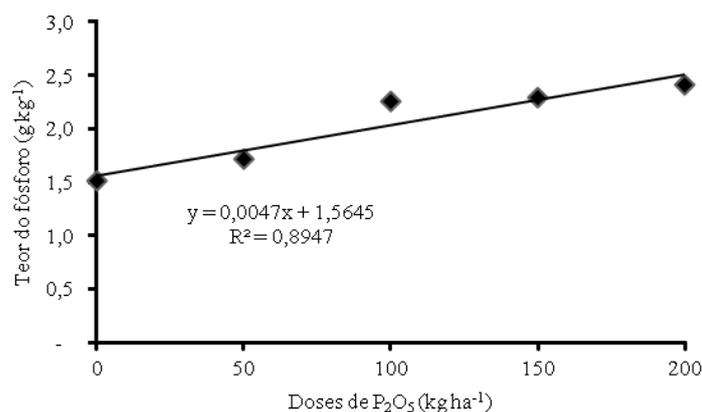
279 **Figura 4.** Massa seca de grãos (g planta⁻¹) em função de doses de P₂O₅ na cultura do sorgo
280 silagem cultivado em condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.
281

282
283 A massa seca de grãos (MSG) em função da aplicação de doses de P₂O₅ na cultura do
284 sorgo apresentou comportamento linear, obtendo uma massa seca de grãos de 36,15 a 110,15
285 g planta⁻¹, sendo assim, houve um ganho de 67% na maior dose aplicada em relação à
286 testemunha. A variedade utilizada, a Nusil 426, tem maior proporção de grãos, e essa
287 proporção tem influência direta na qualidade da silagem, sendo um fator de importância para
288 medir a massa seca de grãos. Ao transformar esses valores, temos 1.012,2 a 3.094,0 kg ha⁻¹ de
289 massa seca de grãos.

290 Repke et al. (2012) trabalharam com dois híbridos de sorgo forrageiro (AG 2005E e
291 VOLUMAX), com a aplicação de quatro doses de adubo fosfatado (0, 25, 50 e 75 kg ha⁻¹),

292 tendo observado que a produtividade de grãos nas duas variedades estudadas foi semelhante à
293 do presente trabalho, alcançando resultado significativos, obtendo um valor de 6.185 e 7.862
294 kg ha⁻¹.

295 O efeito linear das doses de P₂O₅ no teor foliar mostra que as doses aplicadas foram
296 baixas em relação ao potencial de resposta desta cultivar nestas condições de cultivo (Figura
297 5).



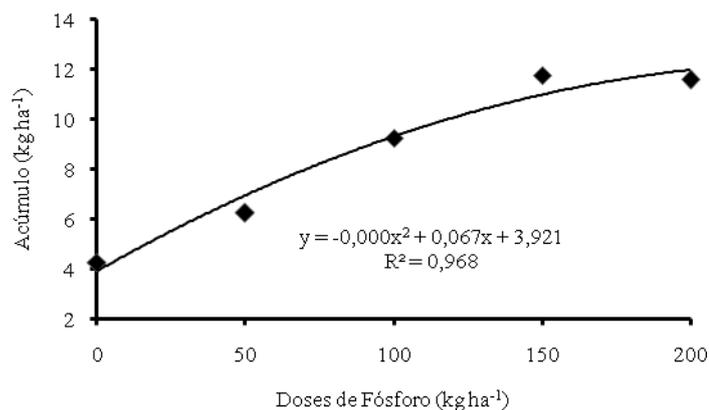
298 **Figura 5.** Teor de fósforo na folha (g kg⁻¹) em função de doses P₂O₅ na cultura do sorgo
299 silagem cultivado em condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.
300

301
302 O teor do fósforo na folha (TF) em função da aplicação de doses de P₂O₅ na cultura do
303 sorgo foi de 1,56 g kg⁻¹ a 2,36 g kg⁻¹. Já Andrade (2019) testou a aplicação de cinco doses de
304 fósforo em um Latossolo Vermelho Distrófico com textura argilosa na cultura do sorgo,
305 obtendo um teor de 4,25 g kg⁻¹ de P₂O₅ com uma dose de 160 kg ha⁻¹.

306 Pode ser observado que no presente trabalho o valor do teor de fósforo alcançado foi
307 inferior ao do autor citado anteriormente, não tendo atingido também nem o valor ideal de
308 teor de fósforo na folha das plantas de sorgo, de 4,4 g ha⁻¹ (RIBEIRO; GUIMARÃES e
309 ALAVEZ, 1999). Este fato talvez esteja ligado à ocorrência de déficit hídrico, fator que pode
310 ter provocado uma baixa absorção das doses de fósforo aplicadas.

311 A adição das doses de P₂O₅ na cultura do sorgo silageiro influenciou de forma
312 quadrática o acúmulo de fósforo (AC). Este resultado mostra que as doses aplicadas atingiu o
313 ponto de máxima em relação ao potencial de resposta desta cultivar nestas condições de
314 cultivo (Figura 6)

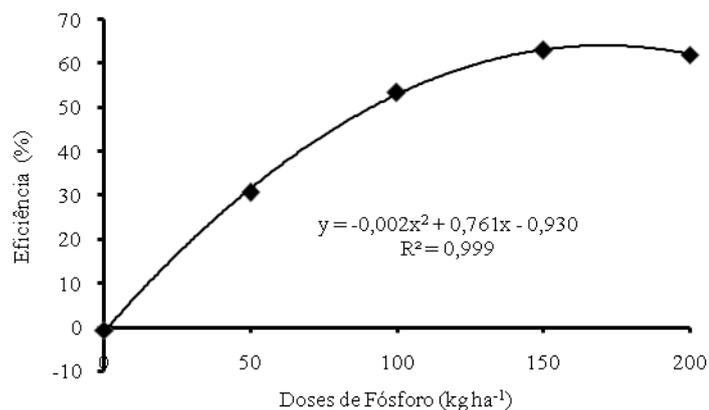
315



316
 317 **Figura 6.** Acúmulo de fósforo na massa seca da parte aérea (kg ha⁻¹) em função da aplicação
 318 de doses de P₂O₅ na cultura do sorgo silagem cultivado em condições de campo no Noroeste
 319 de Minas Gerais.

320
 321 A análise estatística mostrou que o modelo quadrático foi significativo para o acúmulo
 322 de fósforo na massa seca da parte aérea (AC) em função da aplicação de doses de P₂O₅ na
 323 cultura do sorgo. Foi obtido o ponto de máxima na dose de 335 kg ha⁻¹ de P₂O₅, acumulando
 324 11,22 kg ha⁻¹ de fósforo na massa seca da parte aérea. Este resultado difere dos resultados
 325 alcançados por Soares *et al.* (2014) e Han *et al.* (2011). Pois, Soares *et al.* (2014) ao
 326 trabalharem com quatro variedades de híbridos de sorgo sacarino cultivado em Latossolo
 327 Vermelho Amarelo distrófico, textura média e aplicação de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, alcançou um
 328 acúmulo de 29 e 49 kg ha⁻¹ de fósforo. Já Han *et al.* (2011) obteve em seu estudo um acúmulo
 329 de 30 a 58 kg ha⁻¹ de P. Provavelmente a deficiência hídrica apresentada no presente trabalho
 330 dificultou ou inibiu o crescimento da planta produzindo baixa produção de massa seca g
 331 planta⁻¹, associada ao baixo teor do fósforo absorvido, em consequência o acúmulo também
 332 foi baixo.

