

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

COMPONENTES DE PRODUÇÃO E COMPOSTOS  
BIOATIVOS EM TOMATEIRO CULTIVADO EM  
DIFERENTES ESPECTROS LUMINOSOS

Autor: Rafaela Souza Alves Fonseca  
Orientadora: Dra. Clarice Aparecida Megguer

MORRINHOS - GO

2023



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

COMPONENTES DE PRODUÇÃO E COMPOSTOS  
BIOTIVOS EM TOMATEIRO CULTIVADO EM  
DIFERENTES ESPECTROS LUMINOSOS

Autor: Rafaela Souza Alves Fonseca  
Orientadora: Dra. Clarice Aparecida Megguer

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção de 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

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

FR136c Fonseca, Rafaela Souza Alves  
Componentes de produção e compostos bioativos em  
tomateiro cultivado em diferentes espectros  
luminosos. / Rafaela Souza Alves Fonseca;  
orientadora Clarice Aparecida Megguer. --  
Morrinhos, 2023.  
63 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado em Olericultura)  
-- Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, 2023.

1. Minitomate. 2. Solanum lycopersicum. 3. Tela  
de sombreamento. I. Aparecida Megguer, Clarice ,  
orient. II. Título.

# 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:

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.

gov.br  
Documento assinado digitalmente  
RAFAELA SOUZA ALVES FONSECA  
Data: 23/08/2023 13:18:03-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Local

/  /

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a)  
orientador(a)



Documento assinado digitalmente

CLARICE APARECIDA MEGGUER

Data: 23/08/2023 13:45:27-0300

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



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

Ata nº 8/2023 - SGP GPI-MO/GPGPI-MO/CMPMHÓS/IFGOIANO

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**  
**ATA Nº 109**  
**BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Aos trinta dias do mês de junho do ano de dois mil e vinte e três, às 14h:00 min (quatorze horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão aberta realizada por videoconferência ([https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting\\_NWNhMJE1MzMtZTUyMC00Mzg0LWE10GUtMTVvZThmZTI5ZWZh%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22aebb2352-b420-4b8f-8e40-f408640349e3%22%2c%22Oid%22%3a%22e35eb851-75fc-4589-ae7b-dad6f5147590%22%7d](https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_NWNhMJE1MzMtZTUyMC00Mzg0LWE10GUtMTVvZThmZTI5ZWZh%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22aebb2352-b420-4b8f-8e40-f408640349e3%22%2c%22Oid%22%3a%22e35eb851-75fc-4589-ae7b-dad6f5147590%22%7d)) para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, intitulada "*Componentes de produção e compostos bioativos em tomateiro cultivado em diferentes espectros luminosos*" de autoria de Rafaela Souza Alves Fonseca discente do Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A sessão foi aberta pelo (a) presidente da Banca Examinadora, Profª. Drª. Clarice Aparecida Megguer, 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
Profª. Drª. Clarice Aparecida Megguer	IF Goiano-Campus Morrinhos	Presidente

Profª. Drª. Gesiane Ribeiro Guimarães	IF Goiano-Campus Avançado Ipameri	Membro externo
Drª. Lucimeire Pilon	Embrapa Hortaliças/Brasília	Membro externo
Dr. Juscimar da Silva	Embrapa Hortaliças/Brasília	Membro interno/coorientador

Documento assinado eletronicamente por:

- Clarice Aparecida Megguer, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/06/2023 16:26:11.
- Juscimar da Silva, Juscimar da Silva - Professor Colaborador - Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças-Cnph- Embrapa (00348003005503), em 30/06/2023 17:21:19.
- Lucimeire Pilon, Lucimeire Pilon - Professor Avaliador de Banca - Centro Nacional de Pesquisa do Gado de Corte - Embrapa (00348003004612), em 30/06/2023 19:29:58.
- Gesiane Ribeiro Guimaraes, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO, em 25/07/2023 21:50:46.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/06/2023. 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: 508706

Código de Autenticação: e7fb5d18e



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Morrinhos

Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, SN, Zona Rural, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000

(64) 3413-7900

## AGRADECIMENTOS

Escrever essa dissertação de mestrado é um presente. Dediquei muito tempo escolhendo as palavras certas e finalmente espero que seja apreciada como uma soma para a ciência. Mas só fui capaz de escrever esta dissertação graças a outros presentes que recebi de muitas pessoas – e quero agradecer.

A Deus, pela minha vida e pelas oportunidades a mim confiadas, por todo seu amor comigo em cada passo meu sempre colocando pessoas abençoadas em meu caminho e me presentear com mais essa realização.

Aos meus Pais/Avós e tio paterno Levino Alves da Fonseca, Valdete Santos da Fonseca, Rogério Alves Fonseca dos Santos por todo amor, carinho, por serem exemplo de fé, força coragem, superação e por me prepararem para a vida com sabedoria. Por tolerarem o silêncio e longos períodos de ausência.

Aos meus pais Rafael Alves Fonseca dos Santos e Selma David de Souza, pelo dom da vida e pelos conselhos ao longo da caminhada.

Aos meus avós do coração Itelvina e Francisco *in memoriam*, pelo incentivo e felicidade nas minhas conquistas.

Patrícia, Cristina, Eduardo, Gabriel, Yasmin, Alexandre, Jonas, Ivete por sempre terem acreditado em mim e me incentivar a ser minha melhor versão. Amo vocês.

Edvaldo, Maria José, Samuel e Samara *in memoriam*, por terem me acolhido como família e por suporte e carinho.

Aos meus orientadores Prof. Dr.<sup>a</sup> Clarice Aparecida Megguer, Prof. Dr. Juscimar da Silva e Dr. Ítalo Moraes Rocha Guedes por terem aceitado meorientar em tempos difíceis, por sua paciência e prestatividade.

Dr.<sup>a</sup> Lucimeire Pilon, pela paciência, disponibilidade, ensinamentos, amizade e sugestões valiosas para realização deste trabalho.

Dr.<sup>a</sup> Iriani Rodrigues Maldonade e Dr. Marcos Brandão Braga, pela disponibilidade e apoio no desenvolvimento do projeto.

Aos analistas Msc. José Getúlio e Msc. Ricardo Ribeiro pela amizade, paciência e todo auxílio durante as análises.

Ao técnico João Batista Gomes, pela amizade incentivo e apoio em todas as etapas

desse trabalho.

Aos meus amigos de alojamento e estágio, Nathalia Arruda, Natalia Silva, Phyllipe, Gabriel, Bruna, Samuel, Suzy, Sidiane, Hellenucia, Rafaela Silva, Ana, Eduarda, Andreia, Allan, Gabriel, Leticia, Tiago, Divina, João Pedro, Dinho vocês fazem parte da realização dessa conquista.

A essas amizades de longa data que deixam minha vida mais colorida por eternizarem momentos e sempre torcem pelo meu sucesso: Bruna, Brendha, Vanessa, Victotia, Karla, Natalia, Cleberly, Alzira, Leticia.

A Me. Ana Paula Neres Kraemer, por me oferecer o privilegio da amizade verdadeira, independente da distância e pela torcida incondicional.

Aos pesquisadores e funcionários da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPQ) – Brasília/DF, por terem carinhosamente me acolhido.

Ao Instituto Federal Goiano – campus Cristalina, pela oportunidade de ingressar e terminar o curso de Pós-Graduação em Olericultura.

A todos, que me ajudaram de alguma forma meus sinceros agradecimentos.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Rafaela Souza Alves Fonseca nasceu em Catalão (GO) em 24 de maio de 1996, filha de Rafael Alves Fonseca dos Santos e Selma David de Souza. Irmã de Alexandre Rodrigues, Gabriel Alves Fonseca e Yasmin Campos Fonseca.

Em 2013, concluiu o Ensino Médio articulado ao ensino profissionalizante Técnico em Química SESI/SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) – Catalão.

Em 2014, concluiu o curso Técnico em Logística pelo SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) – Catalão.

Em 2015, concluiu o curso de Assistente Administrativo pelo SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) – Catalão.

Em 2020, concluiu o curso de Bacharelado em Agronomia pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutaí.

Em 2021, iniciou o curso de Mestrado no programa de Pós-Graduação em Olericultura no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, submetendo sua defesa em junho de 2023.

# ÍNDICE

	Páginas
LISTA DE TABELAS .....	11
LISTA DE FIGURAS .....	13
RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	15
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2.1 A cultura do tomate .....	17
<b>2.1.1 Características botânicas</b> .....	18
<b>2.1.2 Importância nutricional, social e econômica</b> .....	19
2.2 Mini tomates.....	20
<b>2.2.1 Mini tomate do tipo grape</b> .....	21
2.3 Influência radiação no crescimento e desenvolvimento das plantas .....	22
2.4 Referências .....	23
3. CAPÍTULO I.....	29
3.1 Introdução .....	31
3.2 Material e Métodos.....	32
<b>3.2.1 Caracterização da área experimental</b> .....	32
<b>3.2.2 Cultura e manejo culturais</b> .....	33
<b>3.2.3 Variáveis analisadas</b> .....	34
3.3 Resultados e discussão .....	41
<b>3.3.1 Componentes de produção e performance produtiva</b> .....	41
<b>3.3.2 Carotenoides</b> .....	45
<b>3.3.3 Sólidos solúveis e acidez titulável</b> .....	49
<b>3.3.4 Teor de clorofila (DMSO)</b> .....	51
<b>3.3.5 Extravasamento de eletrólitos (TLE)</b> .....	52
<b>3.3.6 Vitamina C</b> .....	53
<b>3.3.7 Área foliar específica (AFE) e radiação fotosinteticamente ativa (PAR)</b> .....	54
<b>3.3.8 Avaliações ecofisiológicas</b> .....	55
3.4 Conclusão .....	57
3.5 Referências Bibliográficas .....	57
5. CONCLUSÃO GERAL.....	63

## LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1	Quantidades de sais para o preparo de 30 L de solução nutritiva estoque.....25
Tabela 2	Quantidades de sais para o preparo de 30 L de solução nutritiva estoque.....25
Tabela 3	Produção de tomate ( <i>grape</i> BRS Zamir) por planta, em frutos comerciais, não comerciais, com podridão apical de tomate e total, em função do cultivo em diferentes telas de sombreamento e em diferentes épocas de avaliação.....33
Tabela 4	Produção em massa por fruto de tomate ( <i>grape</i> BRS Zamir), em frutos comerciais, não comerciais, com podridão apical e total em função do cultivo em diferentes telas de sombreamento e em diferentes épocas de avaliação.....33
Tabela 5	Altura de plantas e diâmetro e diâmetro do caule e número de nós de plantas de tomate ( <i>grape</i> BRS Zamir), em função do cultivo em diferentes telas de sombreamento.....34
Tabela 6	Teor de carotenoides, B-caroteno e licopeno, nos frutos maduros de tomate ( <i>grape</i> BRS Zamir), em função do cultivo em diferentes telas de sombreamento avaliado aos 111 dias após o transplântio.....37
Tabela 7	Coloração dos frutos de tomate ( <i>grape</i> BRS Zamir), pela escala (L*, C* h*), em função do cultivo em diferentes telas de sombreamento e em diferentes épocas de avaliação.....38
Tabela 8	Teor de sólidos solúveis totais dos frutos de tomate ( <i>grape</i> BRS Zamir), em função do cultivo em diferentes telas de sombreamento e em diferentes épocas de avaliação.....40
Tabela 9	Acidez titulável (% de ácido cítrico) de frutos de tomate ( <i>grape</i> BRS Zamir), em função do cultivo em diferentes telas de sombreamento e em diferentes épocas de avaliação.....41

Tabela 10	Teor de clorofila e índice de feofitinização (IF) de folhas de plantas de tomate ( <i>grape</i> BRS Zamir), avaliados pelo método de dimetilsulfóxido (DMSO) em função do cultivo em diferentes telas de sombreamento avaliado aos 97 dias após o transplântio.....	42
Tabela 11	Leitura de condutividade (CL), condutividade total (CT) e taxa de extravasamento de eletrólitos (TLE) de folhas de plantas de tomate ( <i>grape</i> BRS Zamir), avaliados aos 98 dias após o transplântio.....	43
Tabela 12	Teor de vitamina C em miligramas de ácido ascórbico por 100 mL de amostra em frutos de tomate ( <i>grape</i> BRS Zamir), avaliados aos 98 dias após o transplântio.....	44
Tabela 13	Área foliar específica de folhas de plantas de tomate ( <i>grape</i> BRS Zamir), em função do cultivo em diferentes telas de sombreamento, avaliada aos 95 dias após o transplântio.....	44
Tabela 14	Avaliação, aos 93 dias após o transplântio, sobre a taxa fotossintética ( $A$ , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); taxa transpiratória ( $E$ , $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); eficiência do uso da água ( $EUA$ , $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmol H}_2\text{O}$ ); relação entre concentração interna e externa de carbono ( $[C_i/C_a]$ ); condutância estomática ( $g_s$ , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e taxa de transporte de elétrons ( $ETR$ , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de plantas de tomateiro ( <i>grape</i> BRS Zamir), em função do cultivo em diferentes telas de sombreamento.....	46

## LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1	Obtenção da estrutura fina do espectro de carotenóides (modificada de BRITTON, 1995).....28
Figura 2	Altura de plantas de tomate, variedade <i>grape</i> BRS Zamir, cultivadas em ambiente protegido sob diferentes tipos de telas de sombreamento e em diferentes épocas de avaliação.....35
Figura 3	Diâmetro do caule de plantas de tomate, variedade <i>grape</i> BRS Zamir, cultivadas em ambiente protegido sob diferentes tipos de telas de sombreamento e em diferentes épocas de avaliação.....35
Figura 4	Número de nós em plantas de tomate, variedade <i>grape</i> BRS Zamir, cultivadas em ambiente protegido sob diferentes tipos de telas de sombreamento e em diferentes épocas de avaliação.....36
Figura 5	Radiação fotossinteticamente ativa (PAR) no terço médio do local do experimento.....45

## RESUMO

FONSECA, RAFAELA SOUZA ALVES. Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, maio de 2023. **Componentes de produção e compostos bioativos em tomateiro cultivado em diferentes espectros luminosos.** Orientadora: Dra. Clarice Aparecida Megguer. Coorientador: Dr. Juscimar da Silva.

O tomate é uma das principais hortaliças cultivadas e uma importante fonte de sais minerais e de compostos bioativos, particularmente de vitamina C, compostos fenólicos e licopeno. Estes são compostos com ação antioxidante de grande importância para a saúde humana. Há evidências científicas de que o conteúdo de compostos bioativos no tomate pode ser influenciado por variáveis ambientais, como a intensidade luminosa e a qualidade da luz. O objetivo da pesquisa foi avaliar os efeitos de qualidade variável de iluminação incidente sobre os componentes de produção, qualidade de frutos e efeitos ecofisiológicos de tomate. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, em delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos (diferentes tipos de telas fotosselativas e pleno sol) e três repetições, composta por 12 vasos cada, contendo uma planta por vaso. Os tratamentos foram constituídos de telas fotosselativas ChromatiNet<sup>®</sup> Leno Pérola (35% de sombreamento), ChromatiNet<sup>®</sup> Leno Vermelha (30% de sombreamento), Aluminet<sup>®</sup> (60% de sombreamento) e pleno sol (controle). Foram avaliadas variáveis produtivas do tomateiro (produção por planta, produção total, número de frutos comerciais, não comerciais e com podridão apical e massa por fruto), variáveis agrônômicas (altura de planta, diâmetro do caule e número de nós), carotenoides, coloração dos frutos, sólidos solúveis, acidez titulável, teor de clorofila, extravasamento de eletrólitos (TLE), vitamina C, área foliar específica (AFE), radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e avaliações ecofisiológicas. Os dados foram submetidos a análise de variância e quando significativo, submetido ao teste de médias de Tukey ( $p < 0,05$ ). Em geral, a tela Aluminet foi a que mais afetou o desempenho das plantas de tomateiro. A produção total, assim como de frutos comerciais, não comerciais e de podridão apical foi inferior no cultivo com Aluminet<sup>®</sup>, assim como a massa média por frutos. A altura de plantas não foi afetada, porém o diâmetro do caule e o número de nós foi inferior no cultivo em Aluminet<sup>®</sup> em relação às plantas cultivadas em pleno sol. Os carotenoides (B-caroteno e licopeno), a coloração de frutos ( $L^*$ ,  $C^*$  e  $h^*$ ), a TLE e a vitamina C não foram influenciados quando se utilizaram as telas fotosselativas. O uso de telas de sombreamento é uma estratégia de cultivo que traz vantagens produtivas para o cultivo de minitomates. Contudo o teor de sombreamento não deve ser alto, podendo este prejudicar a produção, como ocorreu com Aluminet<sup>®</sup> com 60% de sombreamento que interferiu negativamente na maioria dos parâmetros produtivos e fisiológicos do tomate *grape* BRS Zamir.

