

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

EFEITO DA PROPORÇÃO DE  $K_2SO_4$  E KCL NOS  
COMPONENTES DA PRODUÇÃO DO TOMATEIRO PARA  
PROCESSAMENTO INDUSTRIAL NA REGIÃO DO  
CERRADO

Autora: Camylla Vieira Sousa  
Orientador: Dr. Juscimar da Silva

MORRINHOS - GO  
2023

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

EFEITO DA PROPORÇÃO DE  $K_2SO_4$  E KCL NOS  
COMPONENTES DA PRODUÇÃO DO TOMATEIRO PARA  
PROCESSAMENTO INDUSTRIAL NA REGIÃO DO  
CERRADO

Autora: Camylla Vieira Sousa  
Orientador: Dr. Juscimar da Silva

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, no Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos - Área de Concentração: Olericultura.

MORRINHOS - GO  
2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos**

S725e Sousa, Camylla Vieira.  
Efeito da proporção de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e KCL nos componentes da produção do tomateiro para processamento industrial na região do Cerrado. /Camylla Vieira Sousa. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2023.  
41 f. : il. color.

Orientador: Dr. Juscimar da Silva

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Olericultura, 2023.

1. Solanum lycopersicum. 2. Tomate. 3. Adubo. I. Silva, Juscimar da. II. Instituto Federal Goiano. III. Título.

CDU 635.64

Fonte: Elaborado pela Bibliotecária-documentalista Morgana Guimarães, CRB1/2837

# 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

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

## RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

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

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 inclusos 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.

Local / /  
Data

CAMYLLA VIEIRA SOUSA:75539829115

Assinado de forma digital por CAMYLLA VIEIRA  
SOUSA:75539829115  
Dados: 2023.06.12 10:51:48 -03'00'

Assinatu



Documento assinado digitalmente

JUSCIMAR DA SILVA

Data: 22/06/2023 09:39-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

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 5/2023 - SGPGPI-MO/GPGPI-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

## PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

### ATA Nº 105

## BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos dezesseis dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e três, às 15h:00 min (quinze horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão aberta realizada por videoconferência (<https://meet.google.com/gdz-jhtk-uwg>) para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, intitulada '*RELAÇÃO K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e KCl NOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL*' de autoria de **Camylla Vieira Sousa**, discente do Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A sessão foi aberta pelo (a) presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Juscimar da Silva, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida a autora para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca fez suas arguições, adotando-se 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 Olericultura, e procedidas às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM OLERICULTURA**, na linha de pesquisa em Sistema de Produção em Olerícolas, pelo Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGOL 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 de artigo científico oriundo dessa Dissertação em periódico 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
Prof. Dr. Juscimar da Silva	Embrapa Hortaliças	Presidente

Prof. Dr. Emmerson Rodrigues de Moraes	IF Goiano-Campus Morrinhos	Membro interno
Dr. Vinícius José Ribeiro	Universidade Federal de Viçosa	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- Emmerson Rodrigues de Moraes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 21/03/2023 17:25:18.
- Vinícius José Ribeiro, Vinícius José Ribeiro - 222110 - Agrônomo - Universidade Federal de Viçosa (25944455000196), em 21/03/2023 13:03:09.
- Juscimar da Silva, Juscimar da Silva - Professor Colaborador - Centro Nacional de Pesquisa de Hortalias-Cnph- Embrapa (00348003005503), em 20/03/2023 15:40:34.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 09/02/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 465065  
Código de Autenticação: ad07e06983



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Morrinhos  
Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, None, None, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000  
(64) 3413-7900

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por estar sempre presente em minha vida, ter dado saúde, força para superar as dificuldades e iluminar meus caminhos.

A minha família, pelo amor incondicional, e por ter ensinado da melhor maneira o valor da vida, pelo apoio, estímulo. Juntamente aos meus pais Paulo e Cláudia e irmão Paulo Filho, pelo apoio emocional carinho e incentivo.

Ao meu querido esposo Leandro, por não medir esforços para que eu chegasse nessa etapa, pela paciência e motivação para lutar.

Ao meu pequeno filho Joaquim, que acompanhou a mamãe durante 9 meses desta jornada.

Ao meu orientador Dr. Juscimar da Silva, por ter participado da minha orientação, pela confiança em mim atribuída e por ter me fornecido todos os recursos necessários para execução do trabalho, além de toda paciência durante os imprevistos deste período. Obrigada pela sua contribuição na minha vida acadêmica.

A todos os professores e técnicos administrativos do Instituto Federal Goiano - campus Morrinhos, pelo suporte que me ofereceram. Obrigada a todos que, mesmo não sendo citados contribuíram para a conclusão dessa etapa.

## BIOGRAFIA DA AUTORA

Engenheira Agrônoma, Camylla Vieira Sousa, filha de Paulo Aparecido de Sousa e Cláudia Cristina Vieira de Sousa, nascida em Paranaiguara, Goiás, em 18 de agosto de 1994. Apaixonada pela vida no campo passou no vestibular em 2012 para Agronomia, E, em 2016 obteve o título de Bacharel em Agronomia pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. Em 2020 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Olericultura, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos. Atualmente produtora rural e proprietária da Agro Vieso hortaliças com comércio atuante em 4 municípios; casada, mãe do pequeno Joaquim e sempre buscando novos conhecimentos para melhor forma de adequar ao dia a dia rural.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Taxonomia, origem e características do tomate.....	3
2.2 Cultivo do tomate industrial no Cerrado.....	4
2.3 Fertilizantes à base de sulfato e cloreto de potássio.....	5
2.4 Referências Bibliográficas.....	6
3. CAPÍTULO I.....	8
RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
3.1 INTRODUÇÃO.....	10
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.2.1 Instalação e condução dos ensaios.....	11
3.2.2 Caracteres avaliados.....	14
3.2.3 Análises estatísticas.....	16
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
3.3.1 Dados primeiro ciclo produtivo.....	16
3.3.2. Dados segundo ciclo produtivo.....	23
3.3.3. Análise Fatorial Temporal de decomposição dos blocos.....	26
3.4 CONCLUSÕES.....	29
3.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
ANEXOS.....	33

## RESUMO

SOUSA, CAMYLLA VIEIRA. Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, fevereiro de 2023. **Efeito da proporção de  $K_2SO_4$  e KCl nos componentes da produção do tomateiro para processamento industrial na região do cerrado.** Orientador: Dr. Juscimar da Silva.

O potássio (K) é o nutriente mais acumulado pela cultura do tomateiro. Entre as principais funções na planta está a associação de abertura e fechamento estomático e relação direta com a qualidade do tomateiro. As principais fontes de K utilizadas na adubação do cultivo do tomateiro são o cloreto (KCl) e o sulfato de potássio ( $K_2SO_4$ ). A escolha de uma destas fontes ocorre de forma empírica, muitas das vezes prevalecendo o custo sobre a qualidade dos frutos. A pesquisa realizada investigou a aplicação de diferentes relações de  $K_2SO_4$  e KCl no ganho de rendimento e qualidade do tomateiro para processamento industrial Heinz HZ9553. O experimento foi conduzido em solos de fertilidade construída situação comum nas principais áreas produtivas, em dois ciclos de cultivos, em anos diferentes, respeitando rigorosamente a principal época de plantio da cultura no cerrado brasileiro. O ensaio foi montado em DBC com seis tratamentos e quatro blocos. Os tratamentos constaram de seis relações  $K_2SO_4$ / KCl em diferentes níveis, [0,0:0,0 (T1 - controle); 1,0:0,0 (T2); 0,75:0,25 (T3); 0,50:0,50 (T4); 0,25:0,75 (T5) e 0,0:1,0 (T6)] aplicados na linha de plantio, seguindo recomendação para a cultura. Para todas as relações estudadas, a soma dos níveis de fertilizantes potássicos aplicados forneceu à cultura  $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de  $K_2O$ , valor estimado conforme análise química do solo e demanda nutricional da cultura. Os dados médios obtidos, nos dois anos de cultivo, permitiram concluir que a adubação com 100% de  $K_2SO_4$  apresentou melhores desempenhos dos componentes de produção e qualidade dos frutos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Solanum lycopersicum*, tomate industrial, adubos e adubação, rendimento tecnológico.

## ABSTRACT

SOUSA, CAMYLLA VIEIRA. Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, January 2023. **Effect of K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and KCl proportion on the yield components of industrial processing tomato in the Cerrado region. Advisor: PhD. Juscimar da Silva.**

Potassium (K) is the nutrient that most accumulated by tomato plants. Among its main functions in the plant is its association with stomatal opening and closing, and its direct relation to tomato quality. The main potassium sources used in tomato cultivation are potassium chloride (KCl) and potassium sulfate (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). The choice between these sources is often made empirically, with cost prevailing over fruit quality. The research investigated the application of different K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and KCl ratios on the yield and quality of the industrial processing tomato variety Heinz HZ9553. The experiment was carried out in soils with built fertility, a common situation in the main production areas, over two crop cycles in different years, strictly respecting the main planting season for crop in the Brazilian cerrado. The trial was set up as a randomized complete block design with 6 treatments and 4 blocks. The treatments consisted of six different ratios of K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/KCl: [0.0:0.0 (T1 - control); 1.0:0.0 (T2); 0.75:0.25 (T3); 0.50:0.50 (T4); 0.25:0.75 (T5); and 0.0:1.0 (T6)] applied at the planting line, following recommended practices for crop. For all the ratios studied, the sum of the applied potassium fertilizers provided the crop with 150 kg.ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, a value estimated based on soil chemical analysis and the crop's nutritional demand. The average data obtained over the two years of cultivation allowed us to conclude that fertilization with 100% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> showed better performance in terms of yield components and fruit quality.

**KEYWORDS:** *Solanum lycopersicum*, processing tomato, fertilizers and fertilization, technological performance.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Diante do valor aplicado à horticultura recentemente, as atenções voltadas para a produção das hortaliças consolidam, ganham destaque e exigem cada vez mais uma cadeia produtiva, comprometida em solucionar barreiras relacionadas a estudos mais aprofundados sobre a dinâmica de nutrientes, relação solo-planta, uso eficiente de fertilizantes e manejo de fertirrigação e irrigação (RIBEIRO, 2015).

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das espécies de plantas cultivadas mais importante no mundo. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (2020), a produção mundial de tomate para processamento industrial atingiu cerca de 38 milhões de toneladas. No âmbito nacional, dentre as hortaliças, o tomate industrial destaca-se expressivamente no agronegócio na região do Cerrado brasileiro, especialmente o estado de Goiás que possui área cultivada de aproximadamente 11,4 mil hectares (IBGE, 2022).

As duas principais fontes de adubação potássica utilizadas na agricultura são o cloreto de potássio (KCl) e o sulfato de potássio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Embora o K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tenha custo mais elevado em comparação com o KCl, ele também é eficiente no fornecimento de K, e possui a vantagem adicional de fornecer o nutriente enxofre (S). Ambos desempenham papéis essenciais na produção do tomate industrial. O K é importante para regular a abertura dos estômatos e o equilíbrio osmótico nas células, enquanto o S é necessário para a síntese de proteínas e o desenvolvimento saudável das plantas (MARSCHNER, 2012). Estes nutrientes são cruciais para o crescimento, rendimento e qualidade dos frutos de tomate industrial. O manejo adequado é fundamental para obter resultados ótimos na produção de tomate destinado à indústria.