333 A adição das doses de P₂O₅ na cultura do sorgo silageiro influenciou de forma
 334 quadrática a eficiência no uso do fósforo (EF). Este resultado mostra que as doses aplicadas
 335 atingiu o ponto de máxima em relação ao potencial de resposta desta cultivar nestas condições
 336 de cultivo (Figura 7).



337
 338 **Figura 7.** Eficiência do uso de fósforo (%) em função da aplicação de doses de P₂O₅, na
 339 cultura do sorgo silagem cultivado em condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.

340
 341 A análise estatística mostrou que o modelo quadrático foi significativo para a eficiência
 342 do uso do fósforo (EF) em função da aplicação de doses de P₂O₅ na cultura do sorgo.

343 Lima, Aquino e, Nascimento (2016) cultivaram em vasos sorgo com a utilização de solo
 344 classificado como Cambissolo Háplico Eutrófico, foi avaliado por eles a relação de quatro
 345 fontes de fósforo (ST, FNB, FNT e FNR) e quatro doses de P (0, 100, 200 e 300 mg de P kg⁻¹)
 346 para cada fonte. Eles também obtiveram modelo de regressão para o índice de eficiência
 347 agrônômica dos fosfatos naturais estudados, apresentaram máximas eficiências de 53, 107 e
 348 108%, FNT, FNB e FNR, respectivamente. Já a fonte Superfosfato Triplo foi a fonte de
 349 fósforo significativamente de maior eficiência do fósforo.

350
 351

352 CONCLUSÃO

353
 354 As doses de fósforo apresentaram efeito significativo no sorgo silagem, cultivado na
 355 região Noroeste de Minas Gerais.

356 A PMS e o teor do fósforo apresentaram resultado significativo linear, sendo que uma
 357 maior absorção desse nutriente provocaria aumento da produtividade, portanto a dose
 358 econômica recomendada para o Noroeste de Minas Gerais, nas condições de estudo, é de 50
 359 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

360
 361

362 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

363

364 ANDRADE, M. G. O. **Avaliação de cultivares de sorgo submetidos à aplicação de fósforo**
365 **e ethephon**. 2019. 07, 27 e 28 f. Dissertação (Mestre em Agronomia) Faculdade de
366 Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2019.

367

368 CAPPELLESSO, F. **Produção e qualidade do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) sob**
369 **adubação fosfatada**. 2011. 09 e 13 f. TCC (Graduação em Zootecnia) - Universidade
370 Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos, 2011.

371

372 CARVALHO, F. H. **Aplicações de NPK em sorgo granífero nas condições de cerrado**.
373 2020. 17, 18 e 31 f. Dissertação (Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos) - Instituto Federal de
374 Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, GO, 2020.

375

376 COSTA, S. P. M. et al. **Efeito de diferentes doses de fósforo no desenvolvimento inicial do**
377 **sorgo**. In: FÓRUM DE ENSINO, PESQUISA, EXTENSÃO E GESTÃO, IX, 2015, Montes
378 Claros - MG. Anais, Montes Claros - MG: FEPEG Unimontes, 2015. p. 01-02.

379

380 CRUZ, S. J. et al. Adubação fosfatada para a cultura do sorgo granífero. **Revista Caatinga**,
381 vol. 22, núm. 1, 2009, pp. 91-97.

382

383 FERREIRA, D. F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e**
384 **Agrotecnologia 51** (UFLA), 35:1039-1042.

385

386 FONSECA, V. A. et al. Crescimento de plantas de sorgo em função de adubação fosfatada.
387 **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v.10, n.19; p.
388 2014.

389

390 FORMIGA, M. S. et al. A marcha de absorção de nutrientes (NPK) no sorgo granífero
391 sacarino. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.27, n.1, p.3- 12, 2012.

392

393 HAN, L. P. et al. Accumulation and partitioning of nitrogen, phosphorus and potassium in
394 different varieties of sweet sorghum. **Field Crops Research, Amsterdam**, v. 120, n. 2, p.
395 230- 240, 2011.

396 LIMA, I. M. A.; AQUINO, B. F.; NASCIMENTO, B. L. M. ESTUDO DA EFICIÊNCIA DE
397 DIFERENTES FONTES DE FOSFATO NA CULTURA DO SORGO. **Cultura**
398 **Agrônômica**, Ilha Solteira, v.25, n.1, p.25-38, 2016.
399
400 MAGALHÃES, P. C. et al. Exigências edafoclimáticas e fisiologia da produção. *In*: Borém,
401 A.; Pimentel, L.; Parrella, R. **Sorgo, do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2014. p. 58 - 88.
402 ISBN 978-85-72695084.
403
404 MOURÃO, M. A. A. et al. **Caracterização hidrogeológica do município de Arinos**. Belo
405 Horizonte: CPRM; COMIG, 2001. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil -
406 PLGB.
407
408 OLIVEIRA, J. A. M.; OLIVEIRA, C. M. M. Balanço hídrico climatológico e classificação
409 climática para o município de ARINOS - MG. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**,
410 v.12, nº.6, p. 3021 - 3027, 2018.
411
412 PEREIRA, R. G. et al. Rendimento do sorgo granífero adubado com nitrogênio e fósforo no
413 Cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.3, p. 285-299, 2014.
414
415 RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. R. G. e ALVAREZ, V. H. 1999. **Recomendações para o**
416 **uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Comissão de
417 Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 359p.
418
419 REPKE, A. et al. Influência da Adubação Fosfatada na Produção de Dois Híbridos de
420 **Sorgo Forrageiro Rodrigo**. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, XXIX.,
421 2012, Águas de Lindoia - SP. Anais, Águas de Lindoia - SP, 2012. P. 1367 - 1371.
422
423 RODRIGUES, J. A. S. Cultivo do sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo**, Sistema de Produção, 9ª
424 edição, 2 ISSN 1679-012X, Jul. 2015.
425
426 ROS, C. O. et al. Manejo da adubação fosfatada e potássica no cultivo sucessivo de milho e
427 sorgo para silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.18, n.1, p. 14-29, 2019.

428 SANS, L.M.A.; PELLEGRIN, L.A. 1998. **Método simples para estimar a área foliar da**
429 **cultura do sorgo**. Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 22 f.,1998, Recife. Globalização e
430 segurança alimentar: anais. Recife: ABMS.
431

432 SANTOS, A. S. **Análise morfológica de sorgo silagem submetido a diferentes fontes de**
433 **fósforo em cultivo protegido**. 2019. 07 e 08 f. TCC (Graduação em Engenharia Agrônômica)
434 - Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Fundação Carmelitana Mário Palmério, Monte
435 Carmelo, 2019.
436

437 SOARES, E.R. et al. **Acúmulo de matéria seca e macronutrientes por cultivares de sorgo**
438 **sacarino**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 6, p. 3015-3030, nov./dez. 2014.
439

440 SOUSA, D. M. G. et al. Manejo da Adubação Fosfatada para Culturas Anuais no Cerrado.
441 **Circular Técnica n. 33**, Embrapa, Junho de 2016.