Palavras-chave: minitomate, *Solanum lycopersicum*, tela de sombreamento.

## ABSTRACT

FONSECA, RAFAELA SOUZA ALVES. Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, maio de 2023. **Production components and bioactive compounds in tomato grown under different light spectra.** Advisor: Dra. Clarice Aparecida Megguer. Co-advisor: Dr. Juscimar Silva.

Tomato is one of the main cultivated vegetables and an important source of mineral salts and bioactive compounds, particularly vitamin C, phenolic compounds and lycopene. These are compounds with antioxidant action of great importance for human health. There is scientific evidence that the content of bioactive compounds in tomatoes can be influenced by environmental variables, such as light intensity and light quality. The objective of the research was to evaluate the effects of variable quality of incident lighting on yield components, fruit quality and ecophysiological effects of tomatoes. The experiment was conducted in a protected environment, in a randomized block design (DBC), with four treatments (different types of photoselective screens) and three replications, consisting of 12 pots each, containing one plant per pot. The treatments consisted of photoselective screens ChromatiNet<sup>®</sup> Leno Pérola (35% shading), ChromatiNet<sup>®</sup> Leno Red (30% shading), Aluminet<sup>®</sup> (60% shading) and full sun (control). Productive variables of tomato were evaluated (productivity per plant, total productivity, number of commercial, non-commercial fruits and with apical rot and mass per fruit), agronomic variables (plant height, stem diameter and number of nodes), carotenoids, color of fruits, soluble solids, titratable acidity, chlorophyll content, electrolyte leakage (TLE), vitamin C, specific leaf area (AFE), photosynthetically active radiation (PAR) and ecophysiological evaluations. Data were subjected to analysis of variance and, when significant, submitted to Tukey's mean test ( $p < 0.05$ ), using the SISVAR statistical program. In general, the Aluminet screen was the one that most affected the performance of tomato plants. The total productivity, as well as commercial, non-commercial and black background fruits, was lower in the cultivation with Aluminet<sup>®</sup>, as well as the average mass per fruit. Plant height was not affected, but the stem diameter and the number of nodes was inferred in the cultivation in Aluminet<sup>®</sup>, with the cultivation in full sun with higher values. Carotenoids (B-carotene and lycopene), fruit color ( $L^*$ ,  $C^*$  and  $h^*$ ), TLE and vitamin C were not influenced when photoselective screens were used. The use of shading screens is a cultivation strategy that brings productive advantages for the cultivation of mini tomatoes. However, the amount of shading should not be high, which could harm production, as happened with Aluminet<sup>®</sup> with 60% shading, which negatively interfered with most of the productive and physiological parameters of the BRS Zamir grape tomato.

Keywords: minitomato, shading screen, *Solanum lycopersicum*.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A distribuição e a qualidade da alimentação ainda são problemas, mesmo que as produtividades agrícolas nunca tenham sido tão altas e haja aparente abundância de alimento. Embora a quantidade de alimentos disponível seja alta, várias partes do mundo têm sofrido com o que se convencionou chamar de fome oculta: o consumo excessivo de alimentos de alto teor energético e a baixa disponibilidade de alimentos ricos em nutrientes minerais e compostos bioativos, cuja principal fonte são as hortaliças (Santos, et al., 2019).

O tomate é uma das principais hortaliças cultivadas e consumidas no Brasil. Embora o consumo dessas hortaliças tenha se mantido constante nos últimos anos, tem aumentado o consumo de tomates-especiarias do segmento cereja ou *grape*. Dentro do grupo das hortaliças os minitomates se destacam por ser um alimento rico nutricionalmente e vem ganhando espaço no mercado cada vez mais por demonstrar ser uma excelente alternativa de renda para o pequeno e médio produtor, por apresentar alto valor de mercado e pela possibilidade de cultivo contínuo em ambientes protegidos (Soldateli et al., 2019).

A busca pelo aumento da produção e qualidade do fruto vem abrindo caminhos para estudos relacionados ao cultivo com suplementação luminosa, uma vez que a luz está completamente ligada aos processos fisiológicos das plantas em diversas maneiras. Na abertura estomática, funciona como um indutor, pois a combinação com proporções maiores de comprimentos de onda azul em relação a vermelho, podem causar a abertura dos estômatos (AL MURAD et al., 2021).

O sistema de agricultura indoor permite o cultivo de espécies vegetais com ou sem substrato, em ambiente fisicamente isolado do mundo exterior, eliminando assim fontes de inóculo para fitopatógenos e permite controle de diversas variáveis meteorológicas como: temperatura e umidade relativa do ar, radiação líquida e global, concentração de CO<sub>2</sub>, entre outras que são ajustadas de acordo com a necessidade da cultura (GUEDES, 2020). O que permite à planta expressar seu potencial máximo produtivo e com frutos de alta qualidade e valor nutricional (AL MURAD et al., 2021).

Dentre os alimentos considerados nutracêuticos, o tomate faz parte diariamente das refeições, com compostos antioxidantes, como a vitamina C, compostos fenólicos e licopeno, capazes de interferir positivamente na redução de doenças degenerativas, como o câncer e no envelhecimento precoce (NASCIMENTO et al., 2020). Isso pode ser

explicado a partir do mecanismo de ação de tais compostos, que diminuem os danos oxidativos de lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos, restringindo os efeitos maléficos ao organismo (NASCIMENTO et al., 2020). Logo, é de grande importância estudos que visam desenvolver, aprimorar tecnologias e métodos que maximizem a produção e minimizem a perda destes compostos. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar diferentes telas de sombreamento no desenvolvimento e produção de mini tomates.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura do tomate

O tomateiro é uma espécie cosmopolita originada da espécie andina silvestre (*Lycopersicon esculentum* var. *ceresiforme*) produtora de frutos do tipo “cereja”, tolerante a variações climáticas e se reproduz em regiões de clima tropical, subtropical e temperado (LOPES; STRIPARI, 1998). O seu centro de origem é a região andina, ao longo da Cordilheira dos Andes do Peru, Bolívia e Equador, na América do Sul, domesticado no México e introduzido inicialmente na Espanha em meados do século XVI e posteriormente no território europeu, em 1544 (ALVARENGA, 2013; SAAVEDRA; FIGUEROA; CAUIH, 2017). No Brasil foi introduzido somente em meados do século XIX, por imigrantes europeus, porém somente após a primeira Guerra Mundial, por volta de 1930, que se difundiu e foi incrementado na culinária e alimentação brasileira de forma mais acentuada (ALVARENGA, 2013).

Pertencente a classe Dicotyledoneae, ordem Turbiflorae, família Solanaceae (FILGUEIRA, 2008), gênero *Solanum* L. (PERALTA; KNAPP; SPOONER, 2006) e subgênero *Eulycopersicum* (ALVARENGA, 2013), o tomateiro é considerado uma planta perene, de porte arbustivo, porém comporta-se como anual (ALVARENGA, 2013). Apesar de ser uma planta de clima tropical, pode ser encontrado em regiões ao norte do Equador, Chile, oeste do Pacífico e em altitudes de até 2000 metros nos Andes, com adaptabilidade a climas e altitudes variadas, não tolerando temperaturas extremas (LOPES; STRIPARI, 1998). A planta expressa seu melhor potencial produtivo, em temperaturas entre 13 e 28°C, podendo suportar até temperaturas de 5 a 36°C (FILGUEIRA, 2008).

### 2.1.1 Características botânicas

O tomateiro é uma solanácea herbácea constituído de raízes, haste central, frutos, folhas e flores (VIGILATO, 1988). O caule é flexível, não suportando o peso dos frutos e assim, não mantendo-se na posição vertical (FILGUEIRA, 2008). O sistema radicular é pivotante, composto por uma raiz principal, raízes secundárias e adventícias, com maior parte presente concentrando-se nos primeiros 20 cm de profundidade do solo (MATTEDI et al., 2007). Os frutos são carnosos, compostos por epicarpo (pele) e polpa, que por sua vez, se constitui de mesocarpo, endocarpo e semente (VIGILATO, 1988).

O ciclo do tomateiro varia de quatro a sete meses, incluindo um a três meses de colheita, quando cultivado em casa de vegetação, que ocorre 45-55 dias após a floração ou 90-120 dias após a sementeira (NAIKA et al., 2006). Apesar de ser uma planta perene, comporta-se como anual, podendo apresentar hábito de crescimento determinado, cultivares de uso para processamento industrial, e indeterminado, cultivares para consumo *in natura* (QIAN et al., 2017). No crescimento determinado as fases vegetativa e reprodutiva são bem definidas e há presença de inflorescência terminal que limita o crescimento da planta. Já no crescimento indeterminado, não há inflorescência terminal que limita o crescimento da planta e as fases vegetativa e reprodutiva ocorrem simultaneamente, podendo a planta atingir até 2,5 m de altura (ALVARENGA, 2013). Em Goiás, a maior parte da produção é destinada a indústria de polpa, cultivado sob sistema de irrigação com altas produtividades (IBGE, 2021).

Entre as hortaliças em volume mundial de produção e consumo, o tomate ocupa a segunda colocação, perdendo apenas para a batata (FAO, 2017). Dentre as hortaliças cultivadas é uma das mais importantes, com alto valor nutricional e produção em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (PEIXOTO et al., 2017). O fruto é rico em vitaminas A ( $\beta$  caroteno), B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B5 (niacina) e C, além de conter fibras, proteínas, carboidratos, sacarose, frutose, lipídios, minerais (fósforo, potássio, magnésio, zinco) e possui baixo valor calórico (CHANFORANA et al., 2012; ALVARENGA; COELHO, 2013; LUTEROTTI et al., 2015; REIFSCHNEIDER et al., 2015). Seu cultivo destina-se tanto para a indústria de processamento quanto para o consumo *in natura*, possuindo altos teores de licopeno, antioxidante essencial na prevenção de doenças e patologias cardíacas (BREKSA et al., 2015).

### **2.1.2 Importância nutricional, social e econômica**

O tomate é um fruto comumente consumido *in natura*, principalmente em saladas (LUZ et al., 2007). Contudo, abrange também o consumo na forma de produtos processados, como molhos, extratos, polpas e conservas (SOUZA et al., 2012). Por ser um alimento funcional, rico em vitaminas, licopeno e sais minerais, com a aumento pela procura por alimentos saudáveis, o mercado de tomates vem se fortalecendo (CARVALHO; PAGLIUCA, 2007; MONTEIRO et al., 2008). Desta forma, a cultura é reconhecida como poderosa fonte geradora de empregos diretos e indiretos, colaborando para a geração de renda em todos os segmentos de sua cadeia produtiva (SILVA; GIORDANO, 2000).

No mundo, a produção de tomate atingiu, no ano de 2019, 180,8 milhões de toneladas, sendo os países maiores produtores a China, com 35% da produção, seguido da Índia, Turquia e Estados Unidos, com 11%, 7% e 6%, respectivamente (FAO, 2021). O Brasil ocupa a décima posição no ranking mundial, com produção estimada de 3,68 milhões de toneladas produzidas em 61,5 mil hectares plantados na safra de 2021 (IBGE, 2021), gerando receita aproximada de R\$ 3,2 bilhões ao ano (CARVALHO; KIST; TREICHEL, 2016). Dentro da produção nacional, o estado de Goiás é o maior produtor com 1,03 milhões de toneladas produzidas em 13,8 mil hectares plantados, correspondendo a 27,9 % do total produzido em 2019, seguido de São Paulo com 20,2%, Minas Gerais com 15,0 %, Bahia com 7,1 %, Santa Catarina com 4,3 % e o Rio de Janeiro com 4,2 % (IBGE, 2021). A maior parte dos setores de produção nacional destina-se a produção para mesa e indústria, onde, em sua maioria, as cultivares de ciclo indeterminado (estaqueado) são destinadas ao consumo *in natura* e as de ciclo determinado (rasteiro) no processamento industrial (IBGE, 2018).

O tomate de mesa ou para consumo *in natura* é produzido em quase todas as regiões brasileiras, variando pela época e sistemas de cultivos (MATOS; SHIRAHIGE; MELO, 2012). Seu cultivo se dá por cultivares de hábito de crescimento indeterminando, necessitando ser tutorado na medida do desenvolvimento da planta (MATOS; SHIRAHIGE; MELO, 2012), necessidade não ocorrente em tomate para fins industriais (CLEMENTE; MENDONÇA; ALVARENGA, 2020). No cenário industrial, o destino dos frutos é variado, onde, de acordo com a ABRATOP (Associação Brasileira da Cadeia

Produtiva do Tomate para Processamento) 65% é destinado para fabricação de molhos, 21% para catchup, 8% para polpas e 6% para extratos. Já no mercado de sementes de olerícolas, o tomate representa 25%, o que corresponde a R\$ 200 milhões de faturamento para as empresas envolvidas (CARVALHO; KIST; TREICHEL, 2016).

Para consumo *in natura* os tomates são classificados conforme o formato do fruto, pela relação entre o comprimento e o diâmetro transversal do fruto e a cor do fruto sendo no Brasil (ALVARENGA, 2013). A classificação de grupamentos de cultivares mais usada pelos melhoristas é a proposta por Alvarenga, que considera cinco grupos no mercado: santa cruz, caqui, salada, saladete (italiano) e mini tomates (INCAPER, 2010).

## 2.2 Mini tomates

Mini tomates são tomates de tamanho reduzido e o seu consumo vem aumentando e se difundindo em todo o país, sendo considerado no mercado um segmento de “tomates especiais” (MACIEL et al., 2016; TAKAHASHI; CARDOSO 2015). A sua introdução no Brasil ocorreu por meio dos europeus, em especial, os italianos vindos ao final do século XIX e também por pássaros migratórios (AZEVEDO FILHO; MELLO, 2001). Chama a atenção pelo tamanho reduzido de seus frutos, tipicamente arredondados ou alongados, biloculares, dispostos na planta em cachos com mais de 15 frutos (ROCHA; PEIL; COGO, 2010). O seu grande diferencial se dá por ser saboroso e adocicado, chegando a ser comumente consumido como fruta ou aperitivo. Isso se dá pelo seu alto teor de sólidos solúveis, variando entre 9 e 12°Brix, considerando variedades do tipo cereja ou do tipo grape, enquanto que o tomate tradicional varia entre 4 e 6°Brix (ABH, 2012).

A utilização de mini tomate como adorno, aperitivo e na confecção de pratos diversos é uma opção a mais no consumo dessa hortaliça (GUSMÃO et al., 2000). O tomate do tipo cereja, como também é denominado, é incorporado em cardápios de restaurantes por serem pequenos e delicados, trazendo novos sabores e enfeites aos pratos e aperitivos, com vantagem de ter tamanho reduzido evitando desperdício (MACHADO; OLIVEIRA; PORTAS, 2003; ABRAHÃO et al., 2011).

Existe uma grande variedade de mini tomates que, em geral, possuem tamanho pequeno, casca lisa e fina, sabor adocicados e se diferenciam pela forma redonda, piriforme, ou ovalada; coloração que vai do amarelo ao vermelho, passando pelo laranja; tamanho de 3 a 30 g. Entre os principais mini tomates difundidos no mercado encontram-se o tomate cereja, os do tipo *gripe* e os do tipo italiano (SILVA; JAVARA; BRAZ,

2018). São produzidos geralmente em ambiente protegido, onde possibilita o controle de variáveis climáticas como radiação solar, temperatura e vento, o que resulta em ganho de produção e reduz o efeito da sazonalidade, oferecendo para o mercado consumidor o produto em períodos de escassez (PACHECO et al., 2018). O híbrido *Sweet Grape* vem se destacando no mercado, por ser uma cultivar altamente produtiva que se adaptou bem as condições climáticas da região Sul, Sudeste e Centro Oeste do Brasil, além de possuir alto teor de sólidos solúveis e baixa acidez. Além disso apresenta boa conservação da qualidade pós colheita (PRECZENHAK et al., 2014; HEATH, 2012).