Os atributos de manejo alteram significativamente a produtividade do tomateiro, e apresenta-se como grande desafio a alta produção de alimentos mais seguros e

sustentabilidade ao meio ambiente. Assim, objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito da relação entre fontes de K ( $K_2SO_4$  e KCl) nos componentes de produção do tomateiro para processamento industrial, cultivados sob pivô central, em solos de fertilidade construída, na região do Cerrado brasileiro.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Taxonomia, origem e características do tomate

O tomate (*Solanum lycopersicon* L.) é uma espécie de origem sul-americana. Sua trajetória em território nacional teve como marco em meados da década de 1940, com o advento do tomate subgrupo Santa Cruz no Estado do Rio de Janeiro (AYENAN *et al.*, 2019). O tomateiro possui grande importância socioeconômica, produzido em escala mundial, sendo responsável por ser fonte de renda para grandes agricultores e agricultores familiares.

O tomateiro é uma planta da classe dicotiledônea, da ordem Tubiflorales, da família Solanaceae, gênero *Solanum*, espécie *lycopersicum*. É uma planta herbácea, anual, embora os tomates sejam cultivados como plantas anuais possuindo raiz pivotante. O caule é redondo, piloso e macio quando jovem, torna-se anguloso e fibroso como o passar do tempo. As folhas são alternadas, com cerca de 11 a 32 cm de comprimento, do tipo composta e inserem-se a partir dos nós. A floração e a frutificação ocorrem juntamente com o crescimento vegetativo (FILGUEIRA, 2008).

O tomateiro possui sistema radicular com raízes axiais vigorosas concentradas nos primeiros 50 cm da superfície do solo. A raiz principal produz raízes laterais e adventícias densas podendo atingir 1,5m de profundidade. Quando ocorre o transplântio de mudas pode haver fator limitante, e as mudas produzidas em bandejas desenvolvem raízes mais superficiais e ramificadas, podendo se desenvolver até um raio de 1,5 m e alcançando a profundidade de 0,50 m (CASALS *et al.*, 2019).

## 2.2 Cultivo do tomate industrial no Cerrado

O cultivo do tomate industrial iniciou no Brasil no século XX no município de Pesqueiras-PE, logo depois o hábito migrou para o Estado de São Paulo na década de 1930 e, em seguida, para o Vale do São Francisco (Pernambuco e Bahia) (FAISAL *et al.*, 2019).

O cultivo do tomate no Brasil ocupa a área de 52,2 mil hectares. O estado de Goiás é o maior produtor nacional de tomate e o estado com o maior índice de produtividade, uma vez que reúne melhores condições climáticas e topográficas para o cultivo do fruto (SILVA JUNIOR *et al.*, 2015; IBGE, 2022). O cultivo do tomate industrial destaca-se na região Centro-oeste e Sudeste do país, elevando o nível de produtividade com aproximadamente 60% da produção nacional, com os Estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais, respectivamente (IBGE, 2022).

Esse sucesso de produção da região está relacionado a práticas de manejo mais assertivas aumentando a eficiência da produção, além disso o tomate industrial produzido em Goiás tem importância significativa nas propriedades pela remuneração que a cultura traz, que é superior a outras culturas que são produzidas de maneira intercalada ao tomate industrial (CARVALHO & CAMPOS, 2009).

A cadeia agroindustrial do tomate posiciona-se entre as mais importantes no contexto do agronegócio. À montante do setor produtivo, a cultura do tomate para processamento industrial movimenta as indústrias paralelas de insumos, embalagens, máquinas agrícolas e equipamentos de irrigação (CLEMENTE & BOITEUX, 2012). Como matéria-prima para as indústrias processadoras de derivados, o tomate para processamento representa a atividade principal geradora de renda para muitos produtores, tornando-se significativa fonte de renda regional (MELO & VILELA, 2004).

A cadeia agroindustrial do tomate classifica-se como dinâmica, eficiente e competitiva, e apesar da eficiência produtiva na região e de alguns produtores isoladamente podem estar associados a práticas de manejo de fertilidade do solo e do fornecimento de água de forma mais assertiva, ainda há necessidade de avanços do conhecimento por meio de pesquisas para o aumento da eficiência produtiva da região (MARSCHNER, 2012).

## 2.3 Fertilizantes à base de sulfato e cloreto de potássio

A utilização de fontes diferentes de potássio (K), seja mineral ( $K_2SO_4$ ) ou conjugada a outras substâncias orgânicas (aminoácidos) tem sido estudadas em diferentes plantas cultivadas (NIU *et al.*, 2020). O K não faz parte de nenhum composto orgânico, não desempenhando função estrutural na planta, fazendo que seja facilmente liberado (NOVAIS *et al.*, 2007). No entanto, está envolvido em atividades como abertura e fechamento de estômatos, transporte de carboidratos e outros compostos, produção de clorofila, sínteses e regulação do balanço hídrico, ativador de sistemas enzimáticos e estão envolvidas na fotossíntese e na respiração (MARSCHNER, 2012).

Dentre os nutrientes requeridos pelo tomateiro, o K tem demandado atenção especial uma vez que seus teores nos solos têm atingido valores muito elevados, por conta das formas em que são conduzidas aplicações e adubações de baixa eficiência que resultam em problemas das plantas em utilizar este nutriente (NIU *et al.*, 2020).

O íon  $K^+$  presente na solução do solo é a forma como as plantas absorvem esse nutriente. Outro ponto importante associado à adubação com K é a fonte utilizada. O cloreto de potássio (KCl) e os adubos formulados (NPK) são as fontes mais comuns do elemento. O KCl é o fertilizante que apresenta a mais alta concentração de K (60 a 62% de  $K_2O$ ), tornando seu preço mais competitivo em relação a outras fontes (NOVAIS *et al.*, 2007). Entretanto, contém o íon cloro ( $Cl^-$ ) como componente, e seu uso em excesso pode apresentar alguns potenciais malefícios para as plantas e o solo.

Ainda que apresente custo mais elevado que o KCl, o sulfato de potássio ( $K_2SO_4$ ) também é eficiente no fornecimento de K, com a vantagem de fornecer o nutriente enxofre (S) (SANTOS & RABELO, 2008). O  $K_2SO_4$  contém cerca de 50% de  $K_2O$  e 18% de S. Por causa da baixa concentração de cloretos nesse fertilizante é geralmente utilizado em cultivos sensíveis a altas concentrações de íons, quando se necessita de incremento de S como nutriente (NASCIMENTO & LOUREIRO, 2004). Portanto, ao considerar os efeitos do Cl e do S no cultivo de tomate industrial, é importante equilibrar a necessidade de K com os possíveis efeitos negativos do Cl em excesso, além de considerar os benefícios adicionais do S fornecido pelo  $K_2SO_4$ .

Trabalhos conduzidos por Felix *et al.* (2017), com a cultura do morangueiro, demonstraram que o uso de fonte de K associada a  $K_2SO_4$  aumentou a produtividade e qualidade de frutos quando comparada ao uso do KCl. Quadros *et al.* (2009) concluíram

que a composição química de batatas para processamento é dependente do cultivar e da adubação potássica (dose e fonte) empregada. Feltrin *et al.* (2005) reportaram influência da fonte de K na produtividade do tomateiro para mesa, de forma significativa para a cultivar Densus.

## 2.4 Referências Bibliográficas

AYENAN, M. A. T.; DANQUAH, A.; HANSON, P.; AMPOMAH-DWAMENA, C.; SODEDJI, F. A. K.; ASANTE, I. K.; DANQUAH, E. Y. Accelerating Breeding for Heat Tolerance in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.): An Integrated Approach. **Agronomy**, v. 9, n. 720, p. 1-23, 2019.

CARVALHO, C. R. R.; CAMPOS, F. R. Análise dos aspectos econômicos e ambientais da cadeia agroindustrial do tomate no estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 29, p.163-168, 2009.

CASALS, J.; RIVERA, A.; SABATÉ, J.; CASTILLO, R. R.; SIMÓ, J. Cherry and fresh market tomatoes: Differences in chemical, morphological, and sensory traits and their implications for consumer acceptance. **Agronomy**, v. 9, n. 9, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/agronomy9010009>>. Acesso em: 13 nov. 2022.

CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Ed.). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 344 p.

FAISAL, M.; ABDEL-SALAM, E. M.; ALATAR, A. A.; SAQUIB, Q.; ALWATHNANI, H. A.; CANTO, T. Genetic transformation and sirna-mediated gene silencing for aphid resistance in tomato. **Agronomy**, v. 9, n. 893, p 1-13, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/agronomy9120893>>. Acesso em: 12 set. 2022.

FAO. **World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2020**. Rome. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 04 set. 2022.

FELIX, A. C. A.; LIMA, C. E. P.; BRAGA, M. B.; GUEDES, I. M. R.; SILVA, J. **Efeito de diferentes proporções de sulfato/cloreto de potássio no potencial produtivo do morangueiro produzido no Distrito Federal**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2017. 18 p.

FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.; FURLANI, P. R.; LIMONTA, C. R. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de tomateiro fertirrigado com cloreto e sulfato de potássio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, n. 1, p. 17-24, 2005.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 421 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. IBGE, 2022. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa> >. Acesso em: 02/05/2023.

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. Ed. Cambridge: Academic Press, 2012. 649 p.

MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. Desempenho da cadeia agroindustrial brasileira do tomate na década de 90. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 154-160, 2004.

NASCIMENTO, M.; LOUREIRO, E. F. L. **Fertilizantes e sustentabilidade**: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2004

NIU, J.; LIU, C.; HUANG, M.; LIU, K.; YAN, D. Effects of foliar fertilization: A review of current status and future perspectives. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, p. 1-15, 2020.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 471-537.

QUADROS, D. A.; IUNG, M. C.; FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S. Composição química de tubérculos de batata para processamento, cultivados sob diferentes doses e fontes de potássio. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 316-323, 2009.

RIBEIRO, K. In natura ou processado? Líder em tomate industrial e significativo em tomate mesa. Goiás encara altos custos de produção. IN: Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás, (FAEG). **Revista Campo**. Ano XVI, n. 239 ,2015.

SANTOS, A. B.; RABELO, R. R. (Ed.). **Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Estado do Tocantins**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 103 p.

SILVA JUNIOR, A. R.; RIBEIRO, W. M.; NASCIMENTO, A. R.; SOUZA, C. B. Cultivo do tomate industrial no estado de Goiás: evolução das áreas de plantio e produção. **Conjuntura Econômica Goiana**, v. 34, p. 97-109, 2015.

### 3. CAPÍTULO I

#### RESUMO

SOUSA, CAMYLLA VIEIRA. Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, fevereiro de 2023. **Efeito da proporção de  $K_2SO_4$  e KCL nos componentes da produção do tomateiro para processamento industrial na região do cerrado.** Orientador: Dr. Juscimar da Silva.

Uma das razões para o sucesso da produção de tomate na região do Cerrado brasileiro é a evolução nas práticas de manejo, que tem aumentado a eficiência da produção. A adubação com potássio (K) desempenha papel importante na cultura do tomateiro, contribui significativamente para a produção e qualidade dos frutos. Nesse sentido, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes fontes de fertilizantes potássicos, aplicados em diferentes proporções, nos componentes de produção do tomateiro destinado ao processamento industrial. O experimento foi realizado em solos de fertilidade construída, utilizando sistema de irrigação por pivô central e foi conduzido ao longo de dois ciclos de cultivo. O delineamento experimental adotado foi DBC, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em seis relações de  $K_2SO_4/KCl$ , em diferentes níveis [0,0:0,0 (T1 - controle); 1,0:0,0 (T2); 0,75:0,25 (T3); 0,50:0,50 (T4); 0,25:0,75 (T5) e 0,0:1,0 (T6)], aplicados na linha de plantio, de acordo com as recomendações para a cultura. A quantidade total de fertilizantes potássicos aplicados em todas as relações estudadas foi de  $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de  $K_2O$ , valor estimado com base na análise química do solo e nas necessidades nutricionais da cultura. Foram avaliados diversos parâmetros, incluindo produtividade, rendimento de polpa, teores de sólidos totais, pH da polpa e coloração dos frutos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, as médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste F e do teste de Fisher. Além disso, foi realizada uma análise fatorial temporal de decomposição dos blocos. Os resultados indicaram que a adubação potássica com 100% de  $K_2SO_4$  apresentou melhores desempenhos nos componentes de produção e qualidade dos frutos.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum* L., tomate de indústria, rendimento de polpa, qualidade dos frutos, potássio.