34 The experiment was installed in the 2020/21 crop in the municipality of Arinos - MG, in a
35 Red Latosol. The experimental design was established in randomized blocks, with four
36 replications and five doses of K₂O (0, 75, 150, 225 and 300 kg ha⁻¹). Plant height (AP), stem
37 diameter (DC), leaf area (AF), shoot dry mass productivity (PMS), grain dry mass (MSG),
38 leaf nitrogen content (TN) were evaluated, potassium accumulation in shoot dry mass (AC)
39 and potassium efficiency (EF). The data obtained were submitted to the SISVAR statistical
40 software. And to the results obtained, regression analysis of variance was applied with a
41 significance of P <0.05. The statistical analysis of the data of the variables MSG and TK
42 showed a linear effect and the variables AP, PMS showed a quadratic effect. On the other
43 hand, the variables DC, AF, AC and EF had no significant effect for any of the models tested.
44 It was concluded that the potassium doses significantly influenced the vegetative development
45 and the production of sorghum silage under the study conditions of the experiment. The PMS
46 and the potassium content showed a significant quadratic and linear result, and a greater
47 absorption of this nutrient would cause an increase in productivity. In terms of results, the
48 recommended economic dose for the Northwest of Minas Gerais, under the study conditions,
49 is the dose of 75 kg ha⁻¹ of K₂O.

50

51 **KEYWORDS:** Potassium fertilization. *Sorghum bicolor* (L). Moench. Arinos - MG

52

53

54 **INTRODUÇÃO**

55

56 O sorgo é uma planta que se adapta a variadas condições de fertilidade de solo, por essa
57 razão é cultivada em sistema de produção semiárida ou na safrinha (segunda safra)
58 (FIGUEIREDO, 2016; RIBAS, 2003). Quando ocorre atraso do plantio do milho safrinha na
59 região do Cerrado, geralmente ele é o seu substituto, pois essa cultura é mais tolerante à alta
60 temperatura e ao déficit hídrico (MAGALHÃES et al., 2014)

61 Conforme Rodrigues (2010), a principal utilização do sorgo é na alimentação animal,
62 como alternativa ao milho para a produção de ração e suplementação alimentar animal, em
63 razão da produção de grãos e de matéria seca. A difusão do cultivo do sorgo no Noroeste de
64 Minas Gerais, no município de Arinos, só foi possível pelo fato desta região estar localizada
65 no bioma Cerrado, condição edafoclimática à qual essa cultura se adapta adequadamente,
66 atendendo a demanda local por suplementação alimentar ao gado de corte e leite.

67 Para garantir a expansão da produção de matéria seca e de grãos pela cultura do sorgo, é
68 importante que o produtor esteja atento à adubação, pois a fertilidade do solo acelera o ciclo
69 de produção, o que permite escapar da seca (BRITO, 2016). O potássio é exportado em

70 grande quantidade pelas plantas forrageiras, podendo até chegar a ser o primeiro nutriente
71 mais exportado por elas (OLIVEIRA et al., 2010; SANTOS et al., 2015a).

72 É possível observar a relação do potássio com a cultura do sorgo no trabalho de Pereira
73 et al. (2015), pois houve interação entre doses de K_2O e aos sistemas de manejo do solo para a
74 produção de massa seca do sorgo. Estes autores estudaram o cultivo de três híbridos de sorgo
75 em um Latossolo Amarelo Distrófico, submetidos a quatro doses de K_2O (50, 100, 200 e 300
76 $kg\ ha^{-1}$), objetivando avaliar a rebrota em dois cortes e em dois sistemas de manejo do solo,
77 mediante adubação potássica, com produções máximas de 11 e 10 $Mg\ ha^{-1}$ obtidas nas doses
78 248 e 183 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O no plantio convencional e no plantio direto, respectivamente.

79 Kniphoff (2018), ao avaliar cinco doses de NPK em um híbrido de sorgo para pastejo,
80 utilizou o cloreto de potássio como fonte para o K nas doses 0, 50, 100, 150 e 200 $kg\ ha^{-1}$ de
81 K_2O , sendo cultivado em um Latossolo Vermelho Distrófico. O uso do potássio nessa
82 condição apresentou incrementos significativos e econômicos na cultura do sorgo até a dose
83 de 83 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , com uma produção de massa seca total de 3,4 $Mg\ ha^{-1}$.

84 Galvão et al. (2015) também obtiveram resultados significativos ao cultivar sorgo
85 forrageiro (Qualimax, Volumax e AG 2005-E) em manejo de plantio direto e convencional
86 com aplicação de quatro doses de potássio (50, 100, 200 e 300 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O) em um
87 Latossolo Amarelo da região da Amazônia Oriental, atingindo um rendimento máximo
88 estimado de MSPA de 10,8 $Mg\ ha^{-1}$ para o plantio direto na dose de 152 $kg\ ha^{-1}$ de KCl,
89 enquanto para o plantio convencional, a produção máxima foi de 10,3 $Mg\ ha^{-1}$ na dose de 213
90 $kg\ ha^{-1}$ de KCl.

91 Santos et al. (2015b), ao instalar o experimento de sorgo sacarino pelo período de duas
92 safras, em Latossolo Vermelho Distroférico típico, com aplicação de quatro doses de K_2O
93 (80, 160 e 240 $kg\ ha^{-1}$), obtiveram resultado linear em relação às doses de K aplicadas para a
94 produção de massa seca, que foi de 19,21 $Mg\ ha^{-1}$.

95 Lara et al. (2018), aplicando quatro doses de potássio (50, 100, 150 e 200 $kg\ ha^{-1}$) em
96 cobertura, na cultura do sorgo sacarino cultivado em Latossolo Vermelho Distrófico,
97 obtiveram resposta na adubação potássica, entretanto a adubação nitrogenada interferiu mais
98 nas variáveis analisadas em comparação com este elemento. Já Santos et al. (2014) não
99 obtiveram resultado significativo na produção de massa seca total ao avaliar duas variedades
100 de sorgo biomassa (CMSXS 7020 e CMSXS 652) cultivadas em um Latossolo Vermelho
101 Distroférico típico com aplicação de quatro de K_2O (0, 60, 120 e 180 $kg\ ha^{-1}$) em cobertura,
102 mas expressou a dose de máxima eficiência econômica, que foi de 30 $kg\ ha^{-1}$ para a variedade
103 CMSXS 7020.

104 O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de doses de K₂O no
105 desenvolvimento vegetativo e na produção do sorgo silagem na região de Arinos - MG.