### **2.2.1 Mini tomate do tipo *grape***

Dentre os tipos de mini tomate no mercado, sobressaem os de formato arredondado ou tipo uva (*grape*), de tamanho reduzidos, destacando-se pela cor vermelho intensa ou amarelo para alguns híbridos, alta firmeza, resistência à doenças e pelo valor nutricional comparado a outras cultivares (SOUZA, 2007, JUNQUEIRA; PEETZ; ONODA, 2011). Um dos híbridos que mais tem se destacado é o tomate Sweet Grape, por ser pequeno e mais saboroso. Possui ciclo de 60 dias, entre a plantação e o início da colheita, produzindo, a partir daí, continuamente, por seis meses. Seu cultivo é feito em casa de vegetação, com produtividade variando de 6 a 10 quilos por planta (JUNQUEIRA; PEETZ; ONODA, 2011).

O *Sweet Grape* foi desenvolvido pela empresa Sakata Seed Corporation, no Japão, e trazido para o Brasil no início da década de 2000, com frutos pequenos e alongados, peso médio entre 10 e 20 g, coloração vermelho intenso, tanto da casca quanto da polpa do fruto; baixo índice de acidez; casca lisa e fina; cachos grandes, bastante produtivos; teor de sólidos solúveis entre 6 e 10°Brix e sabor característico; apresenta grande aceitação pelo consumidor e é indicado para uso em saladas ou consumo em acompanhamento, como fruto *in natura* (HOLCMAN, 2009). Alguns híbridos do segmento do tipo *grape* foram desenvolvidos posteriormente no Brasil, como o BRS Zamir. Está cultivar, desenvolvida e lançada pela Embrapa em 2013, se destaca por possuir alto teor de licopeno, chegando a 144  $\mu\text{g g}^{-1}$ , enquanto outros híbridos comerciais do tipo *grape* possuem máximo de 40  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Além disso possui teor de sólidos solúveis de até 11°Brix. Seu cultivo é feito geralmente em ambiente protegido, com a planta

possuindo hábito de crescimento indeterminado, com início da colheita aos 80 dias após o transplante, produzindo de 6 a 8 kg de frutos por planta, com frutos compridos e de coloração vermelho intenso, pesando entre 10 e 15 g (BOITEUX, 2013).

No nicho de mercado de mini tomates, o número de frutos por penca é mais importante que o tamanho dos frutos produzidos. Logo, mini tomates do tipo grape encaixam bem no perfil do agricultor de base familiar que, mesmo em uma área pequena e com pouca estrutura, consegue produzir e possui alto rendimento econômico, contribuindo para melhorar a renda (PACHECO et al., 2018). Contudo, o cultivo é de alto risco, devido à exigência de constantes cuidados fitotécnicos, com alta sensibilidade a desordens fisiológicas em função do clima, status hídrico, nutrição mineral além de ataque de pragas e doenças. Dessa forma, devido seu alto valor comercial que possibilita a obtenção de produtos de melhor qualidade, quando comparado à produção em campo aberto, os mini tomates são amplamente cultivados em sistemas protegidos, em especial em sistemas hidropônicos, com uso de substratos (MACIEL et al., 2016).

### 2.3 Influência radiação no crescimento e desenvolvimento das plantas

A radiação solar é a fonte de energia para as plantas, sendo a maior parte dessa energia convertida em calor, acelerando o processo de transpiração e alterando a temperatura dos tecidos vegetais, muitas vezes, com consequências danosas para os processos metabólicos. O efeito da temperatura é dependente da intensidade da luz (radiação). Entretanto, sendo a luz um fator essencial no processo fotossintético, esta em excesso ou em quantidades insuficientes pode afetar o desenvolvimento da planta. A luminosidade exagerada pode provocar não só aumento da transpiração como redução comprometedoras no conteúdo hídrico das folhas, causando a chamada “foto-oxidação”, que frequentemente ocasiona a desidratação e a morte das células (RYDER, 1999). Tendo em vista que a planta começa a ter estresse após seus limites ideais de temperatura, ela devia a energia que seria usada para produção utilizando-a para se proteger contra os fatores estressantes (LEITE, 2000).

A radiação solar está dentre os principais fatores que podem ser controlados no ambiente protegido e que influencia no desenvolvimento das plantas (SILVA et al., 2011). O cultivo em ambiente protegido pode ser adotado para atenuar a densidade de fluxo de radiação solar incidente no intuito de aumentar o crescimento e melhorar a qualidade dos produtos cultivados sob condições de temperatura elevada (JONES, 1992). Algumas plantas apresentam melhor crescimento e aumento de produção quando são

submetidas às condições de luminosidade modificada (SOUZA et al., 2011; COSTA et al., 2012; CHAGAS et al., 2013). Os autores explicam que a luz é considerada o fator controlador dos processos vitais das plantas, que por sua vez, são afetados pela sua intensidade, duração e qualidade. Assim, o cultivo protegido tem o potencial de diminuir a sazonalidade de ofertas de produtos agricultáveis, uma vez que pode controlar fatores climáticos, podendo fornecer aos consumidores produtos de boa qualidade mesmo na entressafra (MARTINS, 2006).

A temperatura e a luminosidade apresentam papel importante na fotossíntese, de forma que a interação destes fatores poderá garantir um ambiente adequado ao processo fisiológico. Estudos mostram que a luminosidade pode influenciar na síntese de metabólitos secundários. Tal fato foi demonstrado por Martins (2006), que observou que plantas de *Ocimum gratissimum* (alfavacão) sob condições de sombreamento parcial obtiveram maior produção de óleo essencial que aquelas a pleno sol.

O desempenho das plantas em relação à energia solar incidente tem sido investigado há muito tempo. A partir disso, surgiram no mercado várias opções para oferecer proteção às plantas. Foram desenvolvidas algumas estruturas com telas, plásticos e vidros, originando os telados, as estufas e as casas de vegetação. De forma geral, os cultivos protegidos têm apresentado êxito para a produção comercial de algumas espécies (BRANT et al., 2009). O desenvolvimento e crescimento de uma planta podem ser regulados pela intensidade, qualidade e duração da luz. As respostas de uma planta a luz são chamadas de fotomorfogênese, sendo o estímulo luminoso percebido por um pigmento fotorreceptor (TAIZ; ZEIGER, 2017).

#### 2.4 Referências

ABH. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HORTICULTURA. **Tomate Cereja – Sabor e rentabilidade no mesmo produto**. Vitória da conquista, 2012. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/sobre.html>. Acesso em: 25 março 2023.

ABRAHÃO, C.; VILLAS BÔAS, R L.; SILVA, V. C.; RAMOS, A. R. P.; CAMPAGNOL, R.; BARDIVERSO, D. M. Produção de mini tomate em função de diferentes relações K:Ca:Mg na solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. S3813-S3919, 2011.

AL MURAD, M.; RAZI, K.; JEONG, B. R.; MUTHU ARJUNA SAMY, P.; MUNEER, S. Diodos emissores de luz (LEDs) como iluminação agrícola: impacto e seu potencial na melhoria da fisiologia, floração e metabólitos secundários das culturas. **Sustentabilidade**, v. 13, n. 4, p. 1985, 2021.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2. ed. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013. 455 p.

ALVARENGA, M. A. R.; COELHO, F. S. Valor Nutricional. *In*: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2. ed. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013. cap. 2, p. 23-29.

AZEVEDO FILHO, J. A.; MELLO, A. M. T. Avaliação de tomate silvestre do tipo cereja. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 41., 2001 Brasília, DF. **Resumos...** Brasília, DF: ABH, 2001.

QIAN, H.; LIU, T.; DENG, M.; MIAO, H.; CAI, C.; SHEN, W. WANG, Q. Effects of light quality on main health-promoting compounds and antioxidant capacity of Chinese kale sprouts. **Food Chemistry**, v. 196, p. 1232-1238, 2017.

BRANT, R. da S.; PINTO, J. E. B. P.; ROSA, L. F.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; FERI, P. H.; CORRÊA, R. M. Crescimento, teor e composição do óleo essencial de melissa cultivada sob malhas fotoconversoras. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1401-1407, 2009.

BREKSA, A. P.; ROBERTSON, L. D.; LABATE, J. A.; KING, B. A.; KING, D. E. Physicochemical and morphological analysis of ten tomato varieties identifies quality traits more readily manipulated through breeding and traditional selection methods. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 42, n. 6, p. 16-25, 2015.

CARVALHO, J. L.; PAGLIUCA, L. G. **Tomate: Um mercado que não para de crescer globalmente**. 2007. Hortifruti Brasil. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/tomate-um-mercado-que-nao-para-de-crescer.aspx>. Acesso em: 25 março 2023.

CARVALHO, C.; KIST, B. B.; TREICHEL, M. 2016. **Anuário brasileiro do tomate 2016**. Editora Gazeta Santa Cruz. Santa Cruz do Sul. Disponível em: <http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-tomate-2016/files/assets/basichtml/page16.html>. Acesso em: 15 março 2023.

CHAGAS, J. H.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K.V.; COSTA, A. G.; JESUS, H. C. R.; ALVES, P. B. Produção, teor e composição química do óleo essencial de hortelã-japonesa cultivada sob malhas fotoconversoras. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 297-303, 2013.

CHANFORANA, C.; LOONISA, M.; MORAA, N.; CARIS-VEYRATA, C.; DUFOUR, C. The impact of industrial processing on health-beneficial tomato microconstituents. **Food Chemistry**, v. 134, n. 4, p. 1786-1795, 2012.

CLEMENTE, F. M. V. T.; MENDONÇA, J. L.; ALVARENGA, M. A. 2020. **Tomate: tratos culturais**. Embrapa. Disponível em:

<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tomate/arvore/CONT000fa2qor2r02wx5e001x>. Acesso em: 17 março 2023.

COSTA, A. G.; CHAGAS, J. H.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de hortelã-pimenta cultivada sob malhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 534-540, 2012.

GUEDES, I.M.R. **Pesquisa desenvolve modelos para produção de hortaliças em fazendas verticais**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, set.2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56018612/pesquisa-desenvolve-modelos-para-producao-de-hortalicas-em-fazendas-verticais> >. Acesso em: 12 março 2023.

GUSMÃO, S. D.; PÁDUA, J. G.; DE GUSMÃO, M. T. A.; BRAZ, L. T. Efeito da densidade de plantio e forma de tutoramento na produção de tomateiro tipo “cereja” em Jaboticabal-SP. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 572-573, 2000.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de tomate**. Indicadores IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tomate/br>. Acesso em: 25 março 2023.

INCAPER. INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSITÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Tomate**. Vitória, ES: Incaper. 430p. 2010.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Countries by commodity 2017**, 2021. Disponível em: [http://fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity](http://fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity). Acesso em: 21 março 2023.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Database Result**, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/statistics/databases/en/>>. Acesso em: 21 março 2023.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2008. 412 p.

HEATH, D. W. **US Patent 8,097,792**. 2012. Disponível em: <https://www.google.com/patents/US7816583>. Acesso em: 18 março 2023.

HOLCMAN, E. **Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

JONES, H. G. **Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology**. 2 ed. Cambridge University Press, 1992, 429 p.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S.; ONODA, S. M. N. **Sweet Grape: Um modelo de inovação na gestão da cadeia de produção e distribuição de hortaliças diferenciadas no Brasil.** São Paulo: ESPM, Central de Cases, 2011. 19 p.

LEITE, C. A. Efeito de aluminet em estufa de *Pinus* y *Eucaliptus*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CULTIVO PROTEGIDO, 1., 2000, Holambra. **Anais...** Holambra: Polysack, 2000.

LOPES, M. C.; STRIPARI, P. C. A Cultura do Tomateiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais.** São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. cap. 12, 319 p.

LUZ, J. M. Q.; SHINZATO, A. V.; SILVA, M. A. D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 2, p. 7-15, 2007.

LUTEROTTI, S.; BICANIC, D.; MARKOVI, K.; FRANKO, M. Carotenes in processed tomato after thermal treatment. **Food Control**, Guilford, v. 48, n. 4, p. 67-74, 2015.

MACIEL, G. M.; FERNANDES, M. A. R.; MELO, O. D.; OLIVEIRA, C. S. Potencial agrônômico de híbridos de minitomate com hábito de crescimento determinado e indeterminado. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 144-148, 2016.

MACHADO, M. A. R.; OLIVEIRA, G. R. M.; PORTAS, C. A. M. Tomato root distribution, yield and fruit quality under subsurface drip irrigation. **Plant and Soil**, v. 255, p. 333-341, 2003.

MARTINS, J. R. **Aspectos da germinação de sementes e influência da luz no desenvolvimento, anatomia e composição química do óleo essencial em *Ocimum gratissimum* L.** Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Lavras - Universidade Federal de Lavras, 2006. 187 p.

MATTEDI, A. P.; SOARES, B. O.; ALMEIDA, V. S.; GRIGOLLI, J. F. J.; SILVA, L. J.; SILVA, D. J. H. In: SILVA, D. J. H.; VALE, F. X. R. (eds.). **Tomate: tecnologia de produção.** Viçosa: UFV, 2007.

MATOS, E. S.; SHIRAHIGE, F. H.; MELO, P. C. T. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 240-245, 2012.

MONTEIRO, C. S.; BALBI, M. E.; MIGUEL, O. G.; PENTEADO, P. T. P. S.; HARACEMIV, S. M. C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 19, p. 25-31, 2008.

NAIKA, S.; JEUDE, J. V. L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B. V. **A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização.** Agrodok 17. Fundação Agromista e CTA. Digigraf. Wageningen, 2006.

NASCIMENTO, R. R.; ZIDIOTTI, G. R.; DA SILVA PITTARELLI, B. F.; DA SILVA,

G. A. R.; MIYOSHI, J. H.; NASCIMENTO, M. G.; KLOSOSKI S. J.; MARCOLINO, V. A. Estudo dos pontos críticos de controle em linha de produção industrial de suco de laranja na região noroeste do paraná. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 20831-20849, 2020.

PACHECO, A. B.; DA SILVA, T. J.; BONFIM-SILVA, E. M.; CASTRO, H. A.; KOETZ, M. Yield and water use of cherry tomato under water availability and potassium doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 326-331, 2018.

PEIXOTO, J. V. M.; MORAES, E. R.; PEIXOTO, J. L. M.; NASCIMENTO, A. R.; NEVES, J. G. Tomaticultura: Aspectos morfológicos e propriedades físico-químicas do fruto. **Revista Científica Rural**, v. 19, n. 1, p. 108-131, 2017.

PERALTA, I. E.; KNAPP, S.; SPOONER, D. M. Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. **Tomato Genetics Cooperative Report**, v. 56, n. 4, p. 6-12, 2006.

PRECZENHAK, A. P.; RESENDE, J. T. V.; CHAGAS, R. R.; SILVA, P. R.; SCHWARZ, K.; MORALES, R. G. F. Caracteriza o agron mica de genótipos de minitomate. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p.348- 356, 2014.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; NASS, L. L.; HENZ, G. P.; HEINRICH, G. A.; RIBEIRO, C. S. C.; EUCLIDES FILHO, K.; BOITEUX, L. S.; RITSCHER, P.; FERRAZ, R. M.; QUECINI, V. **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros. Infográficos**. Brasília- Distrito Federal, 2015. 156 p.

ROCHA, M. Q.; PEIL, R. M. N.; COGO, C. M. Rendimento do tomate cereja em fun o do cacho foral e da concentra o de nutrientes em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.466-471, 2010.

RYDER, E. J. **Crop production Science in horticulture: Lettuce, endive and chicory**. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Salinas, USA. 1999. 208 p.

SAAVEDRA, T. M.; FIGUEROA, G. A.; CAUIH, J. G. D. Origin and evolution of tomato production *Lycopersicon esculentum* in México. **Ciência Rural**, v. 47, n. 3, e20160526, 2017.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Embrapa Comunica o para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças. Brasília - Distrito Federal, 2000.

SILVA, M. B.; JUNIOR, S. S.; RODRIGUES, L. F. O. S.; OLIVEIRA, R. G.; NOHAMA, M. T. R.; NUNES, M. C. M.; INAGAKI, A. M.; DIAMANTE, M. S. Desempenho de cultivares de couve-chinesa sob telados e campo aberto. **Revista Agrarian**, v. 4., n. 12, p. 91-97, 2011.