## ABSTRACT

SOUSA, CAMYLLA VIEIRA. Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, January 2023. **Effect of K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and KCl proportion on the yield components of industrial processing tomato in the Cerrado region.** Advisor: PhD. Juscimar da Silva.

One of the reasons for the success of tomato production in the Brazilian Cerrado region is the evolution in management practices, which has increased production efficiency. Potassium (K) fertilization plays an important role in tomato cultivation as it significantly contributes to fruit production and quality. In this study, the objective was to evaluate the effect of different sources of potassium fertilizers, applied in different proportions, on the production components of tomatoes destined for industrial processing. The experiment was carried out in soils with constructed fertility, using a central pivot irrigation system, over two growing cycles. The experimental design adopted was a randomized complete block design (RCBD) with 6 treatments and 4 replications. The treatments consisted of six K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/KCl ratios at different levels [0.0:0.0 (T1 - control); 1.0:0.0 (T2); 0.75:0.25 (T3); 0.50:0.50 (T4); 0.25:0.75 (T5); and 0.0:1.0 (T6)], applied at the planting line according to the crop recommendations. The total amount of potassium fertilizers applied in all studied ratios was 150 kg.ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, estimated based on soil chemical analysis and nutritional requirements of the crop. Various parameters were evaluated, including productivity, pulp yield, total solids content, pulp pH, and fruit color. The data obtained were subjected to analysis of variance, and when significant, the treatment means were compared using the F-test and Fisher's LSD test. Additionally, a temporal factorial decomposition analysis of the blocks was performed. The results indicated that potassium fertilization with 100% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> showed better performances in the production components and fruit quality.

KEYWORDS: *Solanum lycopersicum*, industry tomato, pulp yield, fruit quality, potassium.

### 3.1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicon* L.) é considerado uma das espécies de vegetais mais populares em todo o mundo. A produção global de tomate para processamento atingiu aproximadamente 38 milhões de toneladas em 2020 (FAO, 2020). No Brasil, o tomate é uma cultura de destaque, e o estado de Goiás é um dos principais produtores alcançando a produção de 1,1 milhão de toneladas em uma área de cultivo de 11,4 mil hectares. Com a produtividade média de 96 mil kg.ha<sup>-1</sup>, é o principal produtor nacional de tomate destinado ao processamento industrial (IBGE, 2022).

Para aumentar a produtividade do tomateiro, é essencial realizar a adubação de forma adequada, garantindo resultados satisfatórios. Entre os nutrientes necessários para o tomateiro, o potássio (K) desempenha papel crucial (CLEMENTE & BOITEUX, 2012). Na planta, o K tem inúmeras funções, entre elas destaca-se a ativação de sistemas enzimáticos e síntese de proteínas e de adenosina trifosfato (ATP) e está envolvido em funções fisiológicas, como transporte no floema e crescimento celular. Os principais efeitos desse nutriente na planta estão relacionados com a permeabilidade das membranas das células vegetais e abertura e fechamento dos estômatos. Quando existe falta de K, os estômatos não se abrem regularmente, ocasionando menor entrada de gás carbônico e, portanto, menor intensidade fotossintética (MALAVOLTA, 2006; TAIZ & ZEIGER, 2017).

As fontes de adubação potássica mais comumente utilizadas são o cloreto de potássio (KCl) e o sulfato de potássio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (REETZ, 2017). Essas fontes podem gerar respostas distintas no crescimento e na produção das culturas pelos íons acompanhantes. O KCl tem cerca de 60% de K<sub>2</sub>O, e apresenta alta disponibilização para as plantas. Entretanto, contém o íon cloro (Cl<sup>-</sup>) como um componente, e seu uso em excesso pode apresentar alguns potenciais malefícios para as plantas e o solo. Além disso, a aplicação excessiva de KCl pode resultar em desequilíbrios nutricionais e afetar a absorção de outros nutrientes, como o cálcio (Ca) e o magnésio (Mg).

Já o K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tem 48 a 53% de K<sub>2</sub>O, e 17 a 18% de enxofre (S). O K do K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> funciona de modo semelhante ao KCl, e é também fonte importante de S e o solo é deficiente nesse nutriente (SANTOS & RABELO, 2008; REETZ, 2017). É importante ressaltar que a relação de custo-benefício entre o KCl e o K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> deve ser considerada

pelos agricultores ao escolherem a fonte de adubação potássica. Embora o  $K_2SO_4$  possa fornecer enxofre (S) adicional, que é benéfico para certos solos e culturas, o KCl ainda é amplamente utilizado por seu custo mais baixo (MARSCHNER, 2012). A escolha da fonte de potássio dependerá das características do solo, das necessidades específicas da cultura e da disponibilidade de recursos financeiros.

Sendo assim, a pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes fontes de fertilizantes potássicos ( $K_2SO_4$  e KCl) nos componentes de produção do tomateiro para processamento industrial, cultivados sob pivô central, em solos de fertilidade construída, na região do Cerrado brasileiro.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 Instalação e condução dos ensaios

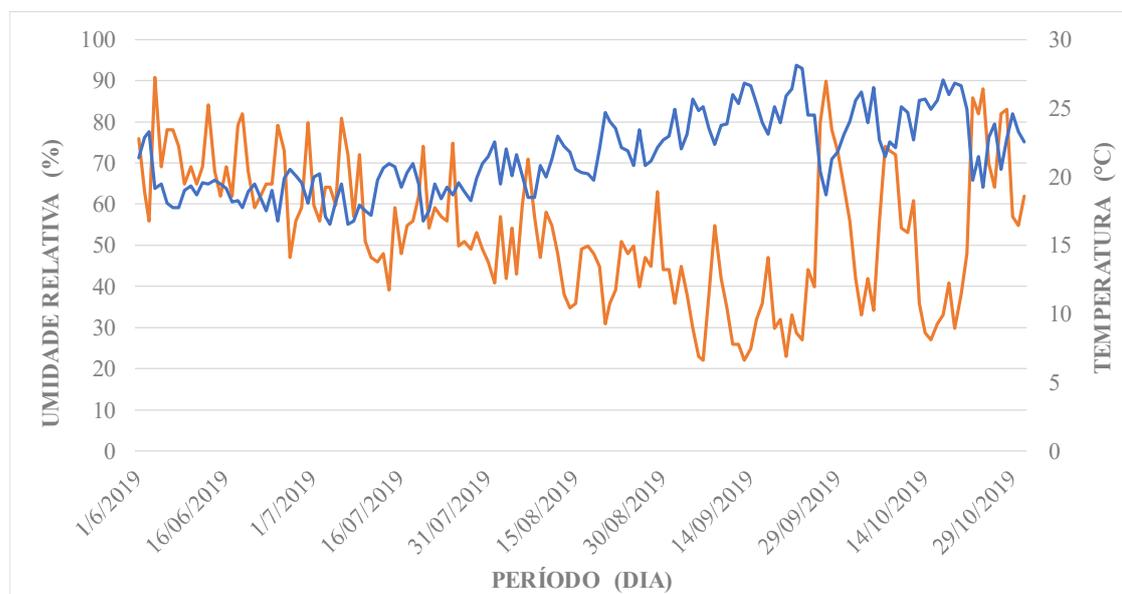
A pesquisa foi conduzida na área experimental da Embrapa Hortaliças-DF, localizada entre a latitude  $15^{\circ} 56' S$  e longitude  $48^{\circ} 08' O$  e altitude de 997,6 m. O clima dessa região é classificado como Aw (verão úmido com inverno seco), de acordo com a classificação de Köppen-Geiger (1928). O solo é classificado como como Latossolo vermelho distrófico, textura média. A análise química dos solos está presente na Tabela 1. As condições médias de temperatura e umidade relativa ocorridas durante os períodos de cultivo estão presentes nas Figuras 1 e 2. A precipitação acumulada média entre os anos de 2019 e 2020, nas épocas de condução dos ensaios foi de 145 mm.

**Tabela 1.** Análise química do solo nos diferentes quadrantes (Q) cultivados na área do pivô central.

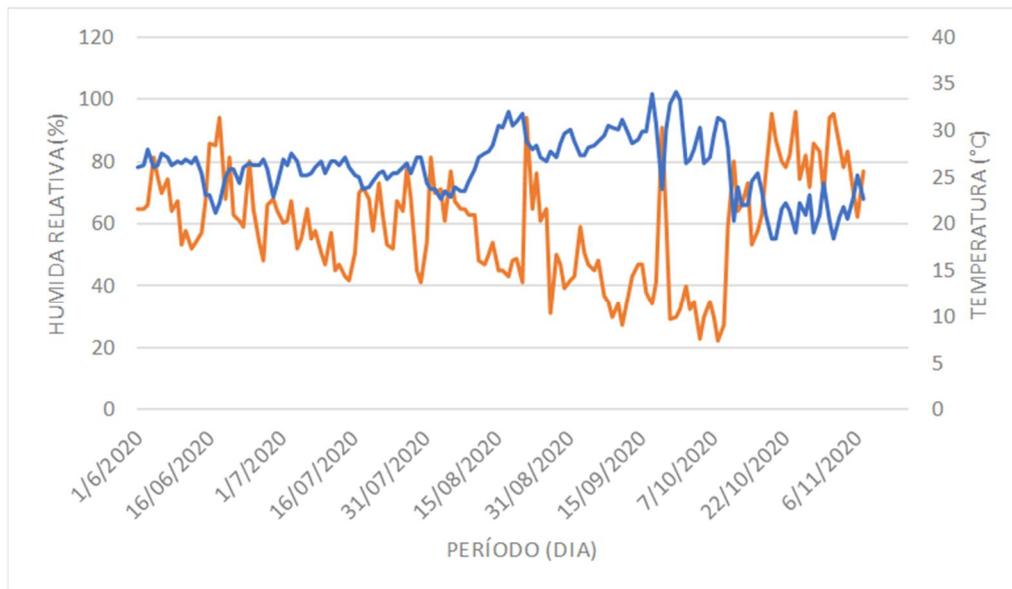
Variável	(continua)	
	Q <sub>1</sub> 2019	Q <sub>2</sub> 2020
pH	5,9	6,4
P ( $mg\ dm^{-3}$ )	29,2	34
K ( $mg\ dm^{-3}$ )	119,0	90
Na ( $mg\ dm^{-3}$ )	34,0	25
S- $SO_4^{2-}$ ( $mg\ dm^{-3}$ )	5,8	6,2

**Tabela 1.** Análise química do solo nos diferentes quadrantes (Q) cultivados na área do pivô central.

Variável	(conclusão)	
	Q1	Q2
	2019	2020
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,1	3,3
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,1	1,1
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,05	0,0
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,0	3,8
MO (g/kg)	37,8	35
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,5	4,6
t (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,7	4,6
T (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	8,5	8,4
V (%)	53,0	54,9
B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,1	0,06
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	1,5	1,1
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	33,0	12
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	71,0	65
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	12,0	8



**Figura 1.** Variação da temperatura (°C, linha azul) e da Umidade Relativa (%), linha laranja) durante o período de cultivo do tomateiro Heinz® (H9553). Valores médios diários. Embrapa Hortaliças, 2019. Fonte: INMET (2019).



**Figura 2.** Variação da temperatura (°C) e da Umidade Relativa (%) durante o período de cultivo do tomateiro Heinz® (HZ9553). Valores médios diários. Embrapa Hortaliças, 2020. Fonte: INMET (2020).

Os cultivos ocorreram nos anos de 2019 e 2020, entre os meses de junho a novembro. Os solos foram previamente preparados por meio de uma subsolagem com duas passagens do implemento enxada rotativa. Foi adotado um programa semanal de controle preventivo de pragas. O monitoramento das pragas foi realizado por meio da instalação de armadilhas amarelas e azuis entre as parcelas. Para o controle de ervas daninhas foi utilizado o herbicida Sencor 480® (Metribuzim).

As mudas foram obtidas de viveiro comercial especializado localizado no município de Morrinhos – GO. As adubações de base e cobertura foram realizadas de acordo com cada ensaio e as irrigações periódicas por meio de pivô central com lâmina d'água, no pico de produção, atingindo 9,0 mm.

O tempo de irrigação (TI) foi estimado com base no coeficiente de cultura (Kc) e na evapotranspiração (ETo). Os valores de Kc variaram conforme as fases de desenvolvimento do tomateiro. Os valores de Kc utilizados foram 0,55, 0,75, 0,95 e 0,60 nos estádios inicial, vegetativo, floração e maturação, respectivamente. Para calcular a ETo foram utilizadas informações de temperatura e umidade relativa obtidas da estação meteorológica automática modelo MetPRO da Campbell Scientific, da Embrapa Hortaliças. A fórmula utilizada foi a de Ivanov ajustada para a região do DF por (SILVA, 2021).

$$ETo = 0,006 * (18+T)^2 * \left(1 - \left(\frac{UR}{100}\right)\right)$$

Em que:

“T” é temperatura média diária em °C;

“UR” é Umidade Relativa média do ar, em % dia.

Os demais tratamentos culturais foram realizados seguindo as mesmas recomendações utilizadas em lavouras comerciais de tomate para processamento industrial, cultivados na região do Cerrado brasileiro.

### 3.2.2 Caracteres avaliados

Este experimento foi conduzido em duas épocas/ciclos de cultivo, sendo uma no ano de 2019 e a outra em 2020, utilizando a área do pivô central da Embrapa Hortaliças. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições, perfazendo o total de 24 parcelas. Os tratamentos constaram de seis relações sulfato/cloreto, em diferentes níveis, [0,0:0,0 (T1 - controle); 1,0:0,0 (T2); 0,75:0,25 (T3); 0,50:0,50 (T4); 0,25:0,75 (T5) e 0,0:1,0 (T6)], aplicados na forma de sais de potássio a saber: sulfato de potássio [Krista™ SOP ( $K_2SO_4$ )] e cloreto de potássio [Krista™ MOP (KCl)], aplicados na linha de transplante, seguindo recomendação para a cultura. Para todas as relações estudadas, a soma dos níveis de fertilizantes potássicos aplicados forneceu à cultura  $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de  $K_2O$ , valor estimado conforme análise química do solo e demanda nutricional da cultura (RIBEIRO *et al.*, 1999).

Não foi necessário aplicar calcário uma vez que os valores de pH e  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  estavam de acordo com o recomendado para a cultura. Considerando os valores da análise química do solo, nos diferentes períodos de cultivo, para a adubação de base foram aplicados  $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de N,  $450 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$  e  $3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de B e Zn. As adubações de cobertura ocorreram por três vezes durante o ciclo de cultivo e foram aplicados  $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de N (na forma combinada de ureia, nitrato de cálcio e nitrato de magnésio) e  $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de  $K_2O$ , no último caso seguindo as relações dos tratamentos.

As parcelas experimentais foram constituídas de fileiras duplas ( $1,2 \times 0,60 \text{ m}$ ), contendo 24 plantas de tomate Heinz HZ 9553. Para efeito de coleta dos dados, em cada parcela, as plantas das extremidades compuseram as bordaduras e as centrais as “plantas/parcelas úteis”. O transplante ocorreu diretamente no solo, obedecendo a configuração dos tratamentos e seguiram as recomendações agrônomicas, espaçamento e tratamentos culturais, utilizados nos campos de produção comercial (Anexos 1 e 2).

As medições de trocas gasosas foram realizadas com o equipamento IRGA (LI-6400XT; LI-COR Inc., Lincoln, NE, EUA) equipado com fluorômetro modulado (LCF-40 LI-COR Inc.), sob saturação de radiação fotossinteticamente ativa de  $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , fluxo de  $\text{CO}_2$  e de ar equivalentes a  $400 \mu\text{mol s}^{-1}$  e  $300 \mu\text{mol s}^{-1}$ , respectivamente (Anexo 3a). A partir desses dados foram determinadas a taxa fotossintética, transpiração, condutância estomática e eficiência de uso da água. A seleção das folhas foi realizada conforme Silva *et al.* (2017) utilizando a terceira folha do terceiro ramo foliar (Anexo 3b). As leituras foram realizadas aos 34 dias após o transplântio, entre 8h e 10h da manhã.

A colheita dos experimentos ocorreu aos 110 dias após o transplântio das mudas, quando mais de 80% dos frutos (percepção visual) apresentavam-se maduros (Anexo 4). Depois de colhidos foram quantificados o número de frutos maduros e verdes, sendo pesados em seguida. Com esses dados foram estimadas a produtividade (PROD) para cada tratamento.

Para a determinação das variáveis tecnológicas, 10 frutos de cada parcela foram amostrados, lavados e secos com papel toalha. Logo depois, os frutos foram triturados e para cada repetição foi retirada uma alíquota de 100mL, para determinar os rendimentos de polpa (POLPA) e teor de sólidos solúveis (TSS) por meio das equações: a)  $\text{POLPA} = [\text{PROD} \times 0,95 \times \text{Brix}]/28$ , em que  $\text{POLPA} = \text{Rendimento de polpa (t.ha}^{-1}\text{)}$ ;  $\text{PROD} = \text{produtividade determinada em campo (t.ha}^{-1}\text{)}$ ; e  $\text{Brix} = \text{Grau Brix, determinado em laboratório}$ ; e b)  $\text{TSS} = [\text{PROD} \times \text{Brix}]/100$ ; sendo  $\text{TSS} = \text{Teor de Sólidos Solúveis}$ ;  $\text{PROD} = \text{produtividade determinada em campo (t.ha}^{-1}\text{)}$ ; e  $\text{Brix} = \text{Grau Brix, determinado em laboratório}$ .

Foram determinados também o pH da polpa e a cor dos frutos, no segundo caso utilizando um colorímetro digital portátil, com resultado expresso pela escala  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Calculou-se o croma [ $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$ ]; e o ângulo hue [ $h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ ] para cor (Bertolini, 2010; Neiro *et al.*, 2013). O espaço cromático  $L^*a^*b^*$  consiste em três coordenadas cartesianas: a luminosidade ( $L^*$ ), a tonalidade esverdeada-avermelhada ( $a^*$ ) e a tonalidade azulada-amarelada ( $b^*$ ), enquanto o espaço  $L^*C^*h^\circ$  é composto pela coordenada cartesiana  $L^*$  e coordenadas polares denominadas saturação ou croma ( $C^*$ ) e ângulo hue ( $h^\circ$ ).

### 3.2.3 Análises estatísticas

A homogeneidade dos dados e a normalidade dos resíduos foram analisados pelo teste Oneillmathews e Shapiro-Wilk, respectivamente. A análise da variância e o teste de comparação das médias dos tratamentos foram realizadas utilizando o teste F e LSD de Fisher a no máximo 10% de probabilidade, utilizando o pacote ExpDest.pt do software R (R CORE TEAM, 2019).

Adicionalmente foi realizada a Análise Fatorial Temporal de decomposição dos blocos. Essa análise foi realizada com vistas a avaliar a interação dos fatores – diferentes proporções de sulfato/cloreto e os anos (ambiente). Nesta análise foi calculada tais interações decompondo-se o efeito de blocos nos diferentes anos (ambientes). E, o resultado da ANOVA foi significativo, os resultados obtidos foram avaliados como a média dos dois anos (ciclos produção), uma vez que os efeitos são reprodutíveis nos diferentes anos, ou seja, não foram aleatórios.

## 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.3.1 Dados primeiro ciclo produtivo

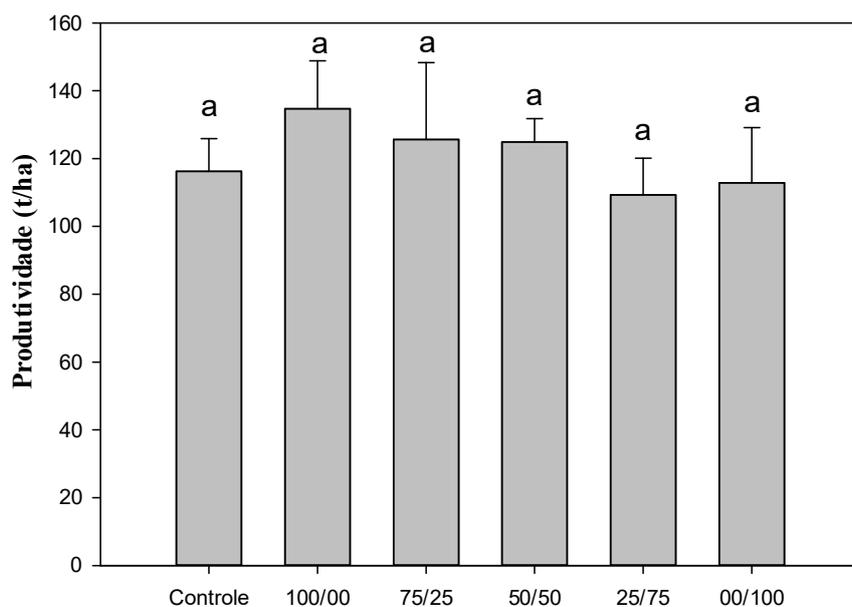
Na Tabela 3 são apresentados os principais dados obtidos no primeiro ciclo de cultivo, ou seja, àqueles que se destacaram no ensaio de avaliação das fontes de potássio (K) nos componentes da produção e qualidade do tomateiro HZ9553. Em todos os tratamentos a produtividade obtida superou as 100 t.ha<sup>-1</sup>, bem acima da média nacional observada em campo de produção, que é cerca de 72 t.ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2022), de ensaios de competição de híbridos que foi de 94,7 t.ha<sup>-1</sup> (ARAGÃO *et al.*, 2004). Em outro estudo de desempenho agrônômico de diferentes híbridos de tomateiro sob cultivo rasteiro, Schwarz *et al.* (2013) observaram a produção total de frutos variando entre 37,2 e 112,5 t.ha<sup>-1</sup> entre os anos de 2009 e 2010 e de 37,8 a 78,5 t.ha<sup>-1</sup> nos anos de 2010 e 2011. Embora o solo em que foi conduzido o experimento apresentasse a fertilidade construída, teores dos principais nutrientes acima do nível crítico, situação comum nas áreas de cultivo comercial, os resultados apresentados mostram que o manejo nutricional ao longo do ciclo produtivo foi bastante satisfatório em todos os tratamentos.

**Tabela 3.** Componentes de produção do tomateiro Heinz HZ9553 cultivado com diferentes proporções de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e KCl. Produtividade (PROD), número de frutos totais (NFT), peso médio de frutos (PMFRU), porcentagem de frutos maduros (PFMAD) e rendimento de polpa (POLPA). Valores médios ± erro padrão da média (N=4).

K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /KCl	PROD t.ha <sup>-1</sup>		NFT		PMFRU g.fruto <sup>-1</sup>		
Controle	116,25	± 9,63	337,75	± 45,55	46,27	± 5,06	
100/00	134,68	± 14,12	379,00	± 35,11	47,35	± 0,95	
75/25	125,63	± 22,70	333,50	± 47,01	50,54	± 7,88	
50/50	124,91	± 6,83	327,00	± 17,57	50,97	± 2,23	
25/75	109,31	± 10,81	321,50	± 43,50	45,54	± 2,52	
00/100	112,84	± 16,28	296,75	± 28,23	50,55	± 2,66	
C.V. (%)	12,7		12,2		8,5		
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /KCl	PFMAD %		POLPA t.ha <sup>-1</sup>		-		
Controle	88,54	± 3,00	20,89	± 1,38	-	-	-
100/00	88,90	± 3,38	29,17	± 3,63	-	-	-
75/25	88,40	± 4,22	23,98	± 5,87	-	-	-
50/50	90,68	± 1,94	24,96	± 3,05	-	-	-
25/75	88,60	± 5,75	22,70	± 2,54	-	-	-
00/100	92,17	± 2,61	22,68	± 2,65	-	-	-
C.V. (%)	3,7		15,5		-		

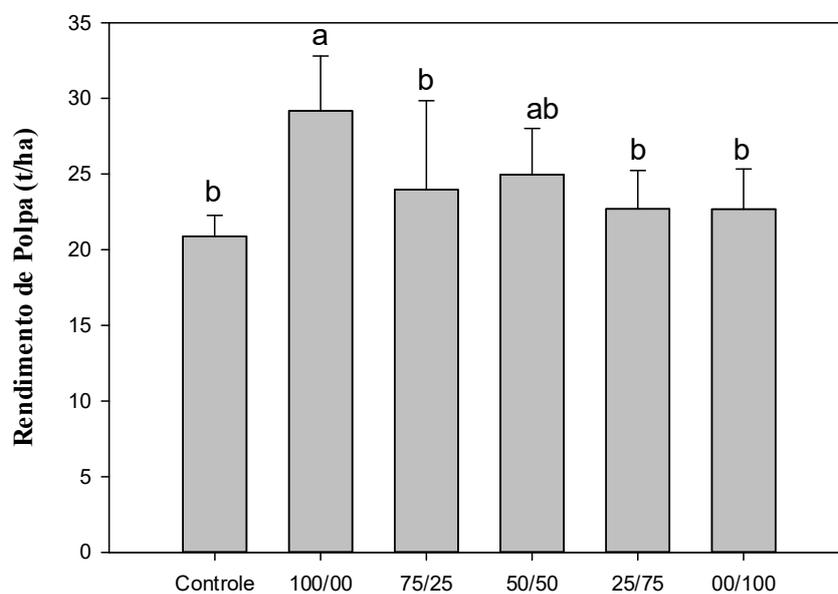
A produtividade média dos tratamentos variou de 109,31 a 134,68 t.ha<sup>-1</sup>, no entanto não foram observadas diferenças estatísticas significativas ( $p > 0,10$ ) entre as relações de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e KCl (Figura 4). Bem como para as variáveis número de frutos total (NFT), peso médio de frutos (PMFRU) e porcentagem de frutos maduros (PFMAD). Vale destacar que mesmo não havendo diferenças significativas, os tratamentos que receberam maior quantidade de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> apresentaram, em números absolutos, tendência de maiores produtividades médias que decresceu na medida que aumentou as proporções de KCl. Esse padrão foi observado também para as variáveis número de frutos total (NFT), sugerindo que o uso de fontes de K contendo o íon cloro, como acompanhante, devesse ser evitado ou ter seu uso minimizado, em programas de manejo da fertilidade do solo, em que pese o cloro ser um nutriente essencial.

Os efeitos da aplicação de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e KCl, em diferentes proporções, ficaram mais evidentes para o rendimento de polpa (POLPA), teor de sólidos solúveis (TSS) e a relação TSS e acidez titulável (SST/AT) (Figura 5 a 7). Para estas variáveis as médias dos tratamentos diferiram significativamente.



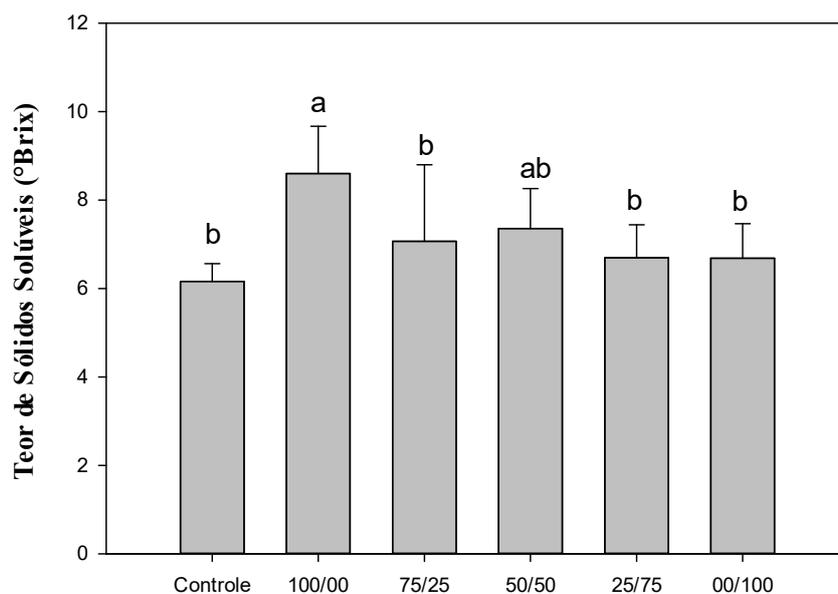
**Relação SO42-/Cl-**

**Figura 4.** Produtividade do tomateiro Heinz HZ9553 cultivados com diferentes proporções de  $K_2SO_4$  e KCl. Valores médios (N=4). Barras contendo a mesma letra não diferem entre si pelo teste de LSD de Fisher a 10% de probabilidade.



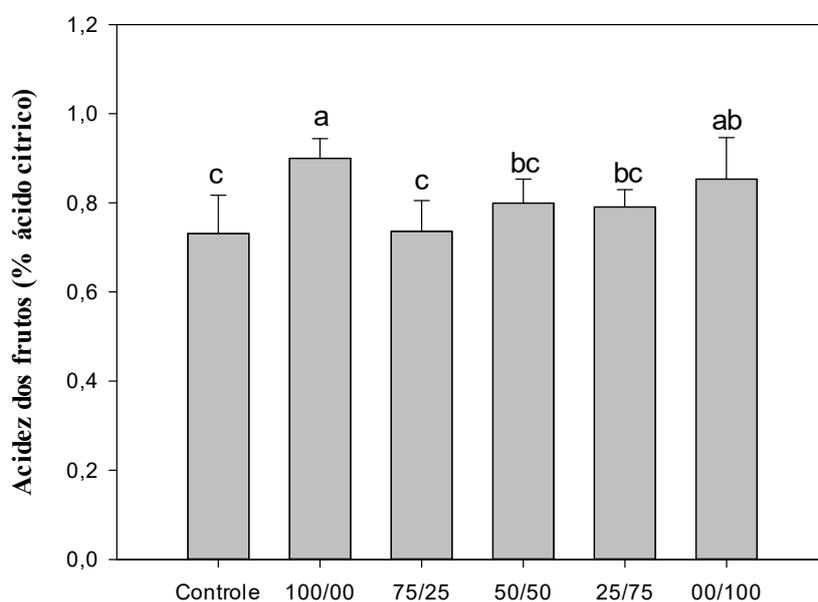
**Relação SO42-/Cl-**

**Figura 5.** Rendimento de polpa do tomateiro Heinz HZ9553 cultivados com diferentes proporções de  $K_2SO_4$  e KCl. Valores médios (N=4). Barras contendo a mesma letra não diferem entre si pelo teste de LSD de Fisher a 10% de probabilidade.



**Relação SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/Cl<sup>-</sup>**

**Figura 6.** Teores de sólidos solúveis do tomateiro Heinz HZ9553 cultivados com diferentes proporções de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e KCl. Valores médios (N=4). Barras contendo a mesma letra não diferem entre si pelo teste de LSD de Fisher a 10% de probabilidade.



**Relação SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/Cl<sup>-</sup>**

**Figura 7.** Acidez dos frutos do tomateiro Heinz HZ9553 cultivados com diferentes proporções de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e KCl. Valores médios (N=4). Barras contendo a mesma letra não diferem entre si pelo teste de LSD de Fisher a 10% de probabilidade.

Aonde foi aplicado 100% do K como K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, o rendimento de polpa foi superior a 22% e 28% em comparação aos tratamentos com 100% KCl e o controle,

respectivamente. Esse mesmo comportamento foi observado para o TSS. Os valores de TSS e de POLPA são índices técnicos e apresentam relação direta com produtividade (FERREIRA, 2007) e qualidade de fruto de cada área.

Os valores de TSS variaram entre 6,16 e 8,60 °Brix, e da acidez titulável (AT) entre 0,73 e 0,90%. Semelhante ao observado para o rendimento de polpa, o tratamento com 100% da fonte de K como  $K_2SO_4$  destacou-se e diferiu estaticamente dos demais, apresentando valores superiores. O TSS é uma variável de fundamental importância no tomate destinado ao processamento industrial, para a fabricação de produtos industriais. Baixos de TSS implicam em menor diluição do custo fixo de produção, aumentando o gasto com colheita e transporte além dos gastos no processo industrial (SOARES & RANGEL, 2012). De acordo com Boiteux *et al.* (2012), o rendimento industrial pode superar de 10 a 20% a cada grau brix de incremento na matéria-prima.

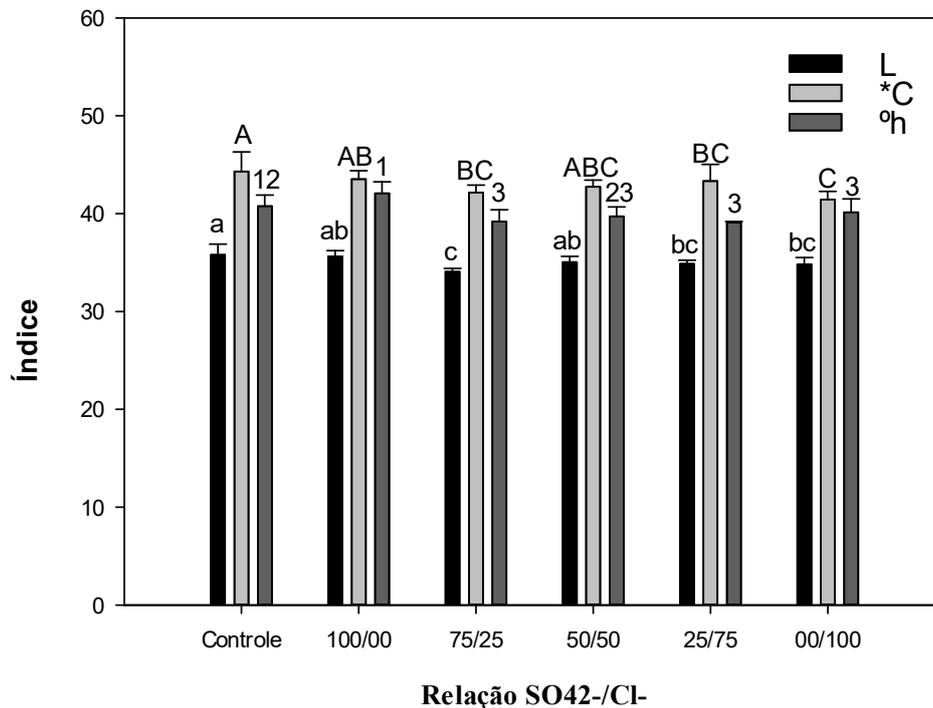
Considerando que valores de TSS acima de 5°brix implicam em fruto de alta qualidade organoléptica (MORGAN, 2007), pode-se inferir que o manejo da nutrição do tomateiro, com fontes sulfatadas, melhora significativamente a qualidade do tomateiro, com reflexos diretos no aumento de rendimento e conseqüentemente menor gasto de energia no processo de concentração da polpa.

Em relação a AT, medida indireta da porcentagem de ácido cítrico foi bastante elevada com valores superiores a 0,70%, equivalente a 730 mg de ácido cítrico/100 g de polpa. Esta variável refere-se à quantidade de ácidos orgânicos (acidez total) e indica a adstringência (GIORDANO *et al.*, 2000) e interfere também no sabor do fruto. Os ácidos orgânicos estão presentes nos vacúolos das células tanto na forma livre, quanto combinada formando sais, ésteres e glicosídeos. Nos frutos, estes ácidos orgânicos afetam tanto a acidez, como também o aroma característico, pela volatilidade de alguns (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Valores inferiores a 350 mg/100 g requer aumento no tempo e na temperatura de processamento para evitar a proliferação de microrganismos nos produtos processados.

A relação TSS/AT, em média, apresentou valor inferior a 10, que é uma variável relacionada ao sabor do tomateiro. Valores superiores a 10 indicam tomates mais saborosos (FERREIRA, 2007). Como pode ser observado na Figura 7, os tomates das plantas cultivadas com a maior proporção de  $K_2SO_4$  foram os que mais próximos chegaram desse limite, corroborando os resultados obtidos para outras variáveis de qualidade do fruto.

A presença do íon cloro nos demais tratamentos afetou significativamente os índices técnicos POLPA, TSS e AT, não diferindo estatisticamente do tratamento controle. Houve diferença entre as variáveis relacionadas a cor do fruto, valores L, Croma e ângulo hue, porém, em geral, os maiores valores foram observados para o tratamento controle.

A fertilização com diferentes proporções de  $K_2SO_4$  e KCl influenciou significativamente a coloração dos frutos, medida pelo valor L, ângulo hue ( $^{\circ}h$ ) e pelo croma ( $^{\circ}C$ ) (Figura 8).



**Figura 8.** Índices de coloração do fruto de tomateiro medidos pelo valor L, ângulo hue ( $^{\circ}h$ ) e pelo croma ( $^{\circ}C$ ). Tomates produzidos a partir da aplicação de diferentes proporções de  $K_2SO_4$  e KCl. Barras seguidas pela mesma letra minúsculas ou maiúsculas ou números não diferem entre si pelo teste de LSD de Fisher a 10% de probabilidade.

A variável  $L^*$  indica luminosidade e varia de 0 a 100. O ângulo de cor hue assume valor tendendo a zero para vermelho,  $90^{\circ}$  para amarela,  $180^{\circ}$  para verde,  $270^{\circ}$  para azul. Já para o croma, que expressa a intensidade da cor, valores mais próximos ao zero representam cores naturais (cinza), enquanto valores próximos de 60 expressam cores vívidas. Assim, pode-se inferir que para valores menores do ângulo hue e maiores de croma haverá predomínio e maior intensidade da cor vermelha. Diante disso, em geral, o tratamento com 100%  $K_2SO_4$  produziu frutos com tonalidade vermelha mais intensa e

brilhante, conforme os dados apresentados e que a presença do íon cloro afetou significativamente a coloração dos frutos.

Em relação as taxas fotossintéticas e as trocas gasosas, determinadas com auxílio do IRGA LI-6400 XT, não houve efeito significativo ( $p > 0,10$ ) da adição de diferentes proporções de  $K_2SO_4$  ou KCl via solo entre os tratamentos (Tabela 4). O efeito do K nas plantas está relacionado a abertura e fechamento estomático, regulação hídrica entre outras funções. Considerando que o experimento foi conduzindo em solos de fertilidade construída, para mimetizar lavouras de produção comercial, a ausência de efeito distinto pode estar associada ao fato das doses de K terem sido iguais entre os tratamentos e, que no tratamento controle, que não recebeu o nutriente, já havia teor disponível de K no solo para bom desenvolvimento das plantas.

**Tabela 4.** Trocas gasosas e eficiência de uso de água do tomateiro Haniz HZ9553 produzidos utilizando diferentes proporções de  $K_2SO_4$  e KCl. Assimilação de  $CO_2$  ou taxa fotossintética (A,  $\mu mol m^{-2}s^{-1}$ ); condutância estomática (GS,  $mol m^{-2}s^{-1}$ );  $CO_2$  interno (Ci); transpiração (E,  $mmol m^{-2}s^{-1}$  de vapor d'água); temperatura da folha (Tleaf); eficiência de uso da água intrínseca ( $EUA_{int}=A/E$ ); eficiência de uso da água instantânea ( $EUA_{inst}=A/Gs$ ).

$K_2SO_4/KCl$	A	GS	Ci	E
Controle	17,89 ± 3,54	0,39 ± 0,10	294,70 ± 20,98	7,16 ± 0,88
100/00	16,25 ± 3,66	0,38 ± 0,09	299,91 ± 18,76	7,65 ± 1,30
75/25	16,54 ± 5,34	0,28 ± 0,06	273,47 ± 31,37	6,02 ± 0,80
50/50	17,05 ± 6,85	0,31 ± 0,11	286,29 ± 19,07	6,37 ± 1,72
25/75	15,01 ± 2,02	0,30 ± 0,06	298,59 ± 31,20	7,21 ± 1,57
00/100	19,79 ± 2,51	0,41 ± 0,05	290,78 ± 15,60	8,38 ± 1,43
C.V. (%)	27,3	20,8	8,3	19,5
$K_2SO_4/KCl$	Tleaf	$EUA_{int}$	$EUA_{inst}$	-
Controle	28,62 ± 0,61	48,10 ± 12,50	2,52 ± 0,47	- - -
100/00	29,47 ± 1,34	45,01 ± 11,05	2,20 ± 0,64	- - -
75/25	29,47 ± 1,01	61,29 ± 17,59	2,77 ± 0,81	- - -
50/50	29,22 ± 1,26	53,11 ± 8,74	2,56 ± 0,45	- - -
25/75	29,02 ± 0,98	46,55 ± 18,28	2,19 ± 0,59	- - -
00/100	29,53 ± 1,16	48,85 ± 9,37	2,45 ± 0,63	- - -
C.V. (%)	1,8	26,9	27,1	-

### 3.3.2. Dados segundo ciclo produtivo

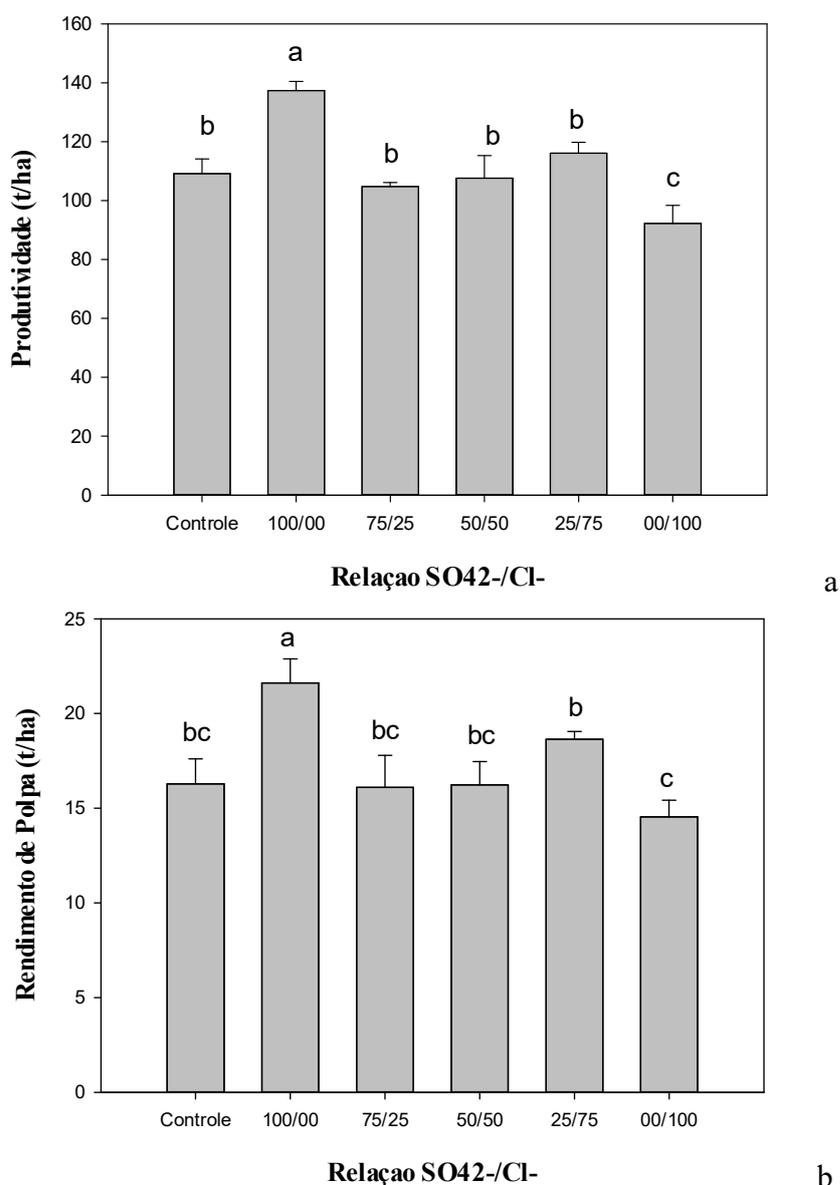
Os dados do segundo ciclo de cultivo, realizado no ano de 2021, utilizando as diferentes proporções K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e KCl estão Tabela 5. Semelhante ao ocorrido no primeiro ciclo de produção, as produtividades atingiram valores acima de 100 t.ha<sup>-1</sup>, com exceção para as plantas que receberam toda a adubação potássica na forma de KCl que produziu em média 92,27 t.ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 5.** Componentes de produção e variáveis de qualidade de fruto do tomateiro Heinz HZ9553 cultivado com diferentes proporções de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e KCl. Produtividade (PROD), Peso Médio de Frutos (PMFRU), Número de Frutos Totais (NFT), Porcentagem de Frutos Maduros (PFMAD) e Rendimento de Polpa (POLPA), Teor de Sólidos Solúveis (TSS), Acidez total (AT), relação TSS/AT, ângulos L, Croma e Hue. Valores médios ± erro padrão da média (N=4).

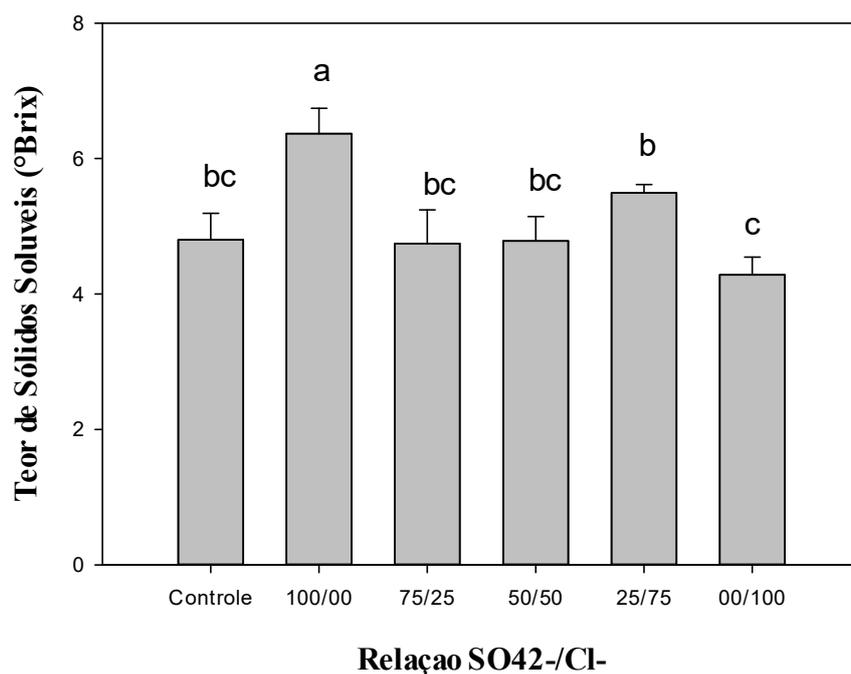
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / KCl	PROD t.ha <sup>-1</sup>	PMFRU g.fruto <sup>-1</sup>	NFT		POFMAD %
Controle	109,17 ± 4,97	41,50 ± 2,69	358,00 ± 38,13		58,12 ± 1,17
100/00	137,35 ± 3,09	38,20 ± 3,38	418,75 ± 31,30		51,22 ± 5,31
75/25	104,80 ± 1,32	37,14 ± 2,73	364,00 ± 27,40		50,97 ± 1,32
50/50	107,57 ± 7,69	37,59 ± 2,60	414,00 ± 51,97		57,52 ± 4,72
25/75	116,06 ± 3,70	38,62 ± 1,54	437,50 ± 43,01		56,28 ± 5,01
00/100	92,27 ± 6,10	33,01 ± 1,88	419,25 ± 44,60		49,88 ± 6,58
C.V. (%)	8,7	13,5	21,1		15,7
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / KCl	POLPA t.ha <sup>-1</sup>	TSS °Brix	AT % ácido cítrico		TSS/AT
Controle	16,28 ± 1,32	4,80 ± 0,39	0,39 ± 0,04		12,81 ± 1,98
100/00	21,61 ± 1,27	6,37 ± 0,37	0,44 ± 0,01		14,66 ± 0,99
75/25	16,10 ± 1,69	4,74 ± 0,50	0,41 ± 0,03		11,48 ± 0,70
50/50	16,23 ± 1,23	4,78 ± 0,36	0,45 ± 0,01		10,61 ± 1,03
25/75	18,64 ± 0,41	5,49 ± 0,12	0,39 ± 0,02		14,29 ± 0,68
00/100	14,54 ± 0,88	4,28 ± 0,26	0,39 ± 0,01		11,08 ± 0,58
C.V. (%)	12,8	12,8	12,9		17,2
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / KCl	L	Croma	Hue		
Controle	43,36 ± 0,25	41,26 ± 0,66	46,79 ± 1,17		
100/00	43,26 ± 0,31	41,90 ± 0,74	45,93 ± 1,00		
75/25	43,58 ± 0,65	42,49 ± 1,19	45,41 ± 1,38		
50/50	44,20 ± 0,48	42,03 ± 0,67	49,06 ± 1,69		
25/75	43,31 ± 0,20	42,19 ± 0,71	47,23 ± 1,09		
00/100	45,20 ± 0,54	41,43 ± 0,78	45,15 ± 1,63		
C.V. (%)	1,8	4,0	5,7		

Neste ciclo de produção, houve diferença estatística ( $p < 0,10$ ) entre a média dos tratamentos para as principais variáveis componentes de produção, no caso:

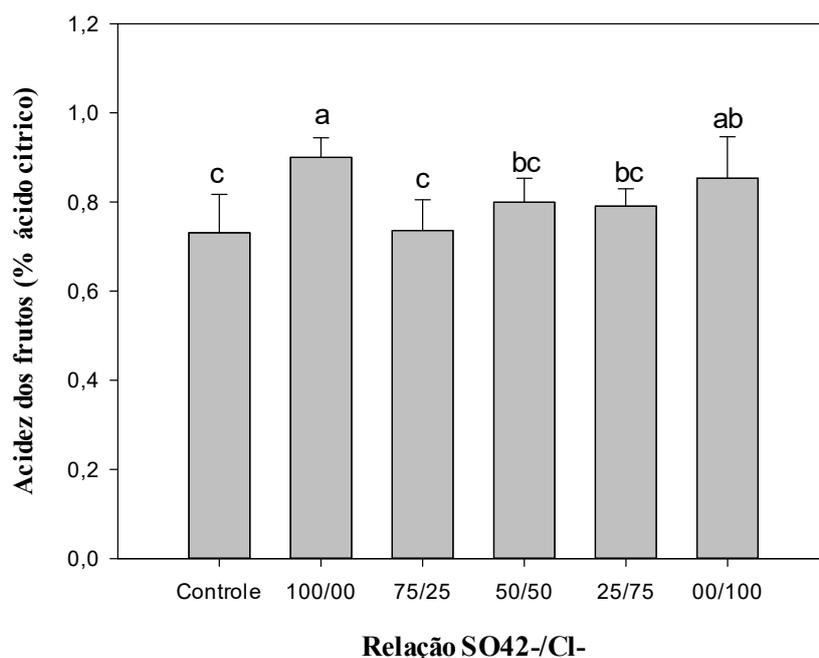
produtividade (PROD), rendimento de polpa (POLPA), teor de sólidos solúveis (TSS) e para relação SST/Acidez (Figuras 9 e 10). A produtividade total (PROD) média dos tratamentos apresentou diferença estatística significativas ( $p < 0,10$ ) pelo teste de LSD de Fischer. As plantas adubadas com 100% de  $K_2SO_4$  destacaram-se produzindo mais de  $137 \text{ t.ha}^{-1}$ , contra  $109,17 \text{ t.ha}^{-1}$  e  $92,27 \text{ t.ha}^{-1}$  dos tratamentos controle e aquele adubado com 100% de  $KCl$ , respectivamente. Para o rendimento de POLPA e TSS, observa-se o mesmo padrão com ganhos superiores a 30% para ambas as variáveis quando se compara com o tratamento controle.



**Figura 9.** Componentes de produção do tomateiro Heinz HZ9553 cultivados com diferentes proporções de sulfato e cloreto de potássio: a. Produtividade e b. Rendimento de polpa. Valores médios ( $n=4$ ). Barras contendo a mesma letra não diferem entre si pelo teste de LSD de Fisher a 10% de probabilidade.



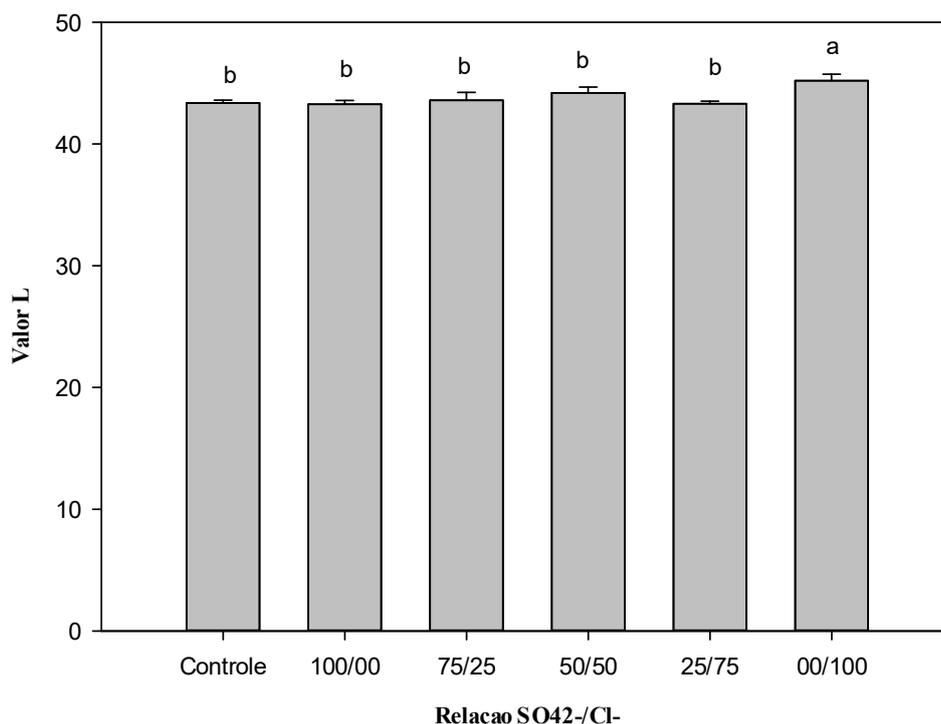
a



b

**Figura 10.** Componentes de produção do tomateiro Heinz HZ9553 cultivados com diferentes proporções de sulfato e cloreto de potássio: a. Teor de sólidos solúveis e b. Acidez dos frutos. Valores médios (n=4). Barras contendo a mesma letra não diferem entre si pelo teste de LSD de Fisher a 10% de probabilidade.

Os dados de coloração dos frutos não apresentaram diferenças significativas, com exceção para o valor L que foi maior no tratamento com 100% KCl, indicando que, para esse tratamento, o brilho foi um pouco maior (Figura 11).



**Figura 11.** Índices de coloração do fruto de tomateiro medidos pelo valor L. Tomates produzidos a partir da aplicação de diferentes proporções de fertilizantes potássicos à base de sulfato e cloreto. Barras seguidas pela mesma letra minúsculas ou maiúsculas ou números não diferem entre si pelo teste de LSD de Fisher a 10% de probabilidade

Em geral, os resultados obtidos no segundo ciclo, além de confirmarem àqueles observados no primeiro, deixam mais evidentes os benefícios do fornecimento da adubação com potássio e enxofre nos componentes de produção do tomateiro para processamento industrial. É muito importante notar que esses resultados foram obtidos em solos de fertilidade construída, situação que ocorre nas principais áreas de produção comercial de tomates para processamento industrial.

### 3.3.3. Análise Fatorial Temporal de decomposição dos blocos

Os resultados da análise de variância para as análises fatorial de decomposição dos blocos estão na Tabela 6. Como pode ser observado, houve diferenças significativas entre os tratamentos (proporções entre os tipos de adubos), bem como entre os anos ou ciclos produtivos. Isto mostra que foi importante avaliar os tratamentos em mais de um ano, para obter dados mais robustos.

**Tabela 6.** Análise de variância para o teste de decomposição dos blocos.

FV	Teste	GL	DEN	F	Probabilidade
Tratamento	QMRela/QMR	5	30	5.8872	0,06789**
Ano (Ciclo)	QMA1/QMA2	1	6	11.8810	1,36835*
Trat x Ano	QMRela*Ano/QMR	5	30	1.7798	14,72849 <sup>ns</sup>

\*\* , \* : valores significativos aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo; QMRela: quadrado médio da relação entre os nutrientes; QMR: quadrado médio do resíduo da ANOVA; QMA1 e QMA2: quadrado médio do ano 1 e ano 2, respectivamente.

Não houve interação significativa entre os fatores, indicando que para tais características a ordem de classificação dos tratamentos não variou significativamente nos diferentes anos. Assim, pode-se discutir os resultados, considerando a média dos dois anos para essa característica, exceto para o Valor L, para a qual fez a avaliação de dupla entrada para observar as diferenças entre anos e entre os tratamentos utilizando na análise o quadrado médio de resíduos da análise conjunta.

É muito comum haver interação entre os tratamentos em diferentes anos, o que indicaria que a resposta (ordem de classificação dos melhores e piores) para as diferentes fontes de K, seriam significativamente diferentes de um ano para outro, e nesse caso ocorreu apenas para uma variável. Indicando, nesse caso, que os tratamentos comportaram-se de forma semelhante, nos diferentes anos quanto a essa classificação, dando bastante confiança que esse efeito de tratamentos repetiria de um ano para outro.

O fato do efeito Ano (Ciclo) ter sido significativo para todas as características reforça ainda mais a importância de, na análise de médias, independente se for simples ou dupla entrada, se usar o quadrado médio de resíduos da análise conjunta, que contempla a variação entre anos.

Nas Tabelas 7 e 8 estão os agrupamentos das médias dos caracteres que tiveram efeito significativo de tratamentos, mas que não apresentaram efeito significativo da interação entre tratamentos  $\times$  ano e o agrupamento das médias que apresentaram efeito significativo para ano, respectivamente. Diante disso, analisando as médias dos tratamentos nos diferentes ciclos (anos) de cultivo, foi possível ratificar que a adubação com 100% de  $K_2SO_4$  apresentou os melhores resultados para as principais variáveis de componentes de produção do tomateiro, diferindo estaticamente dos demais tratamentos (Tabela 9).

**Tabela 7.** Agrupamento de médias para caracteres que tiveram efeito significativo de tratamentos. Componentes de produção do tomateiro Heinz HZ9553 cultivado com diferentes proporções de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e KCl. Produtividade (PROD), Rendimento de Polpa (POLPA), Teor de Sólidos Solúveis (TSS) e Acidez total (AT).

K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /KCl (%)	PROD	POLPA	TSS	AT
0/0	112,71 b <sup>1</sup>	18,59 b	5,48 b	0,56 a
100/0	136,02 a	25,39 a	7,48 a	0,67 a
75/25	115,21 b	20,04 b	5,91 b	0,57 a
50/50	116,25 b	20,59 b	6,07 b	0,63 a
25/75	112,69 b	20,67 b	6,09 b	0,59 a
0/100	102,56 b	18,61 b	5,49 b	0,62 a
Ano 1	120,60 a <sup>2</sup>	24,06 a	7,09 a	0,80 a
Ano 2	111,21 b	17,23 b	5,08 b	0,41 b
Média	115,90	20,65	6,08	0,61
CV	11,05	14,86	14,86	9,94

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferiram significativamente  $p < 0,05$  por Scott & Knott<sup>1</sup> ou pelo teste  $t^2$ .

**Tabela 8.** Agrupamento de médias para caracteres que apresentaram efeito significativo de ano. Componentes de produção do tomateiro Heinz HZ9553 cultivado com diferentes proporções de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e KCl. Produtividade (PROD), Peso Médio de Frutos (PMFRU), Número de Frutos Totais (NFT), Porcentagem de Frutos Maduros (PFMAD) e Rendimento de Polpa (Polpa), Teor de Sólidos Solúveis (TSS), Acidez total (AT), relação TSS/AT, ângulos L, Cromo e Hue.

	PROD	PMFRU	NFT	PFMAD	Polpa	TSS
Ano 1	120,60 a	48,53 a	332,58 b	89,55 a	24,06 a	7,09 a
Ano 2	111,21 b	37,68 b	401,92 a	54,00 b	17,23 b	5,08 b
Média	115,90	43,10	367,25	71,77	20,65	6,08
CV	11,05	10,76	18,10	8,96	14,86	14,86
	BRIX	AT	SST/AT	Croma	Hue	-
Ano 1	5,88 a	0,80 a	8,88 b	42,92 a	40,16 b	-
Ano 2	4,57 b	0,41 b	12,48 a	41,88 b	46,59 a	-
Média	5,22	0,61	10,68	42,40	43,38	-
CV	9,93	9,94	17,06	3,57	4,65	-

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferiram significativamente  $p < 0,05$  pelo teste t.

**Tabela 9.** Agrupamento de médias para o caráter de cor “L” para o qual houve efeito significativo da interação entre tratamentos x ano.

K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /KCl (%)	Ano 1	Ano 2
0/0	35,78 aB	43,36 bA
100/0	35,64 aB	43,26 bA
75/25	34,05 aB	43,58 bA
50/50	35,05 aB	44,20 aA
25/75	34,86 aB	43,31 bA
0/100	34,83 aB	45,20 aA
Média	35,03	43,82
CV	1,94	1,84

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferiram significativamente  $p < 0,05$  por Scott & Knott.

Entre os anos de cultivo, não houve um padrão que pudesse definir um ciclo melhor que o outro. No entanto, para as variáveis de produtividade, rendimento de polpa, teor de sólidos solúveis e acidez, os valores do primeiro ciclo de produção foram superiores estatisticamente.

### 3.4 CONCLUSÕES

Os dados obtidos nos dois anos de cultivo permitiram concluir que:

1. O manejo da nutrição do tomateiro, com fontes sulfatadas, melhorou significativamente a qualidade do tomateiro, com reflexos diretos no aumento de rendimento e conseqüentemente menor gasto de energia no processo de concentração da polpa;
2. O tratamento com 100% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> produziu frutos com tonalidade vermelha mais intensa e brilhante, e a presença do íon cloro afetou significativamente a coloração dos frutos;
3. As plantas adubadas com 100% de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> destacaram-se produzindo mais que os tratamentos controle e aquele adubado com 100% de KCl;
4. Para o rendimento de polpa e TSS, observa-se o mesmo padrão com ganhos superiores a 30% para ambas as variáveis quando se compara com o tratamento controle;
5. O valor L foi maior no tratamento com 100% KCl, indicando, para esse tratamento, brilho um pouco maior;

6. A adubação com 100% de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> apresentou os melhores resultados para as principais variáveis de componentes de produção do tomateiro, diferindo estaticamente dos demais tratamentos.

### 3.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, F. A. S.; GIORDANO, L. B.; MELO, P. C.T.; BOITEUX, L.S. Desempenho de híbridos experimentais de tomateiro para processamento industrial nas condições edafoclimáticas do cerrado brasileiro. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 529-533, 2004.

Bertolini C. (2010). Sistema para medição de cores utilizando espectrofotômetro (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Regional de Blumenau

BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. de N.; GIORDANO, L. de B.; MELO, P. C. T.de. Melhoramento genético. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Ed.). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 31-50.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 1990. 293p.

CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L.S. **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 344 p.

FAO. **World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2020**. Rome. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 17 dez. 2022.

FERREIRA, R. B. **Aspectos nutricionais e tecnológicos da cultura do tomate industrial na região de Goiânia**. 2007. 131 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, 2007.

GIORDANO, L. B.; DE ÁVILA, A. C.; CHARCHAR, J. M.; BOITEUX, L. S.; FERRAZ, E. 'Viradoro': A Tospovirus-resistant processing tomato cultivar adapted to tropical environments. **HortScience**, v. 35, p. 1368-1379, 2000.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. IBGE, 2022. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa>>. Acesso em: 02/05/2023.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. Ed. Cambridge: Academic Press, 2012. 649 p.

MORGAN, L. Tomato fruit flavor and quality evaluation. Part I. Disponível em: <<http://www.fertcut.com/search.cmf>>. Acesso em: 04 set. 2022.

Neiro, E.S., Manni, M.R., Romagnoli, F., Campos, R.M., Cezar, E., Chicati, M.L., & Oliveira, R.B. (2013). Análise de cor para discriminação de seis variedades de cana-de-açúcar em quatro épocas de colheita no ano. In Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Foz do Iguaçu, Brasil.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2019.

REETZ, H. F. **Fertilizantes e o seu uso eficiente**. São Paulo: ANDA, v. 178, 2017.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 2532.

SANTOS, A. B.; RABELO, R. R. (Ed.). **Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Estado do Tocantins**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 103 p.

SCHWARZ, K.; RESENDE, J. T. V.; PRECZENHAK, A. P.; PAULA, J. T.; FARIA, M. V.; DIAS, D. M. Desempenho agrônomo e qualidade físico-química de híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 410-418, 2013.

SILVA, A. A. S. Biofertilizante na produção de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) industrial, submetido a interrupção temporária de irrigação. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2021, 62 p. Dissertação de Mestrado.

SILVA, A. L.; CANTERI, M. G.; SILVA, A. J.; BRACALE, M. F. Meta-analysis of the application effects of a biostimulant based on extracts of yeast and amino acids on offseason corn yield. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 2293-2304, 2017.

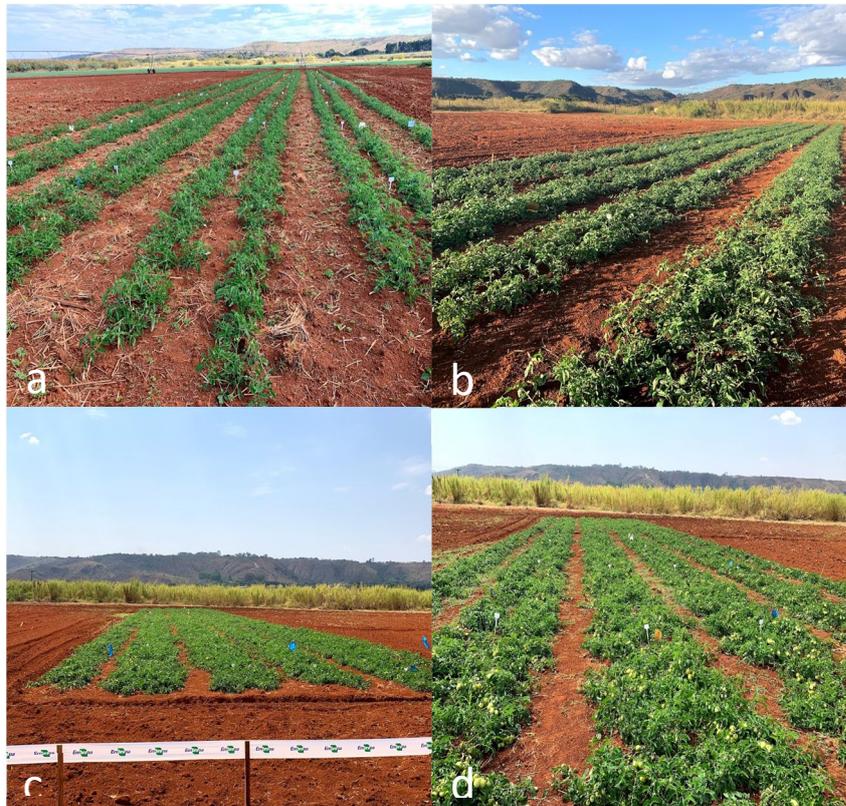
SOARES, B. B.; RANGEL, R. Aspectos Industriais da cultura. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Ed.). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 31-50.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed. 2017. 858 p.

## ANEXOS



**Anexo 1.** Etapas iniciais de montagem dos ensaios: a. Área sob pivô central; b. demarcação com linha do tamanho das parcelas; c. Adubação de base e d. plantio das mudas.



**Anexo 2.** Fases de desenvolvimento da cultura: a. 40 DAT, b. 50 DAT; c. 60 DAT e d. 70 DAT.



**Anexo 3.** Detalhes das análises de determinação das trocas gasosas e demais parâmetros fisiológicos do tomateiro Heinz HZ9553: a. Equipamento IRGA (LI COR 6400 XT) e b. Seleção da terceira folha do terceiro ramo foliar para realização da leitura.



**Anexo 4.** Início do amadurecimento dos frutos até a colheita (80% dos frutos maduros): a 80 DAT; b. 90 DAT; c. 100 DAT e d. 110 DAT.