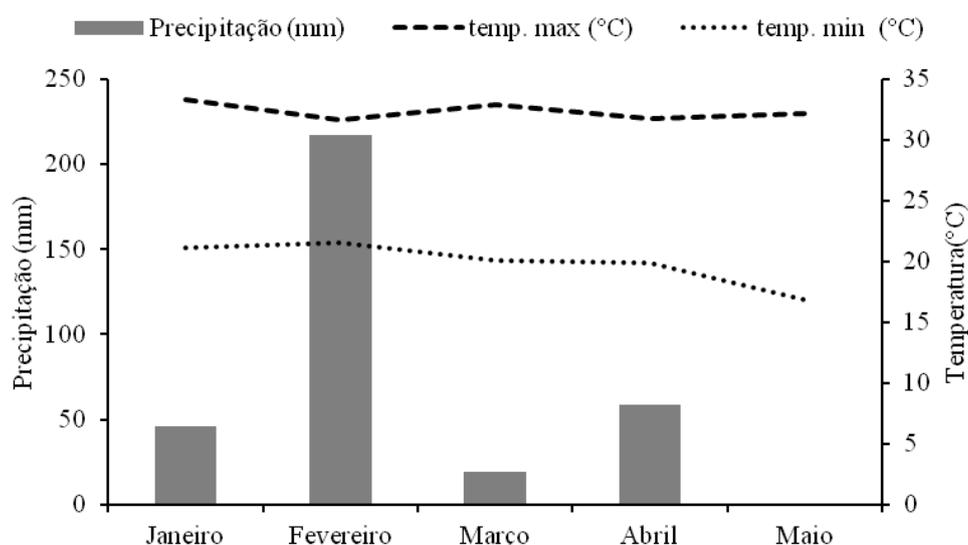
106
107

108 MATERIAL E MÉTODOS

109

110 O trabalho foi conduzido no Portal de Cultura Grande Sertão Veredas (Agência Vale do
111 Rio Urucuia), localizado no município de Arinos - MG, cuja Latitude é 15°54'6.62"S,
112 Longitude 46° 5'54.90"O. O município encontra-se no bioma Cerrado e apresenta altitudes
113 médias que variam entre 400 e 750 m. O clima da região, segundo a classificação de Koppen,
114 é do tipo Aw, caracterizado como tropical chuvoso, com temperatura média anual de 24,8 °C
115 e precipitação anual de 1185,5 mm, tendo uma distribuição irregular ao longo do ano. A
116 região apresenta duas estações bem definidas: uma chuvosa (novembro a março) e uma
117 estação seca (abril a outubro) (MOURÃO et al., 2001; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2018).

118 A Figura 1 mostra os dados climatológicos do período de condução do experimento. .



119

120 **Figura 1.** Dados climatológicos do município de Arinos - MG, safra 2020/21. Coletado no
121 INMET local, 2021.

122

123 O sorgo silagem foi cultivado em um Latossolo Vermelho, preparado de forma
124 convencional, duas gradagens aradoras, uma gradagem niveladora. A Tabela 1 apresenta as
125 características químicas e físicas do solo da área experimental, avaliadas na camada 0-20
126 centímetros.

127 **Tabela 1.** Características químicas e físicas do solo da área experimental avaliadas na camada
 128 0-20 cm, antes da instalação do experimento.

pH	M.O	P me ^h -1	S	Zn	B	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al	H+Al	Areia	Silte	Argila
CaCl ₂	dag kg ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----					-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----g kg ⁻¹ -----		
5,6	2,6	3,05	5,00	0,95	0,13	0,19	3,36	1,11	0,01	3,80	501	151	348

129
 130 Foram avaliadas quatro doses de K₂O e mais um controle, em delineamento de blocos
 131 ao acaso, com quatro repetições, totalizando vinte parcelas experimentais. As parcelas foram
 132 formadas por 3 metros x 3 metros, constituídas por seis linhas espaçadas de 0,50 m e
 133 carreadores de um metro. A área útil das parcelas foi constituída pelas quatro linhas centrais,
 134 desconsiderando 0,50 m em cada extremidade das fileiras. A densidade de semeadura foi de
 135 140.000 mil plantas por hectare (7 plantas por metro linear de sulco).

136 A semeadura do sorgo Nusil 426 foi feita manualmente no dia 23/01/2021 (período de
 137 safrinha da região) e a germinação ocorreu no dia 07/20/2021. A variedade Nusil 426 tem
 138 ciclo médio (105 - 125 dias), porte de 2,80 m, colmo forte, alta produção de grãos e produção
 139 de massa seca de 15 a 22 Mg ha⁻¹, podendo ser cultivada no período da safrinha.

140 As recomendações de calagem e adubação foram feitas com base na interpretação da
 141 análise do solo realizada na área, segundo Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

142 A calagem foi feita pelo método da saturação de bases para elevar a saturação para 60%,
 143 pois ela se encontrava a 54,8%. O calcário foi aplicado na área total a lanço de forma manual
 144 e com incorporação com uma gradagem, no mês de outubro/2020.

145 A adubação de base foi feita com 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando como fonte o
 146 superfosfato tripo (46% de P₂O₅), sendo aplicado todo no dia da semeadura, e com 160 kg ha⁻¹
 147 de N, utilizando ureia como fonte (46% N).

148 Vinte dias após a emergência das plantas, foi aplicada a primeira adubação de cobertura
 149 com 70 kg ha⁻¹ de N a lanço de forma manual. A segunda adubação de cobertura ocorreu
 150 trinta dias após a emergência das plantas, com 70 kg ha⁻¹ de N, a lanço de forma manual.

151 O enxofre (S) e os micronutrientes boro (B) e zinco (Zn) encontravam-se em níveis
 152 baixos no solo. Eles foram corrigidos no dia do plantio, sendo aplicados 30 kg ha⁻¹ de S,
 153 utilizando como fonte o enxofre agrícola 99. Para corrigir o B, foram aplicados 3 kg ha⁻¹,
 154 utilizando como fonte o ácido bórico, a adubação de Zn foi de 2 kg ha⁻¹, utilizando como
 155 fonte o sulfato de zinco. Todos os fertilizantes foram aplicados a lanço de forma manual, sem
 156 incorporação.

157 O experimento foi conduzido em sequeiro e os tratos culturais e fitossanitários
158 necessários foram desbaste de plantas excedentes aos 14 e 21 dias após a emergência (DAE),
159 manualmente com uso de tesoura, controle de plantas daninhas (capina manual) aos 25 e 28
160 DAE, controle de cigarrinha do milho (Beta-ciflutrina + Imidacloprido) ao 22 DAE, lagarta-
161 do-cartucho (Tiametoxam + Lambda-Cialotrina) aos 36 DAE, pulgão (Metomil) aos 64 DAE
162 e o ataque de pássaros nas panículas (foguetes e ensacamento dos cachos) aos 80 DAE.

163 As doses de potássio estudadas foram: 0 (controle, sem aplicação), 75, 150, 225 e 300
164 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando como fonte o cloreto de potássio (60% K₂O). As doses de K₂O
165 foram aplicadas de forma parcelada, 50% da dose no dia do plantio e os outros 50% aos trinta
166 dias após a emergência das plantas.