SILVA, M. A., JAVARA, N. N., BRAZ, M. R. S. Parâmetros sensoriais do tomate Sweet Grape desidratado em secador solar híbrido. In: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS 2018. 2018.

SOLDATELI, F. J.; BATISTA, C. B.; GODOY, F.; MELLO, A. C.; SOARES, F. S.; BERGMANN, M. D.; ETHUR, L. Z. Crescimento e produtividade de cultivares de tomate cereja utilizando substratos de base ecológica. In **Colloquium Agrariae**. vol. 16, n.1, 2019.

SOUZA, E. A.; SANTOS, D. G.; SOUZA, K. N. D.; BATISTA, K. A.; LOPES, F. M. Controle microbiológico de produto industrializado a base de tomate. **Revista de Biotecnologia & Ciências**, v. 1, p. 72-86, 2012.

SOUZA, G. S.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. M.; PINTO, J. E. B. P.; RESENDE, M. G.; BERTOLUCCI, S. K. V. Crescimento, teor de óleo essencial conteúdo de cumarina de plantas jovens de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) cultivadas sob malhas coloridas. **Revista Biotemas**, v. 24, p. 1-1, 2011.

SOUZA, N. Tomate mais doce sem acidez. **O Estado de São Paulo, Caderno Agrícola**. São Paulo, 27 jun. 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2017. 719 p.

TAKAHASHI, K.; CARDOSO, A. I. Produção e qualidade de mini tomate em sistema orgânico com dois tipos de condução de hastes e poda apical. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 515-520, 2015.

VIGILATO, H. P. **O Plantio do Tomate e sua comercialização**. Editora Tecnoprint S.A, 1988.

### 3. CAPÍTULO I

#### **Iluminação incidente e seu efeito sob os componentes de produção e compostos bioativos em tomateiro**

**Resumo:** O tomate é uma das principais hortaliças cultivadas no mundo e rico em vários nutrientes e minerais de grande importância para a saúde humana. Contudo a qualidade do fruto pode ser influenciada por variáveis ambientais, como a intensidade luminosa e a qualidade da luz. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de qualidade variável de iluminação incidente sobre os componentes de produção, qualidade de frutos e variáveis ecofisiológicas do minitomate *grape* BRS Zamir. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos (diferentes tipos de telas e pleno sol) e três repetições, composta por 12 vasos cada, contendo uma planta por vaso. Os tratamentos foram as telas ChromatiNet® Leno Pérola (35% de sombreamento), ChromatiNet® Leno Vermelha (30% de sombreamento), Aluminet® (60% de sombreamento) e pleno sol (controle). Foram avaliadas variáveis produtivas e agrônômicas, assim como carotenoides, coloração dos frutos, sólidos solúveis, acidez titulável, teor de clorofila, extravasamento de eletrólitos (TLE), vitamina C, área foliar específica (AFE), radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e avaliações ecofisiológicas. Os resultados mostraram que o cultivo com maior sombreamento com Aluminet® (60%), interferiu negativamente nos parâmetros produtivos, reduzindo a produção, assim como redução no diâmetro do caule, número de nós, clorofila *a*, PAR, eficiência do uso da água e a taxa de transporte de elétrons. Já a AFE e foi maior no cultivo com Aluminet®. Carotenoides (B-caroteno e Licopeno), coloração de frutos ( $L^*$ ,  $C^*$  e  $h^*$ ), TLE, vitamina C, taxa fotossintética, taxa transpiratória e condutância estomática e clorofila *b*, não sofreram influência do cultivo sob telas de sombreamento. O uso de telas de sombreamento é uma estratégia de cultivo que traz vantagens produtivas para a o cultivo de minitomates. Contudo o teor de sombreamento não deve ser alto, podendo prejudicar a produção, como ocorreu com Aluminet® com 60% de sombreamento que interferiu negativamente na maioria dos parâmetros produtivos e fisiológicos do tomate *grape* BRS Zamir.

**Palavras-chave:** minitomate, *Solanum lycopersicum*, tela fotosseletiva.

## **Production components and bioactive compounds in tomato grown under different light spectra**

**Abstract:** Tomato is one of the main vegetables grown in the world and rich in various nutrients and minerals of great importance for human health. However, fruit quality can be influenced by environmental variables, such as light intensity and light quality. This work aimed to evaluate the effects of variable quality of incident lighting on yield components, fruit quality and ecophysiological parameters of the minitomato grape BRS Zamir. The experiment was conducted in a randomized block design, with four treatments (different types of screens) and three replications, consisting of 12 pots each, containing one plant per pot. The treatments were ChromatiNet<sup>®</sup> Leno Pérola (35% shading), ChromatiNet<sup>®</sup> Leno Red (30% shading), Aluminet<sup>®</sup> (60% shading) and full sun (control). Productive and agronomic variables were evaluated, as well as carotenoids, fruit color, soluble solids, titratable acidity, chlorophyll content, electrolyte leakage (TLE), vitamin C, specific leaf area (AFE), photosynthetically active radiation (PAR) and evaluations ecophysiological. The results showed that the cultivation with greater shading with Aluminet<sup>®</sup> (60%) negatively interfered in the productive parameters, reducing the production, as well as reducing the stem diameter, number of nodes, chlorophyll a, PAR, water use efficiency and the rate of electron transport. The AFE e was higher in the cultivation with Aluminet<sup>®</sup>. Carotenoids (B-carotene and lycopene), fruit color (L\*, C\* and h\*), TLE, vitamin C, photosynthetic rate, transpiration rate and stomatal conductance and chlorophyll b, were not influenced by cultivation under shading screens. The use of shading screens is a cultivation strategy that brings productive advantages for the cultivation of mini tomatoes. However, the amount of shading should not be high, which could harm production, as happened with Aluminet<sup>®</sup> with 60% shading, which negatively interfered with most of the productive and physiological parameters of the BRS Zamir grape tomato.

**Keywords:** minitomato, shading screen, *Solanum lycopersicum*.

### 3.1 Introdução

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das hortaliças de maior importância no mundo, pertencente à família das Solanáceas, produzindo frutos ricos em vários nutrientes e vitaminas, além de deter grande importância econômica e social (PEIXOTO et al., 2017; MOURA; GOLYNSKI, 2018). Destaca-se por ser a segunda olerícola mais produzida e consumida no mundo e no Brasil, perdendo, em produção, apenas para a cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) (FAO, 2017).

No mundo, a produção de tomate atingiu, no ano de 2019, 180,8 milhões de toneladas, sendo os maiores produtores a China, Índia, Turquia e Estados Unidos (FAO, 2021). O Brasil ocupa a décima posição no ranking mundial, com produção estimada de 3,68 milhões de toneladas produzidas em 61,5 mil hectares plantados na safra de 2021 (IBGE, 2021), gerando receita aproximada de R\$ 3,2 bilhões ao ano (CARVALHO; KIST; TREICHEL et al., 2016). No cenário nacional, o estado de Goiás é o maior produtor com 1,03 milhões de toneladas produzidas em 13,8 mil hectares plantados, correspondendo a 27,9% do total produzido, seguido de São Paulo com 20,2%, Minas Gerais com 15,0 %, Bahia com 7,1 %, Santa Catarina com 4,3 % e o Rio de Janeiro com 4,2% (IBGE, 2021).

Além da sua importância econômica, o tomate, por ser um alimento funcional, possui relevância na nutrição humana, sendo rico em vitamina C, sais minerais, compostos fenólicos e licopeno que são capazes de interferir positivamente na redução de doenças degenerativas, como o câncer e no envelhecimento precoce. Isso pode ser explicado a partir do mecanismo de ação de tais compostos, que diminuem os danos oxidativos de lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos, restringindo os efeitos maléficos ao organismo (NASCIMENTO et al., 2020).

Os mini tomates vem ganhando grande destaque no cenário mercadológico e o seu consumo vem se difundindo. Isso porque o seu grande diferencial se dá no sabor adocicado, resultado do seu alto teor de sólidos solúveis, variando entre 9 e 12 °Brix, chegando a ser comumente consumido como fruta ou tira-gosto (ABH, 2012). Contudo, o cultivo é de alto risco, devido à exigência de constantes cuidados fitotécnicos, com alta

sensibilidade a desordens fisiológicas em função do clima, status hídrico, nutrição mineral além de ataque de pragas e doenças. Dessa forma, devido seu alto valor comercial que possibilita a obtenção de produtos de melhor qualidade, quando comparado à produção em campo aberto, os mini tomates são amplamente cultivados em sistemas protegidos (MACIEL et al., 2016; SOLDATELI et al., 2019).

O sistema de agricultura em cultivo protegido permite o cultivo de espécies vegetais com ou sem substrato, em ambiente fisicamente isolado do mundo exterior, eliminando assim fontes de inóculo para fitopatógenos, iluminação artificial e controle de diversas variáveis meteorológicas como: temperatura e umidade relativa do ar, radiação líquida e global, concentração de CO<sub>2</sub>, entre outras que são ajustadas de acordo com a necessidade da cultura (GUEDES, 2020), o que permite à planta expressar seu potencial máximo produtivo e com frutos de alta qualidade e valor nutricional (AL MURAD et al., 2021). Entre esses fatores a luz está completamente ligada aos processos fisiológicos das plantas em diversas maneiras. Na abertura estomática, funciona como um indutor, pois a combinação com proporções maiores de comprimentos de onda azul em relação a vermelho, podem causar a abertura dos estômatos (AL MURAD et al., 2021).

Diante da necessidade de aumentar a produtividade aliada conjuntamente com a qualidade dos frutos de mini tomates, é indispensável aprimorar o manejo em ambientes protegidos buscando alternativas que busquem otimizar a produção. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de qualidade variável de iluminação incidente sobre os componentes de produção, qualidade de frutos e ecofisiológicos de tomate.

## 3.2 Material e Métodos

### 3.2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de 19 de maio a 04 de outubro de 2022, no setor do campo experimental da Embrapa Hortaliças, na área rural do Gama, DF, localizada entre a latitude 15° 56' S e longitude 48° 08' O e altitude de 997,6 m. A classificação do clima do local, segundo Köppen-Geiger é de tropical de savana (Aw) e as temperaturas médias são 28,2°C de máxima e 12,9°C de mínima. A evaporação do tanque Classe A é de 2000 mm ano<sup>-1</sup>, com média de 5,6 mm dia<sup>-1</sup> e a umidade relativa do ar varia de 70% nos meses chuvosos a 10% nos meses de seca. A estação chuvosa compreende os meses de outubro a abril, com precipitação média anual de 1400 mm (BRAGA et al., 2006).

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, em delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), num total de três, com quatro tratamentos (diferentes tipos de telas fotosselativas e pleno sol), compreendendo 12 parcelas, contendo 12 vasos e uma planta por vaso. As telas utilizadas foram: ChromatiNet® Leno Pérola (35% de sombreamento), ChromatiNet® Leno Vermelha (30% de sombreamento), Aluminet® (60% de sombreamento). Um tratamento sem tela, a pleno sol foi utilizado como controle. As amostras dos frutos coletadas durante a condução do experimento foram transportadas para o Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos (LCTA) e Genômica II da Embrapa Hortaliças, DF, para posteriores avaliações.

### 3.2.2 Cultura e manejo cultural

Para produção das mudas, sementes da variedade de tomate *grape* BRS Zamir foram semeadas em bandeja de polietileno de 60 células com substrato Ha Hortaliças® adubado com 300 g de adubo formulado 4-14-8 e 100 g de calcário dolomítico para 25 kg de substrato. Após 28 dias as mudas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 10 L preenchidos com fibra de coco. Os nutrientes foram fornecidos via fertirrigação, com a condutividade elétrica (CE) 1,0 mS.cm<sup>-1</sup> e pH entre 5,5 e 6,0. Fornecido via gotejadores com vazão de 4 L h<sup>-1</sup>, onde inicialmente o tempo de irrigação foi de 7 minutos, fracionados durante o dia em 9 tempos de irrigação com 45 segundos cada, durante toda a semana. De acordo o desenvolvimento das plantas a CE da solução foi aumentado juntamente com o tempo de irrigação. A solução nutritiva utilizada foi a recomendada para hortaliças tipo fruto, conforme Furlani et al. (1998) (Tabela 1 e 2).

**Tabela 1.** Quantidades de sais para o preparo de 30 L de solução nutritiva estoque A.

Sal/fertilizante	g/30 L
Nitrato de cálcio	760
Nitrato de potássio	985
Ferrilene® (FeEDDHA-6%Fe)	85

Fonte: Furlani et al. (1998)

**Tabela 2.** Quantidades de sais para o preparo de 30 L de solução nutritiva estoque B.

<b>Sal/fertilizante</b>	<b>g/30 L</b>
Nitrato de potássio	760
Fosfato monoamônio MAP	685
Sulfato de magnésio	1480
Sulfato de manganês	4
Sulfato de zinco	9
Sulfato de cobre	1,5
Molibdato de sódio	1
Bórax	10

Fonte: Furlani et al. (1998).

Para fertilização das plantas, as duas formulações de solução nutritiva, preparadas separadamente, foram diluídas e misturadas em caixa d'água de 1000 L até atingir a CE desejada e aplicadas via fertirrigação por gotejamento. O tomateiro foi conduzido em linha dupla com espaçamento adotado de 0,5 m entre plantas e 0,5 m entre fileiras e 1 m entre linhas duplas, adaptada conforme recomendado por Filgueira (2008). Ao longo do experimento foram realizados tratos culturais necessários ao seu pleno desenvolvimento, como: tutoramento, desbrota e aplicação de fitossanitários. O tutoramento foi realizado aos nove dias após transplântio (DAT) com fitilho vertical em cada planta, para evitar o tombamento. O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente por catação nos vasos. A desbrota foi realizada semanalmente com auxílio de tesoura de poda retirando as brotações axilares.

Para o controle de insetos pragas foram feitas duas aplicações de inseticidas, para controle da larva minadora (*Liriomyza huidobrensis*) e da mosca branca (*Bemisia tabaci*). Foi utilizado o inseticida para o controle dos insetos. A primeira aplicação foi feita aos 21 DAT, e na segunda aplicação, utilizou-se o inseticida TIGER 100 EC, aos 51 DAT. Todas as dosagens e medidas de segurança foram seguidas conforme recomendado pelo fabricante do produto e prescrito na bula.

### 3.2.3 Variáveis Sivanto Prime 200 SL<sup>®</sup> analisadas

Ao longo dos cinco meses de condução do experimento foram avaliadas as seguintes variáveis: produtivas do tomateiro (produção por planta, produção total, número de frutos comerciais, não comerciais e com podridão apical e peso médio de frutos massa por fruto), variáveis agrônômicas (altura de planta, diâmetro do caule e número de nós),

carotenoides, coloração dos frutos, sólidos solúveis, acidez titulável, teor de clorofila, extravasamento de eletrólitos (TLE), vitamina C, área foliar específica (AFE), radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e avaliações ecofisiológicas. Os dados foram submetidos a análise de variância e quando significativo, submetido ao teste Tukey ( $p < 0,05$ ) para comparação das médias, usando o programa estatístico SISVAR.

#### *i) Componentes de produção e performance produtiva*

Foram avaliados, por planta, a produção total (kg); a produção de frutos comerciais - FC (kg), resultado da diferença entre produção total e de frutos não comercializáveis (FNC); massa total de frutos (g); massa total de frutos comerciais, não comerciais e com podridão apical (g). Para os parâmetros de produção foram realizadas colheitas aos 71, 75, 78, 86, 91, 98, 105 e 111 DAT, todos os frutos maduros foram colhidos, contabilizados e pesados e a soma de todas as avaliações foram usadas para os cálculos. Frutos eram considerados não comerciais quando apresentavam podridão apical (FPA), algum dano causado por inseto ou quando eram muito pequenos se diferindo da maioria. A classificação foi feita manual.

A performance produtiva do tomateiro foi avaliada por meio do monitoramento periódico dos componentes de produção da cultura. Foram avaliados altura de planta aos 50 DAT e diâmetro do caule e número de nós aos 98 DAT.