167 As seguintes características foram avaliadas: Altura de plantas (AP), Diâmetro caulinar
168 (DC), Área foliar (AF), Produtividade de massa seca da parte aérea (PMS), Massa seca de
169 grãos (MSG), Teor do potássio (TK), Acúmulo do potássio na massa seca da parte aérea (AC)
170 e, Eficiência do potássio (EF).

171 As análises da parte vegetativa ocorreram quando as plantas se encontravam no seu
172 estágio fisiológico 5 (emborrachamento, 53 DAE). Já a MSG foi avaliada quando as plantas
173 tinham atingido sua completa maturação fisiológica, ou 90% das plantas se encontravam no
174 estágio de grãos duros, aos 93 DAE.

175 A altura de plantas foi medida com o auxílio de uma trena em três plantas de cada
176 parcela, selecionadas ao acaso, sendo avaliada do colo da planta até a inserção da última
177 folha. O diâmetro do caule foi medido com ajuda de um paquímetro na região do colo da
178 planta (0,05 m) do solo em três plantas da parcela. Para a determinação da área foliar, foram
179 selecionadas três plantas ao acaso e aplicado o método descrito por Sans & Pellegrin (1998),
180 em que se medem o comprimento total e a largura média das folhas (terço médio da planta),
181 sendo AF estimada pela equação $AF = 0,7811x - 14,964$.

182 Para a determinação da PMS, foram coletadas três plantas, sendo equivalente a 0,214 m²
183 no centro de cada parcela. Estas plantas foram cortadas na região do coleto (5 cm do solo),
184 levadas para o laboratório, picadas, armazenadas em saco de papel e levadas para secagem
185 em estufa de circulação forçada de ar, a 65° C por 72 horas. Após este procedimento, as
186 amostras secas foram pesadas em balança de precisão.

187 A massa seca dos grãos foi determinada pela coleta de cinco panículas aleatoriamente
188 no centro de cada parcela. Elas foram debulhadas em laboratório, os grãos foram embalados e
189 levados para secagem em estufa a 65°C, por 72 horas para padronização da umidade, após,
190 foram pesados em balança de precisão.

191 Foram selecionadas ao acaso trinta plantas das extremidades de cada parcela e delas foi
 192 coletado a 4ª folha com a bainha visível a partir do ápice, método descrito por Ribeiro,
 193 Guimarães e Alvarez (1999). As folhas coletadas foram picadas e depositadas em sacos de
 194 papel identificados e enviados para laboratório comercial para a determinação do teor do
 195 potássio na folha.

196 A quantificação de acúmulo do K da massa seca da parte aérea foi realizada com o
 197 auxílio da fórmula: AC do nutriente (kg ha⁻¹) = MS (kg ha⁻¹) x TK teor do nutriente (g kg⁻¹) /
 198 1000 (Perin *et al.*, 2004).

199 Para realização da eficiência do uso do nutriente K foi utilizada a fórmula EF do
 200 nutriente (%) = [AC tratamento (kg ha⁻¹) – AC controle (kg ha⁻¹) / AC tratamento (kg ha⁻¹)] x
 201 100 (Leal *et al.*, 2015). O teor do nutriente utilizado na quantificação do AC foi determinado
 202 através da massa seca da parte aérea de três plantas coletadas ao acaso nas parcelas e
 203 encaminhadas para análise laboratorial.

204 Foi utilizada a análise de variância da regressão com significância de P <0,05 para
 205 avaliar os efeitos das doses de K₂O sobre as variáveis analisadas, e o software estatístico
 206 utilizado foi o SISVAR versão 5.7 (FERREIRA, 2011).

207

208

209 RESULTADOS E DISCUSSÃO

210

211 A Tabela 2 mostra o resumo da análise de variância. As variáveis AP, PMS, MSG e
 212 TK foram influenciadas pelas doses de K₂O. Já as variáveis: diâmetro caulinar (DC), área
 213 foliar (AF), acúmulo de potássio na massa seca da parte aérea (AC) e Eficiência do potássio
 214 (EF), avaliadas nas mesmas condições, não apresentaram efeito significativo.

215

216 **Tabela 2.** Resumo da análise de variância para todas as características avaliadas, para ensaios
 217 conduzidos no Noroeste Mineiro na cultura do sorgo silagem, no ano agrícola 2020/2021.

Parâmetros	Desdobramento		
	QM	Regressão (V%)	CV (%)
AP (m)	0.076313	*Quadrática	12.29
DC (mm)	1.955605	NS	6.53
AF (cm ²)	3136.118943	NS	13.90
PMS (Mg ha ⁻¹)	2.679418	*Quadrática	6.02

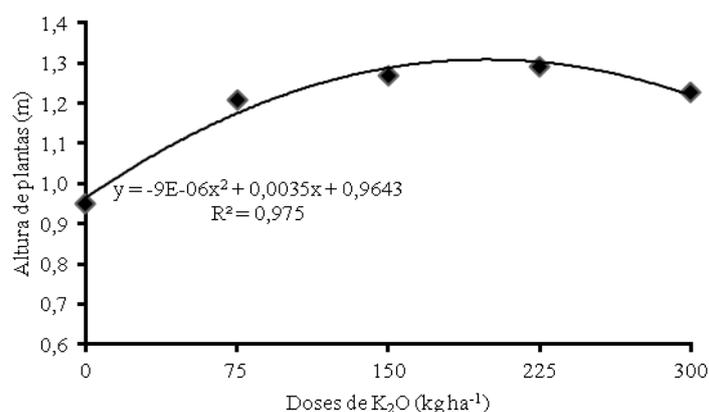
MSG (g planta⁻¹)	2831.804650	*Linear	14.71
TK (g kg⁻¹)	5.587000	*Linear	6.39
AC (Kg ha⁻¹)	2310.915613	NS	36.45
EF (%)	2979.909430	NS	132.74

218 NS: não significativo; *Significativo (P <0,05). AP: altura de planta; DC: diâmetro caulinar;
 219 AF: área foliar; PMS: produtividade de massa seca da parte aérea; MSG: massa seca de grãos;
 220 TK: teor de nutriente; AC: acúmulo do potássio na massa seca da parte aérea (AC) e; EF:
 221 eficiência do potássio.

222

223 A resposta quadrática da altura de planta às doses de K₂O (Tabela 2) mostra que as
 224 doses de K₂O influenciaram significativamente essa característica (Figura 2).

225



226

227 **Figura 2.** Altura de planta (m) em função de doses de K₂O na cultura do sorgo silagem
 228 cultivado em condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.

229

230 Na avaliação do efeito das doses de potássio na altura de planta (AP), a análise
 231 estatística mostrou significância para o modelo quadrático, foi observado o ponto de máxima
 232 na dose de 166,66 kg ha⁻¹ de K₂O, alcançada uma altura de e 1,21 m.

233 Campos et al. (2016) trabalharam com sorgo forrageiro na região mineira, não tendo
 234 sido necessária a correção do solo. Na adubação de plantio, foram aplicados 350 kg ha⁻¹ de
 235 08- 28-16 e quatro doses de potássio em cobertura (50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O). A
 236 altura de planta não apresentou efeito significativo para doses de potássio aplicadas, fator que
 237 pode estar relacionado à falta de um sistema de irrigação.

238 Pereira et al. (2015), com os híbridos de sorgo forrageiros (Volumax) e graníferos (AG
 239 2005-E e Qualimax), cultivados em sistema de plantio convencional e plantio direto em solo

240 classificado como Latossolo Amarelo Distrófico, obtiveram plantas com aumento em sua
241 altura com relação à aplicação das doses de 50, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de K₂O, tendo
242 alcançado valor máximo estimado de 1,87 m na dose 200 kg ha⁻¹ de K₂O.

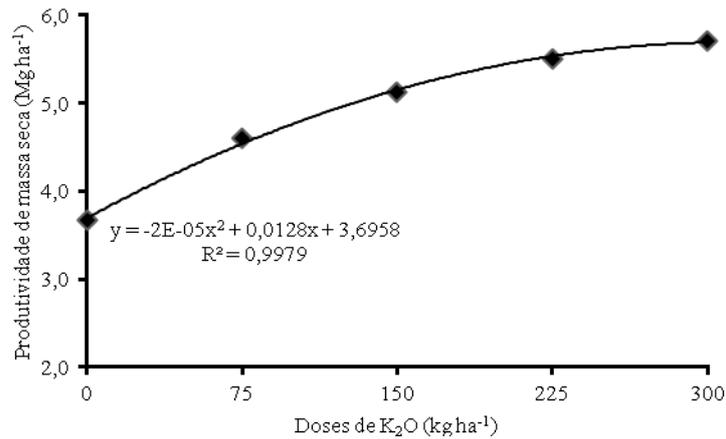
243 Campos et al. (2016) trabalharam com doses de potássio em sorgo para produção de
244 volumoso em uma região do estado de Minas Gerais, não tendo sido atingida altura máxima
245 de planta para a variedade utilizada.

246 O diâmetro caulinar em função da aplicação das doses de K₂O na cultura do sorgo
247 silagem cultivado apresentou média de 12,5 mm a 14,0 mm, com média geral de 13,5 mm, em
248 condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.

249 Cavalcante (2017), em estudo com sorgo biomassa, cultivado em um Latossolo
250 Vermelho, submetido à aplicação de 480 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16 e a duas doses de
251 cobertura de 400 kg ha⁻¹ do formulado 20-00-20, obteve diâmetro caulinar de 21 mm. Já
252 Campos et al. (2016) não obtiveram resultados significativos para o diâmetro caulinar do
253 sorgo sacarino com as doses crescentes de potássio (50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O) em
254 cobertura. O resultado obtido no presente trabalho está de acordo com o resultado alcançado
255 por Campos et al. (2016), mesmo assim, obteve um valor muito menor do que o encontrado
256 por Cavalcante (2017), porém a avaliação do diâmetro caulinar foi realizada em posições
257 diferentes.

258 Os valores da área foliar em função das aplicações das doses de K₂O variaram de 275,8
259 cm² a 331,3 cm², com média geral de 319,06 cm², em condições de campo no Noroeste de
260 Minas Gerais. Carvalho (2020) trabalhou com cultivo do sorgo granífero com aplicação de
261 cinco doses de potássio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, fonte cloreto de potássio). A área
262 foliar alcançada não apresentou diferença significativa, com média de 167,6 cm² a 201,5 cm².

263 A adição das doses de K₂O na cultura do sorgo silagem influenciou de forma quadrática
264 a produtividade de massa seca da parte (PMS). Este resultado mostra que as doses aplicadas
265 atingiram o ponto de máxima em relação ao potencial de resposta do sorgo silagem nas
266 condições de cultivo (Figura 3).



267
 268 **Figura 3.** Produtividade de massa seca (Mg ha⁻¹) em função de doses de K₂O na cultura do
 269 sorgo silagem cultivado em condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.

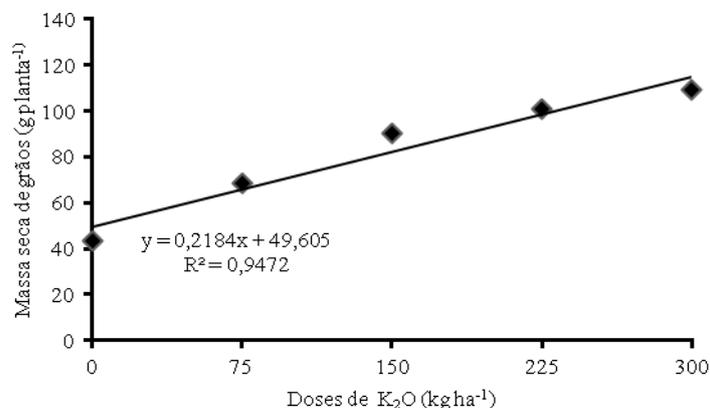
270
 271 A avaliação do efeito das doses de potássio na produtividade de massa seca da parte
 272 aérea mostrou significância para o modelo quadrático, foi observado o ponto de máxima na
 273 dose de 300 kg ha⁻¹ de K₂O e alcançada uma produtividade de massa seca referente a 5,5 Mg
 274 ha⁻¹.

275 Santos et al. (2014), trabalhando com sorgo Biomassa (CMSXS 7020 e CMSXS 652)
 276 em duas safras (2010/11 e 2011,/12) em Latossolo Vermelho Distroférico típicos em Minas
 277 Gerais, em sistema irrigado, fizeram adubação de plantio e aplicaram quatro doses de potássio
 278 (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O, fonte cloreto de potássio) em cobertura. Eles obtiveram um
 279 resultado significativo, com produtividade de massa seca de 12,46 e 12,50 Mg ha⁻¹ CMSXS
 280 7020 e o CMSXS 652, respectivamente, na safra de 2010-2011. Na safra 2011- 2012, essa
 281 produtividade teve aumento de 18,36 e 23,13 Mg ha⁻¹ para a variedade CMSXS 7020 e
 282 CMSXS 652, respectivamente.

283 Castro et al. (2015), ao estudar híbridos de sorgo biomassa na região mineira, com
 284 aplicação de NPK 08:28:16 e de 450 Kg ha⁻¹, obtiveram uma produção média de massa seca
 285 de 34 Mg ha⁻¹. Ao comparar o resultado obtido neste trabalho com o de Castro et al. (2015) e
 286 Santos et al. (2014), nota-se que eles alcançaram produções maiores do que o resultado
 287 encontrado neste trabalho.

288 Ao comparar o resultado do presente trabalho somente com o de Santos et al. (2014),
 289 justifica-se que a baixa produtividade de massa seca na safra 2010-2011 possa estar
 290 relacionada ao baixo estande de plantas (média de sete plantas por metro linear), somada ao
 291 plantio tardio (fevereiro de 2011). O mesmo pode ter ocorrido no presente trabalho, pois o
 292 estande de plantas foi igual, sendo o cultivo em período próximo ao que eles cultivaram.