#### *ii) Carotenoides*

Os frutos foram colhidos em setembro de 2022, aos 111 DAT, sendo utilizados, no mínimo, três frutos de cada tratamento por bloco. Foram obtidas 2,0 g de tecido homogeneizado do pericarpo do fruto. As sementes foram removidas e as amostras da polpa dos frutos foram armazenadas em freezer a temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$ , até o momento da extração. O método de extração foi conduzido de acordo com o procedimento descrito por Rodriguez-Amaya (2001). Para a extração dos carotenoides do tecido homogeneizado foram adicionados 40 mL de acetona (repetidas vezes) até a completa extração dos carotenoides das amostras, determinada pela ausência de cor no tecido. Nesta etapa as amostras foram submetidas a um extrator (Polytron, Kinematica), seguida de uma filtragem a vácuo, com o auxílio de um kitasato em ambiente com baixa luminosidade,

visando minimizar a foto-oxidação dos pigmentos.

A partição dos carotenoides foi feita com o uso de 40 mL de éter de petróleo adicionados ao extrato, em um funil de decantação. Os pigmentos foram transferidos da acetona para o éter de petróleo através de pequenas frações, seguidas de água destilada, descartando-se a fase inferior, até a total remoção da acetona. A solução dos pigmentos em éter de petróleo foi transferida para um balão volumétrico de 50 mL, passando por um filtro contendo sulfato de sódio, como material higroscópico, para retirada do excesso de água do material. Em seguida realizou-se a leitura da absorbância com auxílio de um espectrofotômetro de absorção molecular, UV – visível, a 450 e 470 nm. Posteriormente, o éter foi evaporado em um evaporador rotatório.

Para a dosagem dos carotenoides em HPLC/CLAE, os extratos foram resolubilizados em 2 mL de acetona seguida de uma filtração em filtro hidrofóbico (Millex – FH – Millipore, polytetrafluoretileno-PTFE, 0,45 mm), com auxílio de uma seringa de vidro. Uma amostra de 10 µL obtida a partir desta solução foi, imediatamente, injetada no cromatógrafo.

As análises dos carotenoides foram feitas em duplicatas. Para a determinação dos teores e tipos dos carotenoides foi seguido o procedimento descrito por Rodriguez-Amaya (2001), via Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). A plataforma CLAE utilizada consistiu de um computador com sistema de dados (LC Solucion-Shimadzu), um auto-injetor de amostra e um detector visível/ultravioleta com arranjo de fotodiodo (Shimadzu). Na análise por CLAE, a separação foi feita de forma isocrática em uma coluna monomérica C18 (Waters ODS2) de fase reversa 3,0 µm, 4.6 x 150 mm. A fase móvel foi composta por acetonitrila:metanol:acetato de etila na proporção 8:1:1 (v:v:v). O fluxo da fase móvel foi de 0.8 mL/minuto e o tempo total de corrida de 60 minutos.

O perfil dos carotenoides foi obtido a partir de um foto detector do tipo fotodiodo (PDA – “photodiode array detector”) UV-vis (ultravioleta – visível) que gerou um espectro de absorção de cada carotenóide na amplitude de comprimento de onda de 190 a 800 nm. A identificação dos carotenoides foi baseada no uso combinado do tempo de retenção (tR) e o espectro de absorção ultravioleta e visível, obtido pelo foto detector fotodiodo, comparado com o cromóforo (dados publicados na literatura) e pela observação da estrutura fina dos carotenoides, que é a relação percentual entre a absorbância do pico de maior comprimento de onda e o pico central dos carotenóides (% III/II), conforme esquema apresentado na Figura 1.

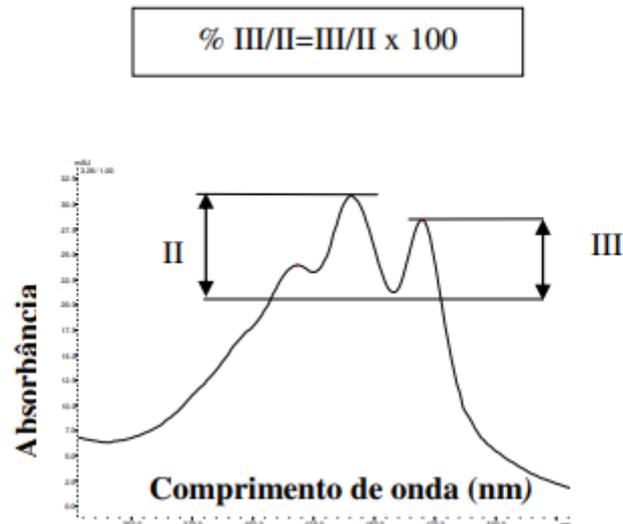


Figura 1. Obtenção da estrutura fina do espectro de carotenoides (modificada de BRITTON, 1995).

Os teores de carotenoides totais foram obtidos mediante a leitura de absorbância em espectrofotômetro utilizando a fórmula descrita por Bianchini; Penteado (2006) e o cálculo do teor de carotenoides totais foi utilizada a fórmula abaixo:

$$\mu\text{g/g} = \frac{\text{absorbância máxima} \times \text{volume de} \times 10^6}{10^2 \times A\% \times 1\text{cm} \times \text{massa da amostra (g)}}$$

A detecção de licopeno e do  $\beta$ -caroteno foi realizada a 450 nm com um detector de diodos. A concentração do licopeno e do  $\beta$ -caroteno foi calculada a partir de uma curva padrão de  $\beta$ -caroteno (Sigma-Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, EUA) e expressa em  $\mu\text{g g}^{-1}$  (massa fresca). O LCSolution Software (versão 5.57) foi usado para coletar e processar os dados.

### iii) Coloração dos frutos

Os frutos foram avaliados quanto coloração externa segundo AOAC (2005). A determinação da coloração da polpa foi realizada por um colorímetro Minolta CR-10 no sistema tri-axial de cores ( $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$ ), realizando a leitura em três pontos de cada amostra. Foram determinados os valores de  $L^*$ ,  $C^*$ (chroma) e  $h^*$  (ângulo hue), onde  $L^*$

indica a luminosidade,  $h_o^*$  indica tonalidade e  $C^*$  indica a intensidade da cor. As fórmulas utilizadas para os cálculos de ângulo hue e Cromo foram:  $\text{ângulo Hue} = \text{arcotangente}(a,b) * 180/\pi$  e  $\text{Croma} = (a^2 + b^2)^{1/2}$ . Foram feitas quatro avaliações aos 75, 78, 83 e 98 DAT.

#### *iv) Sólidos solúveis*

A determinação do teor de sólidos solúveis totais foi realizada por refratometria. Aos 71, 75, 78, 83 e 98 DAT, três frutos foram cortados em cubos, homogeneizados e esmagados com auxílio de espremedor para extração do exsudado, cujo teor de SST foi medido com auxílio de refratômetro digital (PAL-1, Atago) com compensação de temperatura automática a 25 °C, expresso em °Brix (AOAC, 2005).

#### *v) Acidez titulável*

O teor de acidez das amostras foi determinado aos 78, 83 e 98 DAT, diluindo-se 10 g das amostras compostas trituradas em 50 mL de água destilada, utilizando o método de titulação automática em pH 8,2 ajustado a partir da adição de solução 0,5 mol L<sup>-1</sup> de NaOH (TitroLine® easy, SI Analytics), segundo AOAC (2005). A acidez da solução foi expressa em porcentagem de ácido cítrico, e calculado através da seguinte equação:

$$\% \text{ ácido cítrico} = (\text{ml}(\text{NaOH}) * N(\text{NaOH}) * 0,064 / 10) * 100$$

Onde:

ml (NaOH) = Quantidade gasta de NaOH na titulação, em ml;

N (NaOH) = Qual a diluição de NaOH foi utilizada.

#### *vi) Teor de clorofila (DMSO)*

A análise foi adaptada baseada no método descrito por segundo Ronen; Galun (1984). Foram coletados, aos 97 DAT, discos foliares do tomateiro, com 5 mm de diâmetro com o auxílio do furador de folha e imediatamente imersos em 5 mL de dimetilsufóxido (DMSO) saturado com carbonato de cálcio, onde em seguida eram colocados em uma caixa de isopor ao abrigo da luz. Posteriormente as amostras foram levadas ao freezer com temperatura de -20°C até o momento da análise. Onde as amostras foram submetidas às temperaturas de 30°C em banho maria, por 16 horas.

Após o período de incubação, as amostras foram lidas em espectrofotômetro de

absorção molecular nas absorvâncias de 665 nm para a determinação o teor de clorofila a, 649 nm para clorofila b, 480 nm para valores de carotenoides. A clorofila total foi obtida pela soma das clorofilas a e b. A divisão entre os valores de clorofila a e b foi utilizada para obter a razão clorofila a/b. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Bioespectro® SP220, Curitiba, PR, Brasil), utilizando cubeta de quartzo.

*vii) Extravasamento de eletrólitos (TLE)*

O extravasamento de eletrólitos foi determinado a partir da adaptação da metodologia descrita por Tarhanen et al. (1999). Para isso, aos 98 DAT, 15 discos foliares do tomateiro de 5 mm de lavados três vezes com água deionizada. Após este procedimento, as mesmas foram transferidas para tubo falcon contendo 30 mL de água deionizada e deixadas em repouso no escuro por 24 horas. Posteriormente foi feita a leitura da condutividade elétrica (CL) da solução. Em seguida as amostras foram levadas ao banho maria a 25°C por uma hora. Decorrido esse tempo, aguardou-se a amostra perder calor até atingir temperatura ambiente, em seguida leu-se a condutividade total (CT). Em ambos os casos a condutividade foi avaliada utilizando-se um condutivímetro (Lutron, CD-4301). O extravasamento de eletrólitos foi calculado pela relação  $TLE = [(CL+CT) \times 100]$  e o resultado foi expresso em percentagem.

*vii) Vitamina C*

A avaliação foi feita aos 98 DAT. Sendo utilizado 10 mL do sobrenadante e adicionado 10 mL de solução ácida. Para isso, agitou-se e adicionou-se duas gotas da solução de azul de metileno 0,05% em seguida titulou-se a amostra com o reativo de Tillmans até obtenção de coloração ligeiramente rosada e estável por 15 seg. Fez-se um branco constituído de 10 mL da solução ácida e com volume de água igual ao da solução do corante gasto na titulação da amostra e titulou-se.

$$\frac{V \times F \times 100}{A} = \text{ácido ascórbico por 100 mL de amostra}$$

V = volume da solução de Tillmans gasto na titulação

F = fator da solução de Tillmans

A = mL da amostra utilizada

Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 mL de amostra (PREGNOLATTO; PREGNOLATTO, 1985).

#### vii) *Área foliar específica (AFE)*

A AFE foi determinada a partir de discos foliares coletados aos 95 DAT. Foram coletados quatro discos foliares do tomateiro por parcela. Cada disco possuía 12 mm de diâmetro (AF) e foram feitos com o auxílio do furador de folha. Esses discos foram secos em estufa a 65°C até atingirem massa constante. Em seguida, esperou-se o material resfriar até atingir temperatura ambiente para serem pesados em balança analítica de precisão, resultando na massa seca da folha (MSF). A área foliar específica (AFE) foi calculada empregando a equação:  $AFE = AF/MSF$ .

#### ix) *Radiação fotossinteticamente ativa (PAR)*

Foram feitas leituras de PAR ( $W\ m^{-2}$ ), utilizando o protocolo PhotosynQ Rides, na altura do terço médio do local do experimento, no período da manhã das 11h às 12h com o aparelho MultispeQ v2.0, com auxílio do software PhotosynQ. As avaliações foram feitas aos 41, 64, 69, 77 e 90 DAT entre período do início do florescimento e final do amadurecimento dos frutos.

#### x) *Avaliações ecofisiológicas*

As trocas gasosas foram avaliadas no 93 DAT, no período entre 08h 30 min. e 11h 30 min. As plantas foram avaliadas quanto à taxa fotossintética ( $A$ ,  $\mu\text{mol}\ m^{-2}\ s^{-1}\ \text{CO}_2$ ), transpiração ( $E$ ,  $\text{mmol}\ m^{-2}\ s^{-1}\ \text{H}_2\text{O}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ,  $\text{mol}\ m^{-2}\ s^{-1}\ \text{H}_2\text{O}$ ), taxa de transporte de elétrons (ETR,  $\mu\text{mol}\ m^{-2}\ s^{-1}$ ) e quanto à relação entre concentração interna e externa de  $\text{CO}_2$  ( $[C_i/C_a]$ ). A partir dos valores de  $A$  e  $E$  foi obtido a eficiência do uso da água (EUA,  $\mu\text{mol}\ \text{CO}_2/\text{mmol}\ \text{H}_2\text{O}$ ), seguindo a equação  $EUA = A/E$  (ROSALES et al., 2012). Para avaliação, foram analisadas três plantas sendo uma folha completamente expandida de cada planta por bloco utilizando o analisador de gases infravermelhos (IRGA-Infrared Gas Analyzer, LI-6800, LICOR Inc., Lincoln, NE, USA). Os parâmetros utilizados no momento da leitura foram: flow 700  $\mu\text{mol}\ s^{-1}$ ; concentração de  $\text{CO}_2$  400  $\mu\text{mol}$ , PAR

1800  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

### 3.3 Resultados e discussão

#### 3.3.1 Componentes de produção e performance produtiva

A produção do tomateiro foi influenciada pelos diferentes tipos de telas usadas. A média da produção total, FC, FNC e FPA, foi estatisticamente inferior no Aluminet<sup>®</sup>, com produção equivalentes a 700; 510; 200 e 110 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 3). Os demais tratamentos (controle, ChromatiNet<sup>®</sup> Leno Vermelha e ChromatiNet<sup>®</sup> Leno Pérola) apresentaram médias estatisticamente iguais nas variáveis produtivas. Resultados semelhantes foram observados nos frutos, onde o Aluminet<sup>®</sup> apresentou médias estatisticamente inferiores na massa total (7,33 g), FC (5,28 g), FNC (2,05 g) e FPA (1,17 g), enquanto que os demais tratamentos apresentaram médias superiores e estatisticamente iguais entre si (Tabela 4).

**Tabela 3.** Produção relativa de tomate (*grape* BRS Zamir) por planta, em frutos comerciais, não comerciais, com podridão apical e total cultivados sob diferentes telas fotosselativa.

Tratamento	Produção planta <sup>-1</sup> (kg) <sup>3</sup>			
	FC	FNC	FPA	Total <sup>2</sup>
Controle	0,64 ab	0,46 a	0,45 a	1,10 a
Aluminet <sup>®</sup>	0,51 b	0,20 b	0,11 b	0,71 b
ChromatiNet <sup>®</sup> Leno Vermelha	0,57 ab	0,43 a	0,40 a	1,00 a
ChromatiNet <sup>®</sup> Leno Pérola	0,66 a	0,50 a	0,43 a	1,16 a
CV (%)	8,56	9,63	21,05	6,03

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

<sup>2</sup> Total = FC + FNC, onde FC = frutos comerciais; FNC = frutos não comerciais e FPA = frutos com podridão apical (parte do FNC). <sup>3</sup> Produção resultado da soma de todas avaliações (71, 75, 78, 86, 91, 98, 105 e 111 dias após o transplantio (DAT)).

**Tabela 4.** Produção em massa por fruto de tomate (*grape* BRS Zamir), em frutos comerciais, não comerciais, com podridão apical e total cultivados sob diferentes telas fotosselativa.

Tratamento	Peso médio de fruto <sup>-1</sup> (g) <sup>3</sup>			
	FC	FNC	FPA	Total <sup>2</sup>
Controle	6,72 ab <sup>1</sup>	4,71 a	4,55 a	11,43 a
Aluminet <sup>®</sup>	5,28 b	2,05 b	1,17 b	7,33 b

ChromatiNet® Leno Vermelha	5,95 ab	4,48 a	4,14 a	10,09 a
ChromatiNet® Leno Pérola	6,91 a	5,24 a	4,49 a	11,40 a
CV (%)	8,57	9,66	21,95	6,16

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

<sup>2</sup> Total = FC + FNC, onde FC = frutos comerciais; FNC = frutos não comerciais e FPA = frutos com podridão apical (parte do FNC). <sup>3</sup> Produção resultado da soma de todas avaliações (71, 75, 78, 86, 91, 98, 105 e 111 dias após o transplântio (DAT)).

Os resultados observados demonstram que a tela Aluminet® afetou sobremaneira a produção do tomateiro. Esse efeito pode ser atribuído ao maior sombreamento (60%) que interferiu no índice de radiação, prejudicando no desenvolvimento das plantas que se tornam fotossinteticamente menos ativas. Já as demais telas, ChromatiNet® Leno Vermelha e ChromatiNet® Leno Pérola, com 30 e 35% de sombreamento, respectivamente, não interferiram na produção do tomateiro quando comparado ao tratamento controle, pleno sol. “Plantas de sol” (plantas adaptadas a habitats de campo aberto), como o tomateiro, quando cultivadas em ambientes sombreados com alta incidência da luz no espectro do vermelho distante ativam processos fisiológicos de maior desenvolvimento vegetativo.

Isso funciona como um mecanismo de sobrevivência ativado pelos fitocromos de forma a evitar o sombreamento provocado pela competição com demais plantas por luz. Quando isso ocorre as plantas podem deixar de realocar recursos para os frutos e começam a investir no alongamento de seus entrenós (TAIZ et al., 2017), fato que certamente contribuiu para as menores produtividades no tratamento com Aluminet®, mais sombreado dentre os tratamentos (60%) que em contrapartida, apresentou maior altura de planta (Tabela 5), concordando com os apontamentos de Taiz et al. (2017).

Resultados semelhantes foram encontrados por Pereira (2015), quando foi relatada uma relação quadrática negativa quanto a permanência das coberturas de agrotêxtil sobre a cultura do melão e a sua produtividade, independentemente das colorações utilizadas.

De acordo com o autor, o número de frutos por planta começa a decair a partir dos 28 DAT com a cobertura ininterrupta de agrotêxtil. Resultados esses que foram atribuídos ao fato de que quanto mais tardia a retirada da cobertura, maior o abortamento de flores e, por isso, as plantas tendem a incrementar principalmente o seu crescimento vegetativo. Já Ilić et al. (2017) no cultivo de alface de verão (*Lactuca sativa* L. cv. Tizian), obtiveram maior número de folhas cultivado sob tela pérola, em relação ao pleno sol, além de maior peso da cabeça, sob a tela pérola e vermelha.

Analisando a variável altura de plantas verificou-se que todos os tratamentos foram estatisticamente iguais, não diferindo do controle (Tabela 5). Contudo, no cultivo com tela Aluminet® as plantas tiveram um crescimento de 6,18 cm superior comparado ao controle, enquanto que no cultivo com as telas ChromatiNet® Leno Vermelha e ChromatiNet® Leno Pérola esse valor foi de 5,7 e 2,09 cm. Para os parâmetros diâmetro do caule e número de nós, o cultivo com tela Aluminet® foi a que apresentou os menores valores (8,54 mm e 19,50 nós, respectivamente), diferindo dos demais, enquanto que o controle apresentou as maiores médias (11,41 mm e 20,83 nós, respectivamente).

**Tabela 5.** Altura de plantas e diâmetro e diâmetro do caule e número de nós de plantas de tomate (*grape* BRS Zamir) cultivados sob diferentes telas fotosseletiva.

<b>Tratamento</b>	<b>Altura de planta (cm)<sup>2</sup></b>	<b>Diâmetro do caule (mm)<sup>3</sup></b>	<b>Número de nós<sup>3</sup></b>
Controle	158,44 a <sup>1</sup>	11,41 a	20,83 a
Aluminet®	164,62 a	8,54 c	19,50 b
ChromatiNet® Leno Vermelha	164,14 a	9,64 bc	20,30 ab
ChromatiNet® Leno Pérola	160,53 a	10,59 ab	19,61 b
CV (%)	8,12	13,80	6,30

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

<sup>2</sup>Avaliação aos 50 dias após o transplântio. <sup>3</sup> Avaliação aos 98 dias após o transplântio.

A altura das plantas, diâmetro do caule e número de nós foi crescente de acordo com o aumento dos DAT. A altura das plantas teve os menores valores no controle apresentado, seguido do cultivo com as telas ChromatiNet® Leno Pérola, Aluminet® e ChromatiNet® Leno Vermelho (Figura 2). Já o diâmetro do caule apresentou os menores e maiores valores no cultivo com a tela Aluminet® e em pleno sol (controle), respectivamente (Figura 3), enquanto que o número de nós os valores se mantiveram semelhantemente próximos em todos os tratamentos (Figura 4).

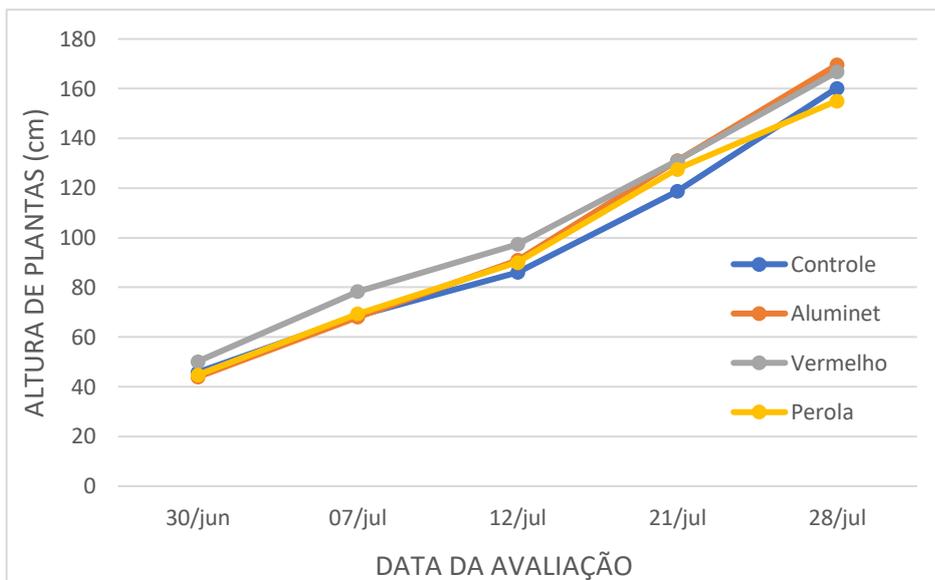


Figura 2. Altura de plantas de tomate, variedade *grape* BRS Zamir, cultivados sob diferentes telas fotosselativa.

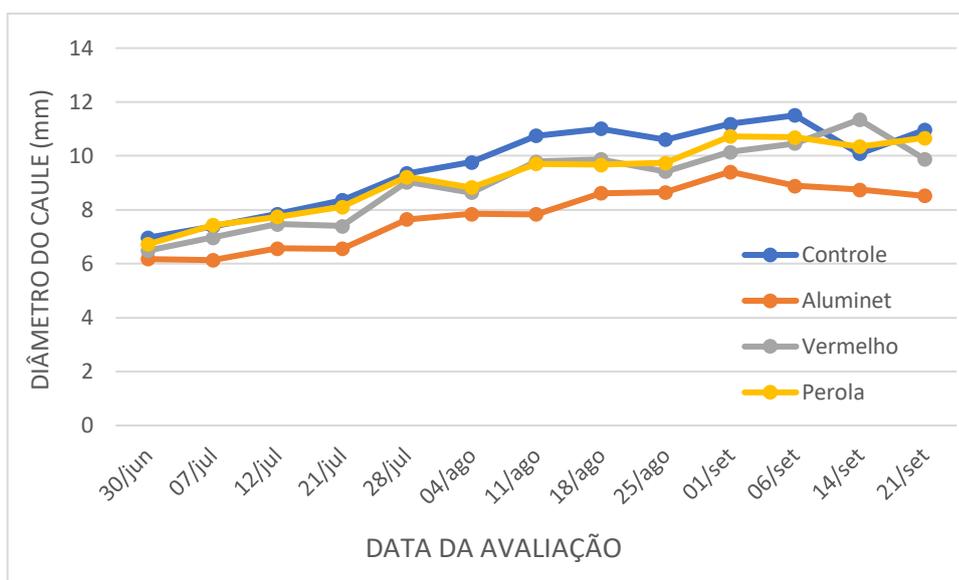


Figura 3. Diâmetro do caule de plantas de tomate, variedade *grape* BRS Zamir, cultivados sob diferentes telas fotosselativa.

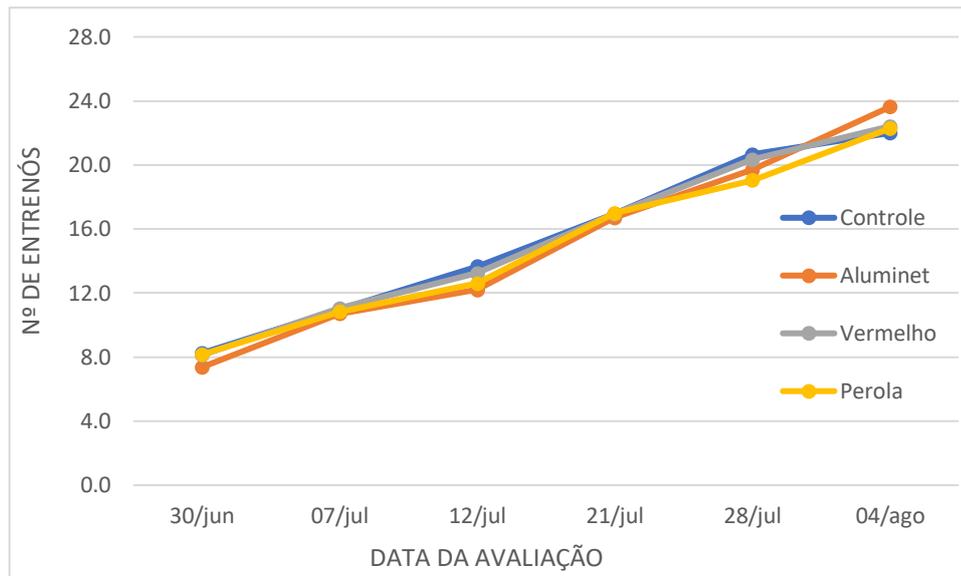


Figura 4. Número de nós em plantas de tomate, variedade *grape* BRS Zamir, cultivados sob diferentes telas fotosselativas.

Gama et al. (2017), em experimento com diferentes cultivares de mini tomates e tempos de amostragem sob telas de sombreamento vermelha, azul, cinza e a pleno sol, verificou-se que houve acréscimo de massa seca nos diferentes órgãos das plantas para todos os tipos de ambientes e que o maior acúmulo ocorreu no ambiente com tela vermelha. Isso demonstra que, o maior sombreamento induz o maior crescimento vegetativo de plantas de tomate, como observado no Aluminet<sup>®</sup> que teve a maior altura de plantas.

### 3.3.2 Carotenoides

A coloração apresentada nos frutos é determinada, em grande parte, pela quantidade e pela composição de carotenoides depositados nos cromoplastos (HA *et. al.*, 2007). Os frutos maduros de tomate analisados neste trabalho não apresentaram grande variedade de cores. Foram observados frutos de coloração variando entre amarelo, laranja e vermelho. Avaliando o teor de carotenoides,  $\beta$ -caroteno e licopeno, não foi observado diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 6), o que demonstra a pouca variação na coloração dos frutos maduros.

**Tabela 6.** Teor de carotenoides,  $\beta$ -caroteno e licopeno, em frutos de tomate (*grape* BRS Zamir) em estágio de maturação maduro, cultivados sob diferentes telas fotosseletiva.

Tratamento	Carotenoides	
	$\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Licopeno ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )
Controle	76,016 a <sup>1</sup>	81,540 a
Aluminet <sup>®</sup>	104,170 a	108,815 a
ChromatiNet <sup>®</sup> Leno Vermelha	82,284 a	87,980 a
ChromatiNet <sup>®</sup> Leno Pérola	133,995 a	136,192 a
CV (%)	41,89	39,78

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Avaliações realizadas aos 111 dias após o transplantio.

Frutos vermelhos são os maiores acumuladores de carotenoides, seguidos de amarelos e laranjas (HA et al., 2007). No presente estudo, os resultados obtidos, com frutos, em sua maioria de coloração vermelha, explicam a pouca variação no teor de carotenoides entre os tratamentos.

Contudo, é possível notar um incremento dos tratamentos com os diferentes tipos de tela comparado ao tratamento controle. A tela ChromatiNet<sup>®</sup> Leno Pérola foi a que mais aumentou o teor de carotenoides, com incremento de 57,98 e 54,65  $\mu\text{g g}^{-1}$  em  $\beta$ -caroteno e licopeno, respectivamente, seguido do Aluminet<sup>®</sup>, com 28,15 e 27,28  $\mu\text{g g}^{-1}$ , comparados ao controle. Já o menor incremento foi observado na tela ChromatiNet<sup>®</sup> Leno Vermelha, com incremento de 6,27  $\mu\text{g g}^{-1}$  em B-caroteno e 6,44  $\mu\text{g g}^{-1}$  em licopeno.

Taiz et al. (2017), afirmam que o aumento da incidência direta de luz solar nas folhas das plantas induz a produção de carotenoides, que tem como principal função atuar como agentes fotoprotetores. Os carotenoides atuam na dissipação do excesso de energia por meio da liberação de calor. Como as membranas fotossintéticas podem ser facilmente danificadas pelas grandes quantidades de energia absorvida pelos pigmentos, se a planta não tiver mecanismos de eliminar esse excesso de energia não utilizada pode ocasionar a formação de espécies reativas de oxigênio que são extremamente nocivas a quase todas as formas de vida (TORRES, 2021).

Os diferentes sombreamentos com tela promoveram variações na coloração dos frutos de tomate em sua luminosidade ( $L^*$ ) aos 78 e 83 DAT, no ângulo de hue aos 83 DAT e no chroma aos 98 DAT (Tabela 7). As demais variáveis nas diferentes épocas de avaliação não apresentaram variações na coloração entre os tratamentos. Visto que os frutos foram colhidos com maior uniformidade possível, isso pode ter ocorrido, pois a

coloração é dependente do grau de maturidade do fruto na colheita e da genética da cultivar, que pode não ter permitido maiores alterações (STINCO et al., 2013).

**Tabela 7.** Coloração dos frutos de tomate (*grape* BRS Zamir), pela escala (L\*, C\* h\*), cultivados sob diferentes tipos de tela fotosselativa.

Tratamento	Coloração dos frutos											
	75 DAT			78 DAT			83 DAT			98 DAT		
	L*	C*	h*	L*	C*	h*	L*	C*	h*	L*	C*	h*
Controle	39,17 a <sup>1</sup>	35,81 a	39,07 a	38,21 a	30,47 a	40,73 a	39,46 ab	35,42 a	42,83 a	39,03 a	35,45 ab	39,261 a
Aluminet®	38,96 a	36,55 a	40,14 a	36,66 ab	29,81 a	40,74 a	39,77 a	36,93 a	41,95 a	38,30 a	34,34 b	38,94 a
ChromatiNet®												
Leno Vermelha	38,47 a	35,89 a	38,99 a	36,23 b	29,76 a	39,71 a	38,70 b	37,48 a	38,73 b	38,70 a	37,01 a	38,99 a
ChromatiNet®												
Leno Pérola	38,04 a	36,32 a	40,18 a	36,43 ab	28,47 <sup>a</sup>	40,24 a	39,50 ab	35,36 a	40,93 ab	38,37 a	34,74 b	39,29 a
CV (%)	3,99	4,89	3,25	3,85	10,18	4,92	3,32	8,83	4,47	2,35	4,41	3,14

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). DAT = dias após o transplante; L\* = luminosidade; C\* = chroma; h\* = ângulo de hue;

O brilho se manteve estável em todas as épocas de avaliação, com valores de L\* variando entre 38 e 40. Valores de L\* são influenciados com a mudança de cor dos frutos, onde de acordo com mudança de cor no momento do amadurecimento, perde luminosidade e mantém um padrão até o final do ciclo. Em mini tomates o amadurecimento ocorre a partir dos 60 DAT, se estendendo a produção, a partir daí, por até seis meses (JUNQUEIRA; PEETZ; ONODA, 2011), o que explica a estabilidade na luminosidade, visto que todas avaliações foram feitas em frutos maduros.

Semelhantemente, o ângulo hue manteve seus valores estáveis em todos os tratamentos, entre 38 e 41°, uma vez que o pericarpo dos frutos avaliados tinha padrão laranja e vermelho. Interligado aos valores de clorofila *a* e *b* se mantiveram estáveis avaliada aos 97 DAT (Tabela 10), coincidindo com o estágio em que ocorreu estabilização dos valores de ângulo hue, fase em que os frutos apresentavam coloração externa totalmente vermelha, confirmando que não ocorreram mais alterações na cor da epiderme nas fases seguintes.

A cromaticidade expressa à intensidade da cor, ou seja, a saturação dos pigmentos. As cores neutras são representadas por valores próximos de zero, enquanto que as cores intensas têm valores próximos de 60 (MENDONÇA et al., 2003). Neste trabalho os valores de croma em todos os tratamentos e épocas avaliadas foram entre 28 e 38, valores médios para frutos de coloração laranja e vermelha, como foi o padrão de frutos avaliados.

### **3.3.3 Sólidos solúveis e acidez titulável**

Os sólidos solúveis foram influenciados pelos diferentes tipos de telas usadas apenas nas avaliações de 71 e 78 DAT, onde o Aluminet® tiveram valores de 8,54 e 7,97°Brix (Tabela 8). Nas demais épocas avaliadas, os tratamentos não diferiram entre si. Todos os valores de sólidos solúveis, exceto no tratamento com Aluminet® aos 78 DAT (7,97°Brix), em todos os tratamentos e épocas avaliadas, ficaram entre 8 e 10°Brix, estando dentro dos valores médios para a cultivar que é de 6 a 10°Brix (HOLCMAN, 2009).

Uma das características mais importantes do tomate é o teor de sólidos solúveis (°Brix), pois determina o rendimento em massa do tomate processado e palatabilidade para consumo *in natura*. Estudar o teor de sólidos solúveis (°Brix) é importante pois esse

é responsável pelo sabor agradável dos frutos, e pode ser influenciado por diversos fatores, como estágio de maturação da colheita, temperatura e disponibilidade de água, adubação, característica genética da cultivar e os processos de respiração e transpiração do fruto (GIORDANO et al., 2000). Além de auxiliar na palatabilidade do fruto, os níveis de sólidos solúveis indicam o grau de maturidade ou amadurecimento do mesmo (VIEIRA et al., 2014). Vargas et al. (2017) ao avaliar o desempenho de híbridos de minitomates em diferentes sistemas de condução e em diferentes números de hastes, encontrou o maior valor de SS de 6,8 °Brix, valores bem inferiores aos encontrados nesse estudo.

**Tabela 8.** Teor de sólidos solúveis dos frutos de tomate (*grape* BRS Zamir), cultivados sob diferentes telas fotosselativa.

Tratamento	Sólidos Solúveis (°Brix)				
	71 DAT	75 DAT	78 DAT	83 DAT	98 DAT
Controle	9,60 a	9,22 a	9,48 a	9,47 a	8,68 a
Aluminet®	8,54 b	9,11 a	7,97 b	9,28 a	8,90 a
ChromatiNet® Leno Vermelha	9,38 a	9,37 a	9,36 a	9,58 a	8,52 a
ChromatiNet® Leno Pérola	9,53 a	9,39 a	9,97 a	9,83 a	8,90 a
CV (%)	5,34	5,37	7,77	5,04	5,70

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O teor de sólidos solúveis pode ser utilizado em conjunto com a acidez como ponto de referência do estágio de maturação ou indicador de palatabilidade, sendo que o aumento desta relação pode significar aumento no sabor e indicar o amadurecimento de frutos (SOARES JÚNIOR et al., 2008).

O uso de telas para sombreamento durante o cultivo do tomate *grape* BRS Zamir promoveu variações na acidez titulável aos 78 e 83 DAT (Tabela 9). Nessas épocas a maior acidez titulável, diferindo significativamente dos demais tratamentos, foi observada no cultivo com Aluminet®. Aliado aos resultados de sólidos solúveis, onde o Aluminet® também apresentou os menores valores de °Brix, leva a evidenciar que esta tela, com o maior índice de sombreamento (60%), é a que mais interferiu negativamente na maturação e qualidade final dos frutos de tomate.

Apesar das variações na acidez titulável entre os tratamentos e épocas de avaliação, os valores foram todos superiores a 0,52%, e frutos considerados com alta qualidade tem a acidez titulável acima de 0,32% (ANTHON; BARRETT, 2012).

**Tabela 9.** Acidez titulável (% de ácido cítrico) de frutos de tomate (*grape* BRS Zamir), cultivados sob diferentes telas fotosselativa.

Tratamento	Acidez titulável (% de ácido cítrico)		
	78 DAT	83 DAT	98 DAT
Controle	0,56 b <sup>1</sup>	0,67 c	0,75 a
Aluminet <sup>®</sup>	0,65 a	0,85 a	0,78 a
ChromatiNet <sup>®</sup> Leno Vermelha	0,56 b	0,72 b	0,81 a
ChromatiNet <sup>®</sup> Leno Pérola	0,52 b	0,68 c	0,72 a
CV (%)	6,97	4,90	9,96

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 3.3.4 Teor de clorofila

Os teores de clorofila *a* foram influenciadas em função dos diferentes tipos de tela de sombreamento usadas no cultivo de mini tomate, onde o Aluminit<sup>®</sup> apresentou menor valor (1,96) que os demais tratamentos, com cultivo em pleno sol (controle), com teor superior aos demais (2,17) (Tabela 10). Quanto ao índice de feofinização *a* o menor valor foi observado no controle (0,67), enquanto o maior valor foi obtido no Aluminet<sup>®</sup> (0,71). Já os teores de clorofila *b* e índice de feofinização *b* não se modificaram em função dos diferentes tipos de tela de sombreamento usadas no cultivo de mini tomate. Essa variação nos teores de clorofila é descrita por Ferreira et al. (2017) que ao avaliarem o teor de clorofila em folhas de tomateiro, observaram que a mesma é influenciada pelo manejo nas plantas. O aumento nos teores de clorofila pode estar associado a importância a capacidade da planta assimilar o gás carbônico, acarretando em maior síntese de fotoassimilados (RAMOS et al., 2015).

Os resultados teores de clorofila *a* foram menores que os de clorofila *b* em todos os tratamentos. Isso pode ser explicado pelo fato que, normalmente durante o amadurecimento de frutos se observa degradação mais intensa da clorofila *a* do que a clorofila *b*, pois a clorofila *b* precisa ser convertida em clorofila *a* para entrar na rota degradativa (MATILE et al., 1996), especialmente nos estádios finais da maturação (FONSECA et al., 2007), corroborando com os resultados do presente trabalho, visto que a avaliação foi feita com frutos já em fase de amadurecimento. Esta redução é um indicativo de mudança de fase de desenvolvimento dos frutos, durante o catabolismo destes pigmentos, que pode ser explicado pela eficiência da ação da enzima clorofilase (HORNERO-MÉNDEZ; MÍNGUEZ-MOSQUERA, 2002).

**Tabela 10.** Teor de clorofila *a* e *b*, carotenoide e relação clorofila *a/b* de folhas de plantas de tomate (*grape* BRS Zamir) cultivados sob diferentes telas fotosselativa.

Tratamento	Clorofila <i>a</i> (mg kg <sup>-1</sup> )	Clorofila <i>b</i> (mg kg <sup>-1</sup> )	Carotenóide	Clorofila <i>a/b</i> (mg kg <sup>-1</sup> )
Controle	72,51 a <sup>1</sup>	24,49 a	56,19 a	3,08 a
Aluminet <sup>®</sup>	61,61 b	21,66 a	38,84 bc	2,96 a
ChromatiNet <sup>®</sup> Leno Vermelha	68,61 ab	23,40 a	51,39 ab	3,04 a
ChromatiNet <sup>®</sup> Leno Pérola	47,30 c	14,09 b	33,11 c	3,36 a
CV (%)	12,99	24,68	23,92	14,18

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Avaliação aos 97 dias após o transplantio.

Os pigmentos fotossintéticos presentes e a sua abundância variam de acordo com a espécie. A clorofila *a* está presente em todos os organismos que realizam fotossíntese. As clorofilas *a* (coloração verde-azulada) e *b* (verde-amarelada), encontram-se na natureza numa proporção de 3:1 (TAIZ; ZIEGER, 2017). A clorofila *a* pode ser passível de degradação, culminando com a formação de dois produtos, o feoforbídeo *a* e a feofitina *a* que podem interferir na determinação da clorofila *a* ao absorverem luz e fluoescerem na mesma região do espectro. Se esses feopigmentos estiverem presentes na amostra, poderão ocorrer erros significativos na concentração de clorofila *a* (STREIT *et.al*, 2005).

### 3.3.5 Extravasamento de eletrólitos (TLE)

Não foi observado diferença significativa entre os tratamentos no TLE. Já a CL e CT foi superior no controle, com valores de 104,70 e 120,87 mS.cm<sup>-1</sup>, respectivamente, enquanto que o cultivo com Aluminet<sup>®</sup> apresentou os menores valores, 54,57 e 85,83 mS.cm<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 11).

**Tabela 11.** Condutividade (CL), condutividade total (CT) e taxa de extravasamento de eletrólitos (TLE) de folhas de plantas de tomate (*grape* BRS Zamir) cultivados sob diferentes telas fotosselativa.

Tratamento	Taxa de extravasamento de eletrólitos (mS.cm <sup>-1</sup> )		
	CL	CT	TLE
Controle	104,70 a	120,87 a	86,67 a
Aluminet <sup>®</sup>	54,57 c	85,83 c	63,33 a
ChromatiNet <sup>®</sup> Leno Vermelha	93,87 ab	110,53 ab	85,00 a
ChromatiNet <sup>®</sup> Leno Pérola	66,90 bc	91,87 bc	72,67 a
CV (%)	15,16	7,12	11,98

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Avaliação aos 98 dias após o transplantio.

Embora não tenha havido diferença significativa em TLE entre as telas de sombreamento, pode-se perceber que o menor conteúdo de íons extravasados foi nos tomateiros cultivados em Aluminet® (63,33 mS.cm<sup>-1</sup>) com maior sombreamento (60%), em contrapartida ao cultivo em pleno sol, que apresentou o maior valor (86,67 mS.cm<sup>-1</sup>). Isso ocorre, possivelmente, devido a uma série de reações de cicatrização, ocasionados por influência de radiação, nas quais os tecidos vegetais danificados são isolados e, posteriormente, renovados (SILVA; COSTA; LIMA, 2017).

### 3.3.6 Vitamina C

O teor de vitamina C não foi influenciado pelo cultivo em diferentes tipos de telas de sombreamento, com valores considerados altos, variando entre 24 e 27 mg 100 g<sup>-1</sup> (Tabela 12). Os tomates, quanto ao teor de vitamina C, foram avaliados no mesmo dia após a coleta de amostras, e visto que a vitamina C é facilmente degradada e o fato do intervalo entre a colheita e a análise laboratorial ter sido pequena, podem explicar estes altos valores encontrados. Rezende (2022) ao avaliar tomate cereja e longa vida cultivados em sistema convencional e agroecológico, obteve o maior valor de vitamina C (14,99 mg 100 mL<sup>-1</sup>) no tomate cereja agroecológico.

**Tabela 12.** Teor de vitamina C (mg de ácido ascórbico/100 mL de amostra) em frutos de tomate (*grape* BRS Zamir) cultivados sob diferentes telas fotosseletiva.

Tratamento	Vitamina C (mg 100 g <sup>-1</sup> )
Controle	27,02 a
Aluminet®	24,97 a
ChromatiNet® Leno Vermelha	26,20 a
ChromatiNet® Leno Pérola	25,95 a
CV (%)	7,95

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Avaliação aos 98 dias após o transplante.

Em estudo comparativo entre tomates obtidos de forma convencional e orgânica, Nascimento (2022) obteve maiores teores de vitamina C em tomate convencional. A autora destacou que os frutos de tomate convencional analisados em seu estudo tinham um menor tempo entre a colheita e a análise laboratorial. Fato este que corrobora com os resultados deste trabalho, evidenciando que a vitamina C é altamente degradável e que o

consumo de hortaliças o mais frescas possível deve ser uma prioridade em busca de uma alimentação saudável.

### 3.3.7 Área foliar específica (AFE) e radiação fotosinteticamente ativa (PAR)

Foi observada diferença significativa na AFE no cultivo com Aluminet<sup>®</sup> que apresentou o maior valor de 911,65 mm, diferindo dos demais tratamentos, com valores de 464,30 (controle), 657,77 (ChromatiNet<sup>®</sup> Leno Vermelha) e 522,10 (ChromatiNet<sup>®</sup> Leno Pérola) (Tabela 13).

**Tabela 13.** Área foliar específica de folhas de plantas de tomate (*grape* BRS Zamir) cultivadas sob diferentes telas fotosselativa.

Tratamento	Área foliar específica (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )
Controle	464,30 b <sup>1</sup>
Aluminet <sup>®</sup>	911,65 a
ChromatiNet <sup>®</sup> Leno Vermelha	657,77 b
ChromatiNet <sup>®</sup> Leno Pérola	522,10 b
CV (%)	21,70

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Avaliação aos 98 dias após o transplantio.

Plantas crescidas com menor disponibilidade de radiação solar incidente, como em cultivo protegido, apresenta aumento na AFE (RADIM et al., 2004), como observado no cultivo com Aluminet<sup>®</sup> que possui a maior taxa de sombreamento (60%). Estudos sugerem que a redução da área foliar específica é provavelmente uma estratégia para lidar com baixos índices de radiação solar, pois folhas mais finas geralmente têm um menor teor de clorofila e proteína, apresentando assim uma menor capacidade fotossintética e, portanto, uma menor produção de biomassa (MACHADO et al., 2021). Resultados semelhante foi reportado por Costa et al. (2011), onde relata que folhas que tiveram sua expansão celular sob condições de baixa disponibilidade de radiação solar eram mais finas, e apresentaram maior superfície de área foliar do que folhas que se expandiram sob condições de alta disponibilidade de radiação solar. Segundo estes autores, a AFE de plantas de tomate e de crisântemo que cresceram em ambiente controlado foram correlacionadas com a temperatura média do ambiente. As duas culturas apresentaram aumento da AFE com o aumento da temperatura enquanto o aumento na disponibilidade de radiação solar resultou em decréscimos na AFE.

Os maiores valores na PAR foram observados no tratamento controle, devido seu cultivo ser a pleno sol. Os demais cultivos, com as diferentes telas de sombreamento apresentaram valores semelhantes durante todo o cultivo, com valores mais baixos para o cultivo em Aluminet®, onde a taxa de sombreamento foi a maior entre todos (60%) (Figura 5). As telas de coloração vermelha transferem mais a luz do espectro nas ondas vermelho e vermelho distante e difundem a luz que passa através da malha, sendo eficiente no desenvolvimento da planta (LI, 2006). Além disso, independente do fator de sombreamento, a malha vermelha proporciona maior transmitância de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) para o interior do ambiente de cultivo (GAMA et al., 2017).

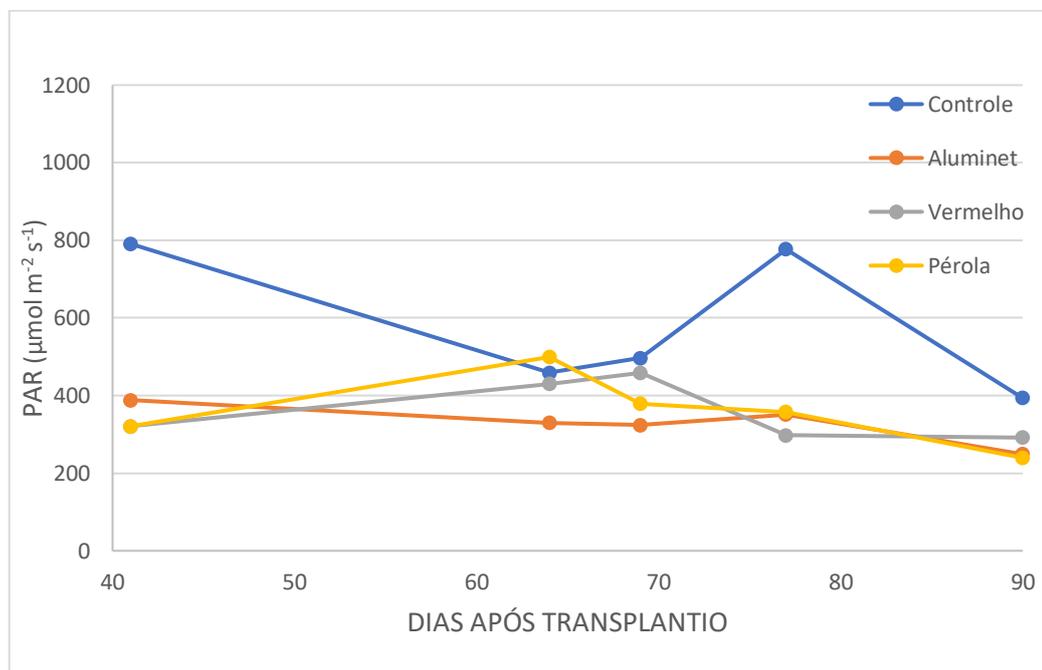


Figura 5. Radiação fotossinteticamente ativa (PAR) no terço médio das plantas em cada ambiente de cultivo com tela fotosseletiva.

### 3.3.8 Avaliações ecofisiológicas

A avaliação ecofisiológica, em condições de cultivo de tomate em função dos diferentes tipos telas de sombreamento, constatou alterações na EUA, [Ci/Ca] e ETR (Tabela 14). O cultivo com Aluminet® promoveu redução significativa na EUA e ETR. Em contrapartida, promoveu aumento na [Ci/Ca]. Já o cultivo em pleno sol (controle) foi o que apresentou os maiores valores na EUA e ETR, seguido de ChromatiNet® Leno

Vermelha e ChromatiNet® Leno Pérola, para EUA, e vice-versa para ETR. Em *A* e *E*, assim como *gs* não foi influenciada pelo cultivo em sombreamento com telas.

**Tabela 14.** Taxa fotossintética (*A*,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); taxa transpiratória (*E*,  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); eficiência do uso da água (*EUA*,  $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmol H}_2\text{O}$ ); relação entre concentração interna e externa de carbono ( $[C_i/C_a]$ ); condutância estomática (*gs*,  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e taxa de transporte de elétrons (*ETR*,  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de plantas de tomateiro (*grape* BRS Zamir) cultivadas sob diferentes telas fotosseletiva.

Tratamento <sup>1</sup>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>EUA</i>	$[C_i/C_a]$	<i>gs</i>	<i>ETR</i>
Controle	15,18 a	5,46 a	2,79 a	0,67 b	0,23 a	143,56 a
Aluminet®	9,97 a	5,87 a	1,69 c	0,78 a	0,24 a	65,92 c
ChromatiNet® Leno Vermelha	12,64 a	5,50 a	2,35 ab	0,71 b	0,24 a	92,74 bc
ChromatiNet® Leno Pérola	14,67 a	6,46 a	2,29 b	0,73 ab	0,28 a	120,23ab
CV (%)	31,99	27,62	16,21	7,29	38,56	36,84

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Avaliação aos 93 dias após o transplantio.

A intensidade da radiação presente na luz solar está diretamente relacionada às variações de temperatura na superfície da Terra, havendo, inclusive, materiais com diferentes níveis de reflectância dessa radiação, sendo que quanto maior a capacidade de refletir essa radiação, menor é a absorção de calor (MUNIZ-GÄAL, 2018). Nesse sentido, as características das coberturas utilizadas exercem influência direta na temperatura encontrada no ambiente de cultivo. De forma geral, as coberturas de coloração branca exercem maior nível de refletância que as de outras colorações (OLIVEIRA, 2020; MENEZES, 2020). Essa diferença de microclimas entre os tratamentos, pode ter relação direta com os resultados significativos encontrados, já que, diferentes condições de incidência de radiação solar, podem interferir na ecofisiologia da planta (TAIZ et al., 2017).

Oliveira (2020) em seus estudos com a cultura do melão, apontaram que o uso do agrotêxtil de coloração branca foi a que apresentou menor nível de sombreamento e a mais eficiente na diminuição de temperatura foliar dentre todas as cores que foram avaliadas (laranja, branca, cinza e azul). Nesse mesmo trabalho, observou-se também um menor desenvolvimento da área foliar das plantas que estavam sob a cobertura branca até os 24 DAT quando comparadas com a cobertura de cor laranja, fato esse atribuído às condições de maior sombreamento geradas pelas cores mais intensas de agrotêxtil, o que

fez com que as plantas necessitassem aumentar a área de luz recebida para potencializar os seus processos fotossintéticos.

### 3.4 Conclusões

O uso da tela Aluminet<sup>®</sup> com 60% de sombreamento interferiu negativamente na produção e parâmetros fisiológicos de minitomate *grape* BRS Zamir.

O uso das telas ChromatiNet<sup>®</sup> Leno Vermelha e ChromatiNet<sup>®</sup> Leno Pérola com 30 e 35% de sombreamento, respectivamente, foram as mais vantajosas em relação a Aluminet<sup>®</sup> para o cultivo de minitomate *grape* BRS Zamir, auxiliando positivamente na produção.

### 3.5 Referências Bibliográficas

ABH. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HORTICULTURA. **Tomate Cereja – Sabor e rentabilidade no mesmo produto**. Vitória da conquista, 2012. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/sobre.html>. Acesso em: 25 março 2023.

AL MURAD, M.; RAZI, K.; JEONG, B. R.; MUTHU ARJUNA SAMY, P.; MUNEER, S. Diodos emissores de luz (LEDs) como iluminação agrícola: impacto e seu potencial na melhoria da fisiologia, floração e metabólitos secundários das culturas. **Sustentabilidade**, v. 13, n. 4, p. 1985, 2021.

ANTHON, G. E.; BARRETT, D. M. Pectin methylesterase activity and other factors affecting pH and titratable acidity in processing tomatoes. **Food Chemistry**, v. 132, n. 2, p. 915-920, 2012.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 16th ed. Gaithersburg, 2005.

BRAGA, M. B.; DUENHAS, L. H.; SOUZA, C. M. P.; KLAR, A. E. Orientação geográfica de estufas de polietileno e potenciais de água no solo no cultivo do melão rendilhado híbrido ‘nero’. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 130-138, 2006.

BRITTON, G. Structure and properties of carotenoids in relation to function. **The Faseb Journal**, v. 9, p.1551-1558, 1995.

CARVALHO, C.; KIST, B. B.; TREICHEL, M. 2016. **Anuário brasileiro do tomate 2016**. Editora Gazeta Santa Cruz. Santa Cruz do Sul. Disponível em:

<http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-tomate-2016/files/assets/basichtml/page16.html>. Acesso em: 15 março 2023.

COSTA, E.; LEAL, P. A. M.; MESQUITA, V. A. G.; SASSAQUI, A. R. Efeitos do Organosuper® e do ambiente protegido na formação de mudas de mamoeiro. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 31, p. 41-55, 2011.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Countries by commodity 2017**, 2021. Disponível em: [http://fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity](http://fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity). Acesso em: 21 março 2023.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Database Result**, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/statistics/databases/en/>>. Acesso em: 21 março 2023.

FERREIRA, N. C.; VENDRUSCOLO, E. P.; SELEGUINI, A.; DOURADO, W. S.; BENETT, C. G. S.; NASCIMENTO, A. R. Crescimento, produtividade e qualidade de frutos de tomate em cultivo estreito com uso de paclobutrazol. **Revista Colombiana de Ciências Horticolas**, v. 11, n. 1, p. 72-79, 2017.

FIGUEIREDO, R. W. **Qualidade e bioquímica de parede celular durante o desenvolvimento, maturação e armazenamento de pedúnculo de caju**. 2000, 154 p. Tese (doutorado), USP, São Paulo.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2008. 412 p.

FONSECA, M. J. de O.; LEAL, N. R.; CENCI, S. A.; CECON, P. R.; BRESSAN-SMITH, R. E.; BALBINO, J. M. S. Evolução dos pigmentos durante o amadurecimento de mamão 'Sunrise Solo' e 'Golden'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 451-455, 2007.

FURLANI, P. R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de Hidroponia NFT**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1998, 30p. (Boletim técnico, 168).

GAMA, D. R. DA S.; MESQUITA, A. C.; YURI, J. E.; FERREIRA, K. M.; SOUZA, V. Different shading environments impact growth and yield of three mini-tomato cultivars. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 2, p. 324 – 334, abr.- jun., 2017.

GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C.; BARBOSA, V. Colheita. In: SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. de B. (Orgs). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa CNPH, 2000. 168p.

GUEDES, I.M.R. **Pesquisa desenvolve modelos para produção de hortaliças em fazendas verticais**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, set.2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56018612/pesquisa-desenvolve-modelos-para-producao-de-hortalicas-em-fazendas-verticais> >. Acesso em: 12 março 2023.

HA, S. H.; KIM, J. B.; PARK, J. S.; LEE, S. W. E.; CHO, K. J. A comparison of the carotenoid accumulation in *Capsicum* varieties that show different ripening colours:

deletion of the capsanthin-capsorubin synthase gene is not a prerequisite for the formation of a yellow pepper. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, p. 3135-3144, 2007.

HOLCMAN, E. **Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

HORNERO-MÉNDEZ, D.; MÍNGUEZ-MOSQUERA, M.I. Chlorophyll disappearance and chlorophyllase activity during ripening of *Capsicum annuum* L. fruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, n. 13, p. 1564-1570, 2002.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de tomate**. Indicadores IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tomate/br>. Acesso em: 25 março 2023.

ILIĆ, Z. S.; MILENKOVIC, L.; DIMITRIJEVIC, A.; STANOJEVIC, L.P.; CVETKOVIC, D.; KEVRESAN, Z.; FALLIK, E.; MASTILOVIC, J. Light modification by color quality of lettuce from summer production. **Scientia Horticulturae**, v. 226, p. 389-397, 2017.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S.; ONODA, S. M. N. **Sweet Grape: Um modelo de inovação na gestão da cadeia de produção e distribuição de hortaliças diferenciadas no Brasil**. São Paulo: ESPM, Central de Cases, 2011. 19 p.

LI, J. C. Uso de mallas en invernaderos. *Horticultura Internacional* n. extra, p. 86-91, 2006.

MACHADO, J.; FERNANDES, A. P. G.; FERNANDES, T. R. Drought and nitrogen stress effects and tolerance mechanisms in tomato: a review. In: KUMAR, V.; SRIVASTAVA, A. K.; SUPRASANNA, P. (Eds.), **Plant Nutrition and Food Security in the Era of Climate Change**, 2021.

MACIEL, G. M.; FERNANDES, M. A. R.; MELO, O. D.; OLIVEIRA, C. S. Potencial agrônômico de híbridos de minitomate com hábito de crescimento determinado e indeterminado. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 144-148, 2016.

MATILE, P.; HORTENSTEINER, S.; THOMAS, H.; KRAUTLER, B. Chlorophyll breakdown in senescent leaves. **Plant Physiology**, v. 112, n. 4, p. 1403-1409, 1996.

MENDONÇA, K.; JACOMINO, A. P.; MELHEM, T. X.; KLUGE, R. A. Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento de limão “Siciliano”. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 2, p. 179-183, 2003.

MENEZES, P. M. **Influência de pró-degradante em polipropileno para aplicação em agrotêxtil.** 2020.

MORETTI, C. L. **Injúria interna de impacto em frutos de tomate: fisiologia e conservação pós-colheita.** Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

MORETTI, C. L.; SARGENT, S. A. Alteração de sabor e aroma em tomates causada por impacto Flavor alteration in tomato fruits due to internal bruising. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 3, p. 385-388, 2000.

MOURA, L. E.; GOLYNSKI, A. Critical points of industrial tomato from field to processing. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 521-525, 2018.

MUNIZ-GÄAL, L. P.; PEZZUTO, C. C.; CARVALHO, M. F. H.; MOTA, L. T. M. Eficiência térmica de materiais de cobertura. **Ambiente Construído**, v. 18, p. 503-518, 2018.

NASCIMENTO, R. R.; ZIDIOTTI, G. R.; DA SILVA PITTARELLI, B. F.; DA SILVA, G. A. R.; MIYOSHI, J. H.; NASCIMENTO, M. G.; KLOSOSKI S. J.; MARCOLINO, V. A. Estudo dos pontos críticos de controle em linha de produção industrial de suco de laranja na região noroeste do paraná. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 20831-20849, 2020.

NASCIMENTO, I. S. **Estudo quantitativo comparativo de ácido ascórbico em tomates convencionais e orgânicos por cromatografia líquida de alta eficiência.** 2022. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

OLIVEIRA, O. H. **Exposi o do agrotêxtil colorido no cultivo do melão amarelo.** 2020. 59 f. Disserta o (Mestrado em Horticultura Tropical) - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2020.

PEREIRA, A. M. **Crescimento, produ o e qualidade de frutos de melão cantaloupe em fun o da utiliza o do agrotêxtil e do número de frutos por planta.** Programa de Pós-gradua o em Horticultura Tropical, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande – Pombal, Paraíba, 2015.

PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, N. P. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1. 533 p.

RADIM, B.; JÚNIOR, C. R.; MATZENAUE, R.; BERGAMASCHI, H. Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo. **Revista Horticultura Brasileira**, v.2, p.178-181, 2004.

RAMOS, A. R. P.; AMARO, A. C. E.; MACEDO, A. C.; SOUZA, E. R.; RODRIGUES, J. D. ONO, E. O. Acúmulo de carboidratos no desenvolvimento de tomateiro tratado com produtos químicos. **Semina Ciências Agrárias**, v, 36, n. 2, p. 705-718, 2015.

RAMOS, A. R. P.; AMARO, A. C. E.; MACEDO, A. C.; SUGAWARA, G. S. A.; EVANGELISTA, R. M.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Qualidade de frutos de tomate 'giuliana' tratados com produtos de efeitos fisiológicos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 3543-3552, 2013.

REZENDE, F. A. **Qualidade de couve e tomate produzidos em sistemas agroecológico e convencional ofertados em Sinop/MT**. 2022. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Nutrição) – Centro Educacional Fasipe – UNIFASIPE, Sinope, 2022.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in food**. Washington: International Life Sciences Institute, 2001. 64 p.

RONEN, R.; GALUN, M. Pigment extraction from lichens with dimethylsulfoxide (DMSO) and estimation of chlorophyll degradation. **Environmental and Experimental Botany**, v. 24, p. 239-245, 1984.

ROSALES, M. A.; OCAMPO, E.; RODRIGUEZ-VALENTIN, R.; OLVERA-CARRILLO, Y.; ACOSTA-GALLEGOS, J.; COVARRUBIAS, A. A. Physiological analysis of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars uncovers characteristics related to terminal drought resistance. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 56, p. 24-34, 2012.

SILVA, A. G. F.; COSTA, F. B.; LIMA, B. M. **Extravasamento de eletrólitos em frutos de juazeiro durante 72 horas**. In: III Simpósio De Ciências E Tecnologia Agroalimentar, 3. Pombal, p. 25 – 28, 2017.

SOARES JÚNIOR, M.; CALIARI, M.; VERA, R.; SOUZA, A. G. Conservação pós-colheita de mangaba sob refrigeração e modificação da atmosfera de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 2, p.78-86, 2008.

SOLDATELI, F. J.; BATISTA, C. B.; GODOY, F.; MELLO, A. C.; SOARES, F. S.; BERGMANN, M. D.; ETHUR, L. Z. Crescimento e produtividade de cultivares de tomate cereja utilizando substratos de base ecológica. In **Colloquium Agrariae**. vol. 16, n.1, 2019.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TARHANEN, S.; METSARINNE, S.; HOLOPAINEN, T.; OKSANEN, J. Membrane permeability response of lichen *Bryoria fuscescens* to wet deposited heavy metals and acid rain. **Environmental Pollution**, v. 104, n. 1, p. 121-129, 1999.

TORRES, T. P. **Putrescina no desenvolvimento do tomateiro cv. Justyne em condições de estresse hídrico.** 2021. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/192213>>. Acesso em 31 abril 2023.

VARGAS, P. F.; DUARTE, L. S.; SILVA, E. H. C.; ZECCHINI, A. C.; SOARES, R. S.; GODOY, L. J. G. Performance of mini-tomato hybrids in different training systems with different number of stems. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 428-433, 2017.

VIEIRA, D. A. D. P.; CARDOSO, K. C. R.; DOURADO, K. K. F.; CALIARI, M.; SOARES JÚNIOR, M. S. Qualidade física e química de mini-tomates Sweet Grape produzidos em cultivo orgânico e convencional. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 3, p. 100-108, 2014.

## 5. CONCLUSÃO GERAL

O uso de telas de sombreamento é uma estratégia de cultivo que traz vantagens produtivas para a o cultivo de minitomates. Contudo altos teores de sombreamento podem prejudicar a produção, como ocorreu com Aluminet<sup>®</sup> possuindo 60% de sombreamento que interferiu negativamente na maioria dos parâmetros produtivos e fisiológicos do tomate *grape* BRS Zamir.