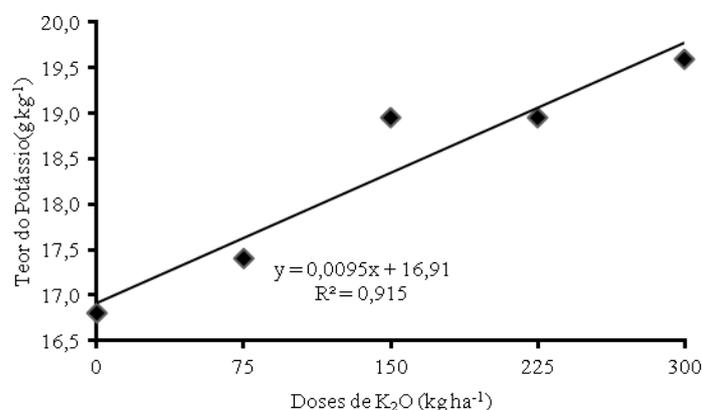
293 Apesar de se tratar do sorgo silagem, a produtividade de grãos foi avaliada por ser uma
294 característica que influencia diretamente na qualidade da silagem produzida. O resultado
295 obtido neste trabalho mostra que as doses aplicadas foram baixas em relação ao potencial de
296 resposta do sorgo silagem nas condições de cultivo (Figura 4).



297
298 **Figura 4.** Massa seca de grãos (g planta⁻¹) em função de doses de K₂O na cultura do sorgo
299 silagem cultivado em condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.

300
301 A massa seca de grãos (MSG) do sorgo expressou seu resultado em modelo linear,
302 tendo variado entre 49,60 e 115,00 g planta⁻¹, representando um ganho de 57% em relação à
303 testemunha. A produção de grãos nesse caso tem relevância por influenciar a qualidade da
304 produção da silagem, em função do seu melhor valor nutritivo, e tem uma participação muito
305 grande na elevação da porcentagem de matéria seca da massa ensilada (BRITO, 2014).

306 A adição das doses de K₂O na cultura do sorgo silagem influenciou de forma linear o
307 teor do potássio na folha (TK). Este resultado mostra que as doses aplicadas foram baixas em
308 relação ao potencial de resposta do sorgo silagem nas condições de cultivo (Figura 5).



309
310 **Figura 5.** Teor do potássio na folha (g kg⁻¹) em função de doses de K₂O na cultura do sorgo
311 silagem cultivado em condições de campo no Noroeste de Minas Gerais.

312 O teor do potássio na folha (TK) do sorgo variou entre 16,91 e 19,61 g kg⁻¹. Este
313 resultado foi maior do que o valor obtido por Bernardes et al. (2019), estudando o sorgo
314 sacarino, com aplicação de cinco doses de potássio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O),
315 empregando como fonte de K o cloreto de potássio em cobertura na pré-semeadura, sendo
316 cultivado em um Latossolo Vermelho Distrófico textura média. Segundo estes autores, os
317 teores de K na folha não foram influenciados pelas doses do nutriente, mas o teor médio desse
318 nutriente nas folhas foi de 13 g kg⁻¹. Sendo assim, o presente trabalho obteve teor de potássio
319 para a testemunha maior do que a média obtida por Bernardes et al. (2019) e alcançou os
320 valores de referência citados por Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999), de 13 a 30 g kg⁻¹ de
321 K.

322 A adição das doses de K₂O na cultura do sorgo silageiro não influenciou de forma
323 significativa ao acúmulo de potássio na massa seca da parte aérea (AC) das plantas de sorgo.

324 O cultivo em duas safras de sorgo por Ros *et al.* (2019) estudando a cultura do milho e
325 do sorgo em sucessão no período da safrinha, em um Latossolo Vermelho, aplicando cinco
326 doses de potássio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O) utilizando cloreto de potássio a lanço,
327 eles obtiveram valores médios de 164,9 e 327,7 kg ha⁻¹ de K₂O exportados. Já Borges *et al.*
328 (2016) alcançou o valor de 301,84 kg ha⁻¹ de K aos 51 DAE, com aplicação de doses de 50
329 kg ha⁻¹ de K₂O, mais três adubações de cobertura de 300 kg ha⁻¹ da formulação 30:0:20. Ao
330 observar os resultados obtidos no presente trabalho, é possível afirmar que o sorgo silageiro
331 extraiu menos potássio do que o sorgo cultivado por Borges *et al.* (2016) e Ros *et al.* (2019).

332 O acúmulo de potássio variou entre 30,24 a 106,86 kg ha⁻¹. E ao comparar esses valores
333 com a capacidade de extração do sorgo, segundo IPNI (2018) que é de 96,5 kg ha⁻¹ de K₂O, é
334 possível observar que no estudo essa capacidade de AC foi crescente conforme foram
335 aumentando as doses de K₂O, alcançando uma média geral inferior ao valor ideal de extração
336 pelo sorgo citado pelo IPNI (2018). Mesmo tendo extraído menos potássio do que os
337 trabalhos citados, no presente trabalho o valor extraído foi compatível à capacidade de
338 produtividade diante a extração do potássio pelo sorgo, alcançando uma produtividade de
339 massa seca de 5,5 Mg ha⁻¹ na dose de 300 kg ha⁻¹ de K₂O, sendo extraído 106,86 kg ha⁻¹,
340 sendo possível visualizar também que uma parte desse nutriente pode ter sido perdido por
341 lixiviação.

342 A adição das doses de K₂O na cultura do sorgo silageiro não influenciou de forma
343 significativa na eficiência do uso do potássio (EF).

344 A eficiência do uso de potássio (EF) no sorgo alcançou uma média geral de 52%. Ao
345 observar o resultado obtido por Carvalho (2020) em seu estudo com o sorgo granífero e uso

346 de cinco doses de K₂O, sendo elas 0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹. Foi alcançada por ele uma
347 eficiência de 48% do uso do potássio na cultura do sorgo na maior dose aplicada, valor menor
348 do que o alcançado na maior dose do presente trabalho. Porém em uma dose superior do que a
349 aplicada por ele.

350 Ainda que o presente trabalho tenha obtido uma EF maior do que a do estudo de
351 Carvalho (2020), ainda assim essa EF ainda foi baixa. Geralmente uma EF baixa dá-se pelo
352 baixo teor de argila e matéria orgânica no solo, observado por Carvalho (2020). Já no estudo
353 pode ter sofrido interferência somente pela época das aplicações do K₂O, período de maior
354 ocorrência da chuva, podendo ter ocorrido lixiviação do nutriente e as doses de K₂O aplicadas
355 não expressaram todo o seu potencial produtivo.

356

357

358 **CONCLUSÃO**

359

360 As doses de potássio apresentaram efeito significativo no sorgo silagem, cultivado na
361 região Noroeste de Minas Gerais.

362 A PMS e o teor do potássio apresentaram resultado significativo quadrático e linear,
363 sendo que uma maior absorção desse nutriente provocaria aumento da produtividade, portanto
364 a dose econômica recomendada para o Noroeste de Minas Gerais, nas condições deste estudo,
365 é de 75 kg ha⁻¹ de K₂O.

366

367

368 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

369

370 BERNARDES, J. V. S. et al. Doses de potássio para o sorgo sacarino destinado à produção
371 de etanol. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 1, p. 23-28, jan./fev. 2019.

372

373 BORGES, I.D. et al. Acúmulo de macronutrientes na cultura do sorgo granífero na safrinha.
374 **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.15, n.2, p. 294-304, 2016.

375

376 BRITO, S. **Primeiras chuvas favorecem o plantio de sorgo para silagem**. Embrapa Milho
377 e Sorgo, outubro de 2014. Disponível em: [https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-](https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/2208983/primeiras-chuvas-favorecem-o-plantio-de-sorgo-para-silagem)

378 [/noticia/2208983/primeiras-chuvas-favorecem-o-plantio-de-sorgo-para-silagem](https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/2208983/primeiras-chuvas-favorecem-o-plantio-de-sorgo-para-silagem). Acessado:

379 Acessado: 01 de novembro de 2021.

380 BRITO, S. **Sorgo é recomendado para a safrinha**. Embrapa Milho e Sorgo, dezembro de
381 2016. Disponível em: [https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-](https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/18856249/sorgo-e-recomendado-para-a-safrinha)
382 [/noticia/18856249/sorgo-e-recomendado-para-a-safrinha](https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/18856249/sorgo-e-recomendado-para-a-safrinha). Acessado: Acessado: 01 de
383 novembro de 2021.

384

385 CAMPOS, W. O. et al. **Desempenho forrageiro do sorgo BRS 509 submetido à adubação**
386 **nitrogenada e potássica em cobertura**. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo - “Milho e
387 Sorgo: inovações mercados e segurança alimentar, XXXI., 2016, Bento Gonçalves – RS.
388 Anais, Bento Gonçalves - RS: Revista ABMS, 2016. P. 454 - 457.

389

390 CASTRO, F. M. R., BRUZI, A. T., NUNES, J. A. R., PARRELLA, R. A. C., LOMBARDI,
391 G. M. R., ALBUQUERQUE, C. J. B., & LOPES, M. Agronomic and energetic potential of
392 biomass sorghum genotypes. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 1862-1873, 2015.

393

394 CARVALHO, F. H. **Aplicações de NPK em sorgo granífero nas condições de cerrado**.
395 2020. 18 e 43 f. Dissertação (Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos) - Instituto Federal de
396 Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, GO, 2020.

397

398 CAVALCANTE, T. J. **Marcha de absorção de macro e micronutrientes nas culturas do**
399 **sorgo sacarino e sorgo biomassa**. 2017. 27, 29 e 46 f. Dissertação (MESTRE EM
400 CIÊNCIAS AGRÁRIAS – AGRONOMIA) - Instituto Federal de Educação, Ciência e
401 Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde - GO, 2017.

402

403 FERREIRA, D.F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e**
404 **Agrotecnologia 51** (UFLA), 35:1039-1042.

405

406 FIGUEIREDO, Y. C. **A fertilidade do solo no Cerrado: os pioneiros da pesquisa e o papel**
407 **da cooperação internacional**. 2016. 10 e 12 f. Monografia (Engenheiro Agrônomo) -
408 Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília - DF,
409 2016.

410

411 GALVÃO, J. R. et al. Adubação potássica em híbridos de sorgo forrageiro cultivados em
412 sistemas de manejo do solo na Amazônia oriental. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p.
413 70 - 79, 2015.

414 KNIPHOFF, C. **Resposta de sorgo forrageiro à adubação sob pastoreio rotatínuo na**
415 **região noroeste - RS.** 2018. 21 e 32 f. Dissertação (Mestrado Profissional em
416 Desenvolvimento Rural) - Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta - RS, 2018.
417

418 LARA, J. P. et al. Desempenho agroindustrial do sorgo sacarino submetido a diferentes doses
419 de nitrogênio e potássio em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.17, n.3, p.
420 474-489, 2018.
421

422 LEAL, A.J.F. et al. Produtividade da Soja de Acordo com Diferentes Doses de Cloreto de
423 Potássio Revestido ou Não com Polímeros. **Global Science and Technology**, v. 8, p. 19-30.
424 2015.
425

426 MAGALHÃES, P. C. et al. Exigências edafoclimáticas e fisiologia da produção. *In:* Borém,
427 A.; Pimentel, L.; Parrella, R. **Sorgo, do plantio à colheita.** Viçosa: UFV, 2014. p. 58 - 88.
428 ISBN 978-85-72695084.
429

430 MOURÃO, M. A. A. et al. **Caracterização hidrogeológica do município de Arinos.** Belo
431 Horizonte: CPRM; COMIG, 2001. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil -
432 PLGB.
433

434 OLIVEIRA, J. A. M.; OLIVEIRA, C. M. M. Balanço hídrico climatológico e classificação
435 climática para o município de ARINOS – MG. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**,
436 v.12, nº.6, p. 3021 – 3027, 2018.
437

438 OLIVEIRA, L. B. et al. Produtividade, composição química e características agronômicas de
439 diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2604-2610, 2010.
440

441 PEREIRA, W. V. S. et al. **Atributos agronômicos do sorgo, em rebrota, cultivado em**
442 **diferentes sistemas de manejo do solo no estado do Pará.** In: Congresso Brasileiro de
443 Ciência do Solo - O solo e suas múltiplas funções, XXXV., 2016, Natal - RN. Anais, Natal -
444 RN:Centro de Convenções, 2015. P. 01- 04.
445

446 PERIN, A. et al. **Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de**
447 **nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado.** Pesquisa Agropecuária
448 Brasileira, Brasília - DF, v. 39, n.1, p. 35- 40. 2004.

449

450 RIBAS, P. M. Importância econômica. In: **Cultivo do sorgo.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e
451 Sorgo. Documento 26, p.65. 2003.

452

453 RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. R. G. e ALVAREZ, V. H. 1999. **Recomendações para o**
454 **uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Comissão de
455 Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 359p.

456

457 RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo.** 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo,
458 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2).

459

460 ROS, C.O. et al. Manejo da adubação fosfatada e potássica no cultivo sucessivo de milho e
461 sorgo para silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.18, n.1, p. 14-29, 2019.

462

463 SANS, L. M. A.; PELLEGRIN, L. A. 1998. **Método simples para estimar a área foliar da**
464 **cultura do sorgo.** Congresso Nacional de Milho e Sorgo. 22 f.,1998,Recife.Globalização e
465 segurança alimentar: anais. Recife:ABMS.

466

467 SANTOS, F. C. et al. Adubação nitrogenada e potássica na nutrição e na extração de
468 macronutrientes pelo sorgo biomassa. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.14, n.1, p. 10-
469 22, 2015a.

470

471 SANTOS, F. C. et al. Adubações nitrogenada e potássica no sorgo biomassa - produtividade e
472 qualidade de fibra. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.1, p. 1-13, 2014.

473

474 SANTOS, F. C. et al. **Resposta do Sorgo Sacarino à Adubação NPK em Latossolo de**
475 **Cerrado da Região Central de Minas Gerais.** Sete Lagoas - MG: Embrapa Milho e Sorgo,
476 2015b. 09 e 17 p.(Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo).