

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**COMPOSTOS BIOATIVOS E FITOMASSAS DE PLANTAS JOVENS DE
COUVE EM AMBIENTES PROTEGIDOS E SUBSTRATOS**

THAISE DANTAS

CASSILÂNDIA – MS
DEZEMBRO/2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**COMPOSTOS BIOATIVOS E FITOMASSAS DE PLANTAS JOVENS DE
COUVE EM AMBIENTES PROTEGIDOS E SUBSTRATOS**

THAISE DANTAS

Orientador: Prof. Dr. Edilson Costa

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, com área de concentração em Sustentabilidade na Agricultura.

CASSILÂNDIA – MS
DEZEMBRO/2022

D216c Dantas, Thaise

Compostos bioativos e fitomassas de plantas jovens de couve em ambientes protegidos e substratos / Thaise Dantas. Cassilândia, MS: UEMS, 2022
69 p.

Dissertação (Mestrado) – Agronomia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2023.
Orientador: Prof. Dr. Edilson Costa.

1. *Brassica oleracea* 2. Carotenóides 3. Clorofilas 4. Sombreamento 5. Organomineral I. Costa, Edilson II. Título

CDD 23. ed. - 635.34



Governo do Estado de Mato Grosso do Sul
Fundação Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
 PROPP - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
 UEMS - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Sede Dourados
 UUCass - Unidade Universitária de Cassilândia
 Programa de Pós-Graduação em Agronomia
 PGAC - Área de Concentração em Sustentabilidade na Agricultura



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: COMPOSTOS BIOATIVOS E FITOMASSAS DE PLANTAS JOVENS DE COUVE
 EM AMBIENTES PROTEGIDOS E SUBSTRATOS**

AUTOR(A): THAISE DANTAS

ORIENTADOR(A): EDILSON COSTA

Aprovado como parte das exigências para obtenção de MESTRE EM AGRONOMIA, Área de concentração: **"Sustentabilidade na Agricultura"**, pela Comissão Examinadora

Prof. Dr. Edilson Costa
 Orientador(a)

Prof. Dr. Eduardo Pradi Vendruscolo - UEMS

Prof. Dr. Flavio Ferreira da Silva Binotti - UEMS

Profª. Drª. Silvana de Paula Quintão Scalon - UFGD
 Participação via webconferência

Data da realização: 07 de dezembro de 2022.

“Às vezes eu tropeço, caio e me quebro em pedaços. Isso me fortalece.
Oxe, se um de mim já é forte, imagine vários!”
(Bráulio Bessa)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e as minhas irmãs que mesmo distante se fizeram presentes em minha vida, apoiando os meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por ter me dado forças e saúde para enfrentar as dificuldades. Por estar comigo em todos os momentos, sempre intervindo para o bem, e me ajudando nas horas em que eu mais preciso.

Aos meus pais José Luiz e Maria de Lourdes, por tudo aquilo que és para mim, por nunca medirem esforços para me proporcionar o bem mais precioso: O estudo! Obrigada por todo o amor, carinho e compreensão. Por me ajudar em todos os momentos, vocês foram os responsáveis por esta conquista.

Agradeço a minhas queridas Irmãs Isabela Talita e Isadora Luana, por tudo que vocês fizeram por mim, foram sem dúvida uma peça chave nesta conquista. Aos meus sobrinhos Isabella Klyssa, Kleyson Klesler e Ana Clara que me dão forças para superar os obstáculos.

A Maykon Vinicius por tudo que és para mim, sempre me pondo para cima e me fazendo acreditar que posso mais do que imagino, obrigada por todo o seu carinho e dedicação.

As minhas amigas Ana Elisa, Ana Luiza, Fernanda Virginia e Ianca Louise por compartilhar momentos incríveis comigo, só tenho a agradecer por tudo que vivemos.

Aos meus amigos do mestrado João Batista, Maria Ingrid de Souza, Rayane Soeiro e Tassila Araújo, agradeço por tudo que vivemos nesse final de curso, por nossos trabalhos em grupo e por nossa amizade.

Ao meu Orientador Edilson Costa, que considero como um pai por tudo que faz por mim. Pela constante ajuda e orientação que foi fundamental para a construção desse trabalho. Levarei seus ensinamentos para o resto da minha vida.

Aos Professores Dr. Flávio Ferreira da Silva Binotti, e Dr. Eduardo Pradi Vendruscolo pela ajuda e apoio durante o mestrado, agradeço por toda a confiança e incentivo depositada em mim.

A banca examinadora, pela paciência da leitura e pelas contribuições para o enriquecimento deste trabalho. Agradeço fraternamente os ensinamentos, e garanto que o levarei para o resto da minha vivência acadêmica.

A UEMS Cassilândia por proporcionar esta oportunidade de estudo no programa de pós-graduação e aos servidores que contribuíram na minha pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro durante o tempo em que fui bolsista, agradeço profundamente a esta renomada instituição.

Ao Grupo do laboratório ambiência vegetal por todos os nossos aprendizados coletivos e os ensinamentos que esse projeto me proporcionou.

A estes dedico meu trabalho, sem a ajuda, confiança e compreensão de todos, este sonho não teria se realizado. Vocês são tudo para mim! Muito obrigada por tudo!

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS	13
CAPÍTULO 1. COMPOSTOS BIOATIVOS E FITOMASSAS DE <i>MICROGREENS</i> DE COUVE EM AMBIENTES PROTEGIDOS E SUBSTRATOS.....	15
1.1 INTRODUÇÃO.....	17
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
<i>1.2.1 Localização e caracterização da área experimental</i>	<i>19</i>
<i>1.2.2 Tratamentos e delineamento experimental</i>	<i>19</i>
<i>1.2.3 Implantação, condução e coleta de dados do experimento</i>	<i>21</i>
<i>1.2.4 Análises Estatísticas.....</i>	<i>22</i>
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
<i>1.3.1. Resultados</i>	<i>22</i>
<i>1.3.2. Discussão</i>	<i>32</i>
1.4. CONCLUSOES.....	35
1.5 REFERNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
CAPÍTULO 2. COMPOSTOS BIOATIVOS E FITOMASSAS DE <i>BABY LEAF</i> DE COUVE MANTEIGA EM AMBIENTES PROTEGIDOS E SUBSTRATOS ORGANOMINERAL.....	44
2.1 INTRODUÇÃO.....	45
2.2 MATERIAL E MTODOS.....	47
<i>2.2.1 Localização e caracterização da área experimental</i>	<i>47</i>
<i>2.2.2 Tratamentos e delineamento experimental</i>	<i>48</i>
<i>2.2.3 Implantação, condução e coleta de dados do experimento</i>	<i>49</i>
<i>2.2.4 Análises Estatísticas.....</i>	<i>50</i>
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
<i>2.3.1 Resultados</i>	<i>50</i>
<i>2.3.1. Discussão</i>	<i>61</i>
2.4 CONCLUSOES.....	63
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise de variância para variáveis altura de plântula (AP), massa fresca (MF), massa seca (MS), produtividade (PROD), clorofila <i>a</i> (CLA), clorofila <i>b</i> (CLB), clorofila total (CLT), carotenóides (CRT), feofitina <i>a</i> (FFA), feofitina <i>b</i> (FFB), feofitina total (FFT), relação clorofila <i>a/b</i> (CLA/CLB), relação clorofila total e carotenóides (CLT/CRT) e clorofila total e feofitina total (CLT/FFT). Cassilândia, 2022.	25
Tabela 2. Análise de variância para variáveis altura de plântula (AP), massa fresca (MF), massa seca (MS), produtividade (PROD) clorofila <i>a</i> (CLA), clorofila <i>b</i> (CLB), clorofila total (CLT), carotenóides (CRT), feofitina <i>a</i> (FFA), feofitina <i>b</i> (FFB), feofitina total (FFT), relação clorofila <i>a/b</i> (CLA/CLB), relação clorofila total e carotenóides (CLT/CRT) e clorofila total e feofitina total (CLT/FFT) . Cassilândia, 2022.	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Disposição das repetições dos substratos em cada bandeja.	20
Figura 2. Ambientes protegidos não climatizados. A1 = Estufa + Tela Aluminet ® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; A2 = Estufa + Tela Luxinet ® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; A3 = Telado 30% de sombreamento; A4 = Telado 18% de sombreamento. Cassilândia, 2022.	21
Figura 3. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA - $\mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) nos diferentes ambientes durante o experimento. Cassilândia, 2022.	23
Figura 4. Temperaturas dos substratos ($^{\circ}\text{C}$) nos diferentes ambientes aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	23
Figura 5. Temperaturas dos substratos ($^{\circ}\text{C}$) nos diferentes substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	24
Figura 6. Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) nos diferentes ambientes aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	25
Figura 7. Altura dos <i>microgreens</i> (cm) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	26
Figura 8. Massa fresca da parte aérea (g) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	26
Figura 9. Massa seca da parte aérea (g) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	27
Figura 10. Produtividade dos <i>microgreens</i> (g cm^{-2}) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	27
Figura 11. Clorofila <i>a</i> (CLA), Clorofila <i>b</i> (CLB), Clorofila total (CLT) e feofitina <i>a</i> (FFA) dos <i>microgreens</i> nos diferentes ambientes e substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	28
Figura 12. Feofitina <i>b</i> dos <i>microgreens</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composição de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	28
Figura 13. Feofitina total dos <i>microgreens</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	29
Figura 14. Carotenóides dos <i>microgreens</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	29
Figura 15. Relação clorofila <i>a</i> /Clorofila <i>b</i> dos <i>microgreens</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	30

Figura 16. Relação clorofila total/Carotenóides dos <i>microgreens</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	30
Figura 17. Relação clorofila total e Feofitina ($\mu\text{g L}^{-1}$) dos <i>microgreens</i> nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	31
Figura 18. Imagem dos <i>microgreens</i> nos diferentes ambientes e composição de substrato aos 11 DAS. Cassilândia, 2022.	32
Figura 19. Disposição das repetições dos substratos em cada bandeja.	48
Figura 20. Ambientes protegidos não climatizados. A1 = Estufa + Tela Aluminet ® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; A2 = Estufa + Tela Luxinet ® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; A3 = Telado 30% de sombreamento; A4 = Telado 18% de sombreamento. Cassilândia, 2022.	49
Figura 21. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA - $\mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) do <i>baby leaf</i> nos diferentes ambientes durante o período de experimento após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	51
Figura 22. Altura do <i>baby leaf</i> (cm) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	52
Figura 23. Massa fresca da parte aérea do <i>baby leaf</i> (g) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	53
Figura 24. Massa seca da parte aérea do <i>baby leaf</i> (g) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	53
Figura 25. Produtividade do <i>baby leaf</i> (g cm^{-2}) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	54
Figura 26. Clorofila <i>a</i> do <i>baby leaf</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	55
Figura 27. Clorofila <i>b</i> do <i>baby leaf</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	55
Figura 28. Clorofila Total do <i>baby leaf</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	56
Figura 29. Carotenóide do <i>baby leaf</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	57
Figura 30. Feofitina <i>a</i> do <i>baby leaf</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	58
Figura 31. Feofitina <i>b</i> do <i>baby leaf</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	58

Figura 32. Feofitina Total do <i>baby leaf</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	59
Figura 33. Relação clorofila A/Clorofila B do <i>baby leaf</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.....	60
Figura 34. Relação clorofila Total / Carotenóides do <i>baby leaf</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.....	60
Figura 35. Relação clorofila Total e Feofitina Total do <i>baby leaf</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.	61

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

- % - Porcentagem
- $\mu\text{g L}^{-1}$ – Micrograma por litro
- $\mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ – micromol por metro quadrado por segundo
- $^{\circ}\text{C}$ – Graus Celsius
- AP – Altura de plantas
- CLA- Clorofila *a*
- CLA/CLB -Relação Clorofila *a*/Clorofila *b*
- CLB- Clorofila *b*
- CLT -Clorofila total
- CLT/CRT – Relação Clorofila total/ Carotenóide
- CLT/FFT – Relação Clorofila total/ Feofitina total
- cm – centímetros
- CRT – Carotenóide
- CV – Coeficiente de variação
- DAS – Dias após Semeadura
- E+ T42-50% - Estufa + Tela Luxinet ® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico
- E+T35% - Estufa + Tela Aluminet ® de 35% de sombreamento sob o filme plástico
- FFA- Feofitina *a*
- FFB – Feofitina *b*
- FFT – Feofitina total
- g cm^2 - gramas por centímetros quadrado
- g- gramas
- m – metros
- MFPA- Matéria fresca da parte aérea
- mL – mililitros
- mn – nanômetro
- MS – Mato Grosso do Sul
- MSPA – Matéria seca da parte aérea
- PEBD – Filme de polietileno de baixa densidade
- RFA – Radiação fotossinteticamente ativa
- rpm= rotações por minuto
- S1 – 100% Carolina Soil®

S2 – 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita

S3 – 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita

S4 – 40% Carolina Soil® + 60% Vermiculita

S5 – 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita.

SC = Carolina Soil®

T18% = Telado 18% de sombreamento

T30% = Telado 30% de sombreamento

UEMS= Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

UUC= Unidade universitária de Cassilândia

V = Vermiculita

CAPÍTULO 1. COMPOSTOS BIOATIVOS E FITOMASSAS DE *MICROGREENS* DE COUVE EM AMBIENTES PROTEGIDOS E SUBSTRATOS

RESUMO: Os *microgreens* são produtos alimentares provenientes da colheita de plântulas ainda no estágio inicial de desenvolvimento quando possuir cotilédones totalmente expandido, proporciona cores vivas, sabores intensos e alto valor nutricional. Assim, objetivou-se avaliar o crescimento dos *microgreens* de couve manteiga da geórgia (*Brassica oleracea* L.) e teores de clorofilas, carotenóides e feofitinas em diferentes ambientes e substratos. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 (4 ambientes protegidos x 2 substratos), com seis repetições e quatro conjuntos de *microgreens* por parcela. Os ambientes protegidos avaliados foram a estufa agrícola com tela de 42-50% de sombreamento sob o filme, a estufa agrícola com tela de 35% de sombreamento sob o filme, o telado agrícola com tela preta de 30% de sombreamento e o telado agrícola com tela preta de 18% de sombreamento. Os substratos usados foram 100% Carolina Soil® e 100% Vermiculita. Aos 11 Dias após a semeadura (DAS) avaliou as variáveis biométricas de crescimento, altura de plantas, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea e produtividade. Avaliou bioativos: clorofila A, clorofila B, clorofila Total, carotenóides, feofitina A, feofitina B, feofitina Total, Clorofila Total/Carotenoide e Clorofila Total/Feofitina Total. O substrato comercial promoveu maior altura, massa fresca, massa seca, Clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total, carotenoides, feofitina *a*, feofitina *b*, feofitina total, relação clorofila *a/b*, relação clorofila total/carotenoides, relação clorofila total/feofitina total quando comparado com o substrato vermiculita em todos os ambientes avaliados. A E+T35% obteve maior altura, massa fresca, massa seca e produtividade em ambos os substratos quando comparado com os ambientes avaliados. Em relação aos pigmentos verificou-se as mudas sob estufa 42-50% apresentaram maior teor quando cultivadas no substrato Carolina em relação às demais condições de cultivo. Assim, recomenda-se usar o substrato comercial e o ambiente com maior sombreamento para a produção de *microgreens* de couve manteiga da geórgia .

PALAVRAS-CHAVE: *Brassica oleracea*, Carotenóides, Clorofilas, Sombreamento, Organomineral

CHAPTER 1. BIOACTIVE COMPOUNDS AND PHYTOMASSES OF KALE MICROGREENS IN PROTECTED ENVIRONMENTS AND SUBSTRATES

ABSTRACT: Microgreens are food products derived from the harvest of plants still in the initial stage of development when they have fully expanded cotyledons, providing bright colors, intense flavors and high nutritional value. Thus, the objective was to evaluate the growth of microgreens of Georgia kale (*Brassica oleracea* L.) and chlorophyll, carotenoid and pheophytin contents in different environments and substrates. The experiment was conducted in a completely randomized design, in a 4 x 2 factorial scheme (4 protected environments x 2 substrates), with six replications and four sets of microgreens per plot. The protected environments evaluated were the agricultural greenhouse with a screen of 42-50% shading under the film, the agricultural greenhouse with a screen of 35% shading under the film, the agricultural screen with a black screen of 30% shading and the agricultural screen with black screen of 18% shading. The substrates used were 100% Carolina Soil® and 100% Vermiculite. At 11 days after sowing (DAS) evaluated the biometric variables of growth, plant height, fresh mass of shoots, dry mass of shoots and productivity. Evaluated phytochemicals: chlorophyll A, chlorophyll B, Total chlorophyll, carotenoids, pheophytin A, pheophytin B, Total pheophytin, Total Chlorophyll/Carotenoid and Total Chlorophyll/Total Pheophytin. The commercial substrate promoted greater height, fresh mass, dry mass, CLA,CLB,CLT,CRT,FFA, FFB, FFT, CLA/CLB, CLT/CRT, CLT/FFT when compared to the vermiculite substrate in all evaluated environments. The E+T35% obtained greater height, fresh mass, dry mass and productivity in both substrates when compared to the evaluated environments. Regarding the pigments, it was verified that the E+T 42-50% obtained a higher content in the commercial substrate in relation to the evaluated environments. Thus, it is recommended to use for the biometric analyzes and pigment contents the commercial substrate that contains nutrients and the environment with greater shading.

KEY WORDS: *Brassicac oleracea*, Carotenoids, Chlorophylls, Protected environments, Organomineral

1.1 INTRODUÇÃO

Os *microgreens* são produtos alimentares que vem conquistando o mundo por ser versões pequenas de plantas comuns que são produzidas a partir de sementes vegetais, ervas ou grãos. São geralmente colhidos em 7 a 21 dias após a germinação quando possuir cotilédones totalmente desenvolvidos com o primeiro par de folhas verdadeiras aparecendo ou expandindo-se parcialmente. Embora possua um tamanho menor, os *microgreens* são capazes de proporcionar cores vivas e sabores intensos. Eles podem ser servidos como um novo ingrediente em saladas ou como ornamentação. Além dos valores nutricionais, os atributos sensoriais costumam ser fatores relevantes que dominam a aceitação de um produto alimentar pelo consumidor e a intenção de compra (XIAO et al., 2015).

Os *microgreens* possuem altas concentrações de nutrientes, como antioxidantes, fenóis, vitaminas e minerais, maiores do que aquelas observadas em vegetais adultos, por isso são considerados alimentos funcionais, além de serem altamente valorizados pela abundante fonte de componentes bioativos. Apesar de seus diversos benefícios, eles enfrentam vários problemas de conservação e durabilidade devido ao seu difícil armazenamento, por possuir folhas frágeis, com facilidade de murchar e senescência precoce (TURNER; BUCHANAN, 2020).

Especificamente, *microgreens* da família Brassicaceae resultam em uma escolha acessível devido à sua fácil germinação, curto tempo de crescimento, variedade de sabores e cores vibrantes (XIAO et al., 2015). A couve manteiga (*Brassica oleracea* L.) é uma hortaliça arbustiva anual ou bienal, da família *Brassicaceae* cujo consumo no Brasil vem aumentando desde 2010, provavelmente por causa das novas maneiras do uso na culinária (NOVO et al., 2010) e às recentes descobertas da ciência quanto às suas propriedades nutracêuticas, visto que possui maiores concentrações de nutrientes como o cálcio, ferro, fósforo e vitamina A, além das fibras (STEINER; SABEDOT; LEMOS, 2009). A couve-manteiga é considerada como adequada fonte de carotenóides, sendo a hortaliça com maior concentração de β -caroteno, importante na prevenção de alguns tipos de câncer e doenças oftalmológicas (ZANZINI et al., 2020).

Os compostos bioativos são capazes de influenciar nas atividades celulares que modificam e reduzem o risco de diversas doenças crônicas-degenerativas associadas ao estresse oxidativo ou desregulação do metabolismo lipídico plasmático, melhorando a qualidade e a expectativa de vida. Dentre estes compostos benéficos à saúde, incluem-se os carotenoides e alguns ácidos graxos (GARCÍA-BLANCO et al., 2017; NÖRNBERG et al., 2021).

A variedade de cores das hortaliças é responsável por grande parte da atração exercida nos consumidores. Os pigmentos responsáveis por essa grande diversidade são os carotenóides,

a clorofila e a antocianina (SANTOS et al., 2019). A clorofila é um pigmento importante no cloroplasto das plantas e exerce uma função importante na transferência de energia e captura de energia para a fotossíntese. O grau de esverdeamento, devido aos pigmentos de clorofila, é um dos principais indicadores de qualidade pós-colheita para os produtos vegetais (SUN; LI, 2017).

Os benefícios dos carotenoides são muitos, além de manter a saúde do coração por diminuir os riscos de doenças cardiovasculares e proteger a pele dos danos causados pela radiação UV (COUTO, 2010), nos carotenoides se destacam: licopeno, α -caroteno, β -caroteno, α -criptoxantina, β -criptoxantina, luteína, zeaxantina e violaxantina. A luteína e zeaxantina são carotenoides encontrados na retina. A luteína atua na proteção cardiovascular e saúde ocular, disponibilizando meios de fortalecer as defesas antioxidantes, diminuindo assim os riscos de degenerações musculares ou sua progressão (NORNBERG et al., 2022). Efeito benéfico da clorofila e feofitina, é graças ao núcleo tetrapirrólico da clorofila, da feofitina ou mesmo de alguns derivados dessa molécula seria capaz de exercer uma atividade antioxidante.

Os compostos bioativos como carotenoides e clorofilas variam em função da quantidade de luz no ambiente de cultivo, sendo a luz essencial no desenvolvimento e crescimento das plântulas em consequência de sua atuação na fotossíntese e fotomorfogênese (SILVA et al., 2020), além de influenciar a produção de pigmentos benéficos à saúde humana.

Para obter *microgreens* de qualidade é necessário analisar a relação do ambiente protegido com o substrato, visto que a qualidade do substrato influencia o desenvolvimento dos mesmos e ele deve apresentar características físicas e químicas que favoreçam as necessidades da planta (CUNHA et al., 2006). No entanto, o substrato mais usado na produção de *microgreen* é a base de turfa (KYRIACOU et al., 2017).

A cobertura dos ambientes protegidos varia, mas geralmente utilizam filmes de polietileno de baixa densidade, malhas pretas, malhas aluminizadas e malhas coloridas, com variadas porcentagens de sombreamento, em que essa porcentagem pode afetar o crescimento da planta (PAULA et al., 2017). É de fundamental importância durante o processo de cultivo das plantas a utilização de ambientes protegidos, pois promovem maior homogeneidade das mudas, devido à adequação das condições microclimáticas para o melhor desenvolvimento da planta, além de controlar a propagação de pragas e doenças no cultivo. Com isso, pode-se observar a importância da utilização desses ambientes como a estufa agrícola, viveiro de mudas e casas de vegetação climatizadas (COSTA et al., 2012).

A intensidade de radiação fotossinteticamente ativa que penetram no ambiente protegido é variável devido ao tipo de material de cobertura (filmes plásticos de diferentes espessuras;

telas de sombreamento de diferentes malhas). Esta variação da radiação promove uma relação luminosidade/sombreamento que pode influenciar diretamente os demais elementos micrometeorológicos internos do ambiente como temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura do substrato e, por conseguinte, influenciar o crescimento das plantas. Ambientes com maior sombreamento apresentam menor temperatura do ar ao longo do ano (SILVA et al., 2021), contudo não apresentam diferenças nos meses de inverno (PAULA et al., 2017).

Portanto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o crescimento e a composição dos *microgreens* de couve manteiga (*Brassica oleracea* L.) em diferentes ambientes protegidos e composições de substratos.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento com formação de *microgreens* de couve manteiga da Geórgia (*Brassica oleracea* L.) foi conduzido de 13/01/2022 a 24/01/2022, na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), na Unidade Universitária de Cassilândia (UUC), localizada no município de Cassilândia (latitude 19°07'21" S, longitude 51°43'15" W e altitude 516 m). De acordo com a classificação climática de Köppen, a região apresenta clima tropical chuvoso (Aw) com verão chuvoso e inverno seco.

1.2.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram compostos pelos fatores ambientes protegidos não climatizados e substratos. Estes foram conduzidos num delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial de 4 x 2 (quatro ambientes x dois substratos), com seis repetições e quatro conjuntos de *microgreens* por parcela (Figura 1).

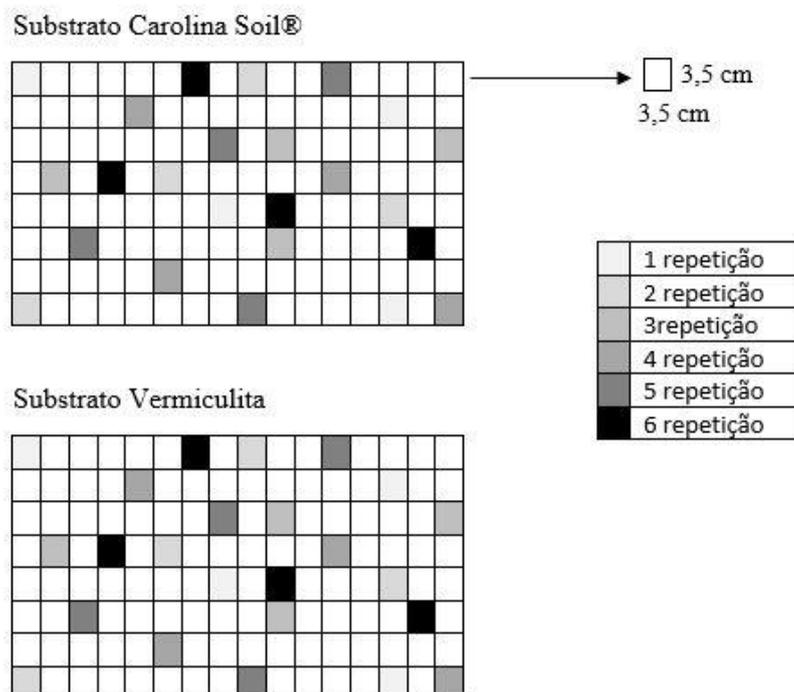


Figura 1. Disposição das repetições dos substratos em cada bandeja.

Os ambientes protegidos não climatizados foram compostos por quatro níveis representados por dois telados e duas estufas, assim designados: A1) estufa agrícola de estrutura em aço galvanizado, possuindo 18,0 m de comprimento x 8,0 m de largura (144 m²), 4,0 m de pé direito, com abertura zenital, fechamentos laterais e frontais com tela de monofilamento de 30% de sombreamento, coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 µm, difusor de luz e tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme a 3,30 m do solo; A2) Estrutura idêntica ao A1, contudo com tela sob o filme denominada de Luxinet® de sombreamento variando de 42-50%; A3) telado agrícola de estrutura em aço galvanizado com sombreamento de 30 %, possuindo 18,0 m de comprimento x 8,0 m de largura (144 m²) e 3,5 m de pé-direito, fechamento em 45 graus de inclinação, com tela de monofilamento na cor preta (Sombrite®) e A4) Estrutura idêntica ao A3, contudo com tela de sombreamento de 18% (Figura 2)



Figura 2. Ambientes protegidos não climatizados. A1 = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; A2 = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; A3 = Telado 30% de sombreamento; A4 = Telado 18% de sombreamento. Cassilândia, 2022.

Nestes ambientes de cultivo foram avaliadas duas diferentes composições de substratos (S1 e S2), oriundos do uso do substrato organomineral – Carolina Soil®, constituída de turfa de sphagnum (TRANI et al., 2007), vermiculita e resíduo orgânico agroindustrial, e do substrato mineral - Utilizando a vermiculita superfina. Sendo assim especificados: S1= 100% Carolina Soil® e S2= 100% vermiculita.

1.2.3 Implantação, condução e coleta de dados do experimento

A semeadura da couve-manteiga (*Brassica oleracea* L.) da marca ISLA®, foi realizada em bandejas de 128 células no dia 13/01/2022, com 30 sementes por célula de 3,5 x 3,5 cm, numa densidade de 2,45 sementes por centímetro quadrado (BAUMGARDT et al., 2019). A rega das mudas foi realizada com uso do pulverizador manual, sempre que necessário. Por ser cultivo de *microgreen*, não foram realizadas adubação e aplicação de defensivos agrícolas, como inseticidas e fungicidas.

Aos 11 dias após a semeadura (DAS) foram coletadas a altura de planta (AP, cm), a matéria fresca da parte aérea (MFPA, g) e a matéria seca da parte aérea (MSPA, g). A mensuração da altura das mudas foi realizada com uma régua graduada, medindo a distância do colo da planta até o ápice do meristema apical do caule. A matéria fresca da parte aérea foi mensurada em balança analítica. A matéria seca da parte aérea foi obtida após a secagem da

parte aérea em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas e mensurada em balança analítica. A produtividade foi determinada pela relação entre matéria fresca da parte aérea e a área da célula da bandeja (12,25 cm²).

Foram determinados os bioativos: teores de clorofilas, carotenóides e feofitina foliar. As extrações das clorofilas (*a* e *b*), carotenóides e feofitina (*a* e *b*) foram realizadas seguindo a metodologia de Lichtenthaler (1987). Foram pesados 0,5 g de material vegetal fresco, adicionado 5 mL de acetona 80% e acondicionados em tubos de ensaios de 14 mL por 48 horas em geladeira na temperatura de 25 °C. Após, o referido período os tubos de ensaios foram centrifugados por 15 minutos a 4.000 rpm e em seguida foi diluído o sobrenadante do extrato na razão de 0,3 mL de extrato para 1,7 mL de acetona 80%. As medições foram realizadas em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470 nm, 647 nm, 653 nm, 663 nm e 665 nm.

Para a análise da relação clorofila *a*/clorofila *b* foi realizada por meio da divisão entre essas variáveis. O mesmo método segue para as relações de clorofila total/feofitina total e clorofila total/carotenóides.

Nos ambientes de cultivo foi monitorada a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) com piranômetro digital portátil (Apogee®), diariamente às 9:30 horas (MS). Também, foram monitoradas as temperaturas ambiente e do substrato (T °C), com o termômetro digital, diariamente às 11:30 horas (MS). Os dados de RFA, das temperaturas do ar e das temperaturas dos substratos foram comparados num delineamento em blocos casualizados com 11 repetições (cada repetição foi um dia de coleta).

1.2.4 Análises Estatísticas

Utilizou-se programa estatístico Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2010), para a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey para os ambientes e o teste LSD para os substratos, ambos a 5% de probabilidade.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1. Resultados

Através do monitoramento dos dados micrometeorológicos coletados nos diferentes ambientes protegidos, propostos no experimento, verificou-se que a RFA diminuiu em função do aumento do sombreamento, visto que a incidência da radiação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi menor nas estufas cobertas com filme de polietileno de

baixa densidade (PEBD) com telas de 35% e 42-50% de sombreamento sob o filme, quando comparados com os telados agrícolas (Figura 3).

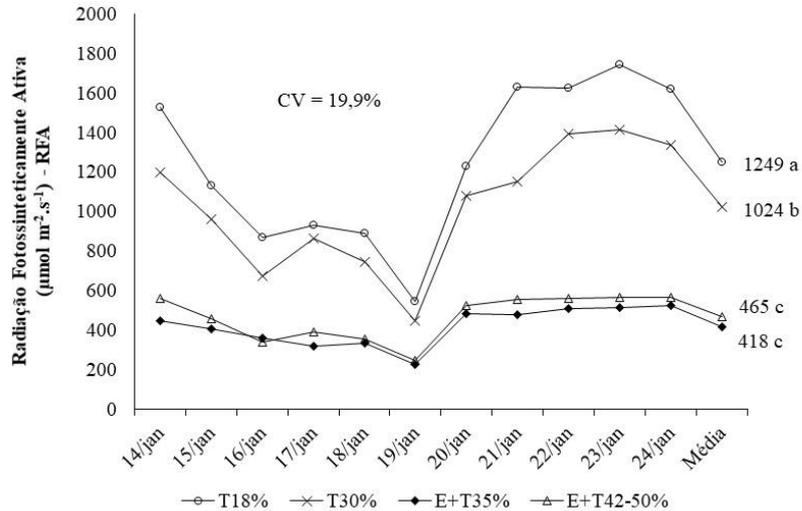


Figura 3. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA - $\mu\text{mol m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) nos diferentes ambientes durante o experimento. Cassilândia, 2022.

Letras minúsculas iguais não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico.

Nas temperaturas dos substratos foram verificados que nos telados 18% e 30% estas não diferiram entre si e proporcionaram maiores temperaturas em relação as estufas cobertas com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) com telas de 35% e 42-50% de sombreamento sob o filme (Figura 4).

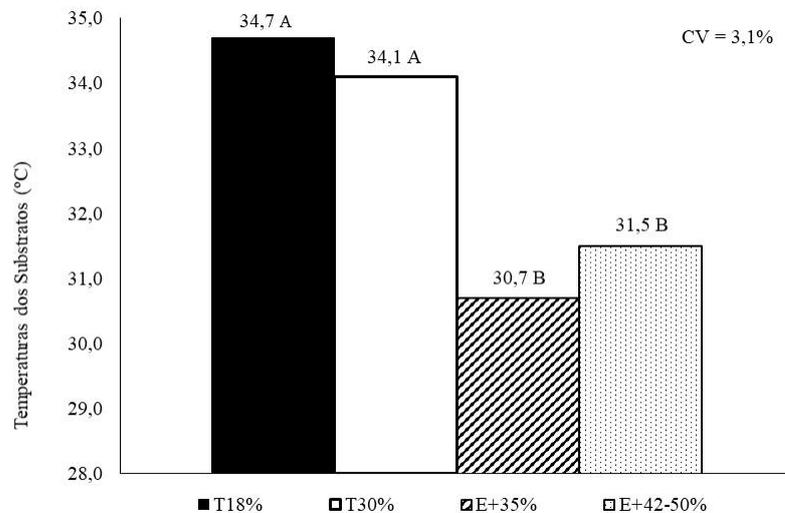


Figura 4. Temperaturas dos substratos (°C) nos diferentes ambientes aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e pelo teste LSD para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico.

Quando realizada a comparação das temperaturas dos substratos verificou-se que não ocorreu diferença significativa entre elas (Figura 5).

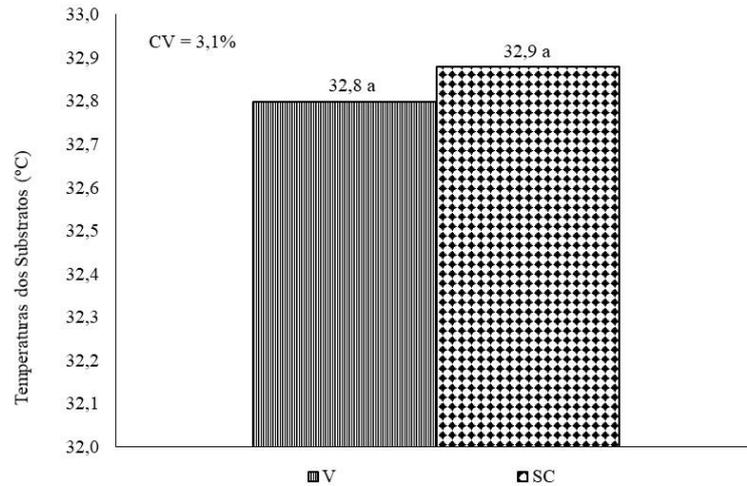


Figura 5. Temperaturas dos substratos (°C) nos diferentes substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e pelo teste LSD para os substratos. CV= coeficiente de variação. V= Vermiculita; SC= Substrato Carolina Soil®.

Por meio das análises dos dados micrometeorológicos obtidos nos diferentes níveis de sombreamento durante a formação de *microgreens*, verificou-se que as menores temperaturas do ar foram nas estufas com telas de 42-50% e 35% sob o filme que não diferiram entre si (Figura 6).

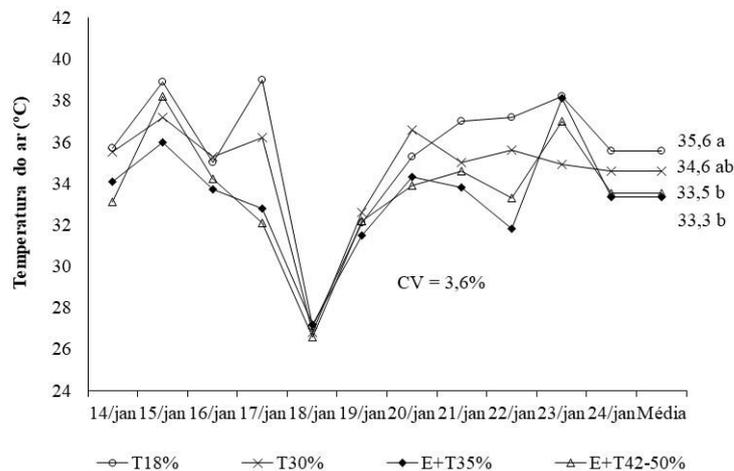


Figura 6. Temperatura do ar (°C) nos diferentes ambientes aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras minúsculas iguais não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico.

Não houve interação entre os fatores ambientes x substratos (A x S) para as variáveis, clorofila *a* (CLA), clorofila *b* (CLB), clorofila total (CLT), feofitina *a* (FFA) e a relação clorofila *a*/clorofila *b* (CLA/CLB), sendo verificada a significância em cada fator independente. Para as demais variáveis, altura de plântula (AP), massa fresca (MF), massa seca (MS), produtividade (PROD), carotenóides (CRT), feofitina *b* (FFB), feofitina total (FFT), relação clorofila total e carotenóides (CLT/CRT) e clorofila total e feofitina total (CLT/FFT) houve interação dos fatores (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância para variáveis altura de plântula (AP), massa fresca (MF), massa seca (MS), produtividade (PROD), clorofila *a* (CLA), clorofila *b* (CLB), clorofila total (CLT), carotenóides (CRT), feofitina *a* (FFA), feofitina *b* (FFB), feofitina total (FFT), relação clorofila *a*/*b* (CLA/CLB), relação clorofila total e carotenóides (CLT/CRT) e clorofila total e feofitina total (CLT/FFT). Cassilândia, 2022.

	AP	MF	MS	PROD	CLA	CLB	CLT
Ambiente (A)	**	**	**	**	**	**	**
Substratos (S)	**	**	**	**	**	**	**
A x S	**	**	**	**	ns	ns	ns
CV (%)	7,22	10,63	7,82	10,6	5,01	7,05	5,22
	CRT	FFA	FFB	FFT	CLA/CLB	CLT/CRT	CLT/FFT
Ambiente (A)	**	**	**	**	**	ns	**
Substratos (S)	**	**	**	**	ns	**	ns
A x S	*	ns	**	*	ns	**	**
CV (%)	5,08	4,88	7,92	5,14	5,53	1,54	0,65

ns = não significativo, * significativo a 1%; ** significativo a 5%. CV = coeficiente de variação.

Os *microgreens* de couve do substrato comercial apresentam maior altura quando comparado com as do substrato vermiculita em todos os ambientes avaliados. Em relação ao ambiente foi verificado que as plantas do ambiente E+T 35% apresentam maior altura para ambos os substratos (Figura 7).

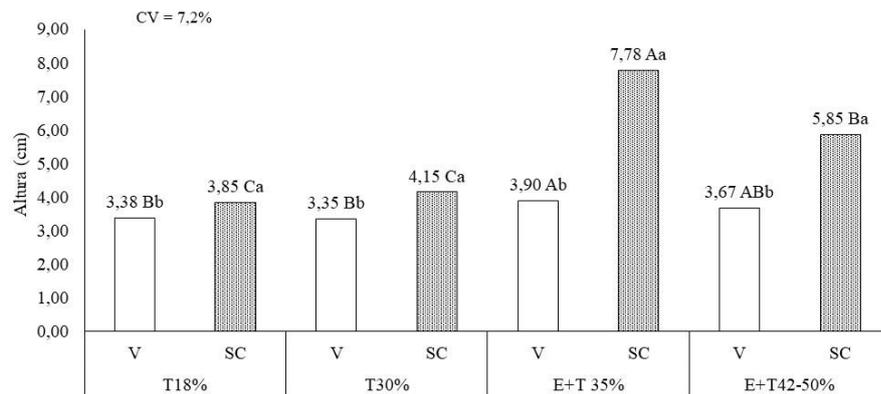


Figura 7. Altura dos *microgreens* (cm) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e pelo LSD para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico. V = Vermiculita; SC = Carolina Soil®.

Para a variável massa fresca da parte aérea, as plantas do substrato comercial apresentam maior massa quando comparadas as do substrato vermiculita nos ambientes T30%, E+T35% e E+T42-50%. Todavia, em relação ao ambiente para cada substrato se verificou que as plantas da E+T35% apresentam maior massa fresca da parte aérea para ambos os substratos (Figura 8), resultados similares aos observados na altura (Figura 7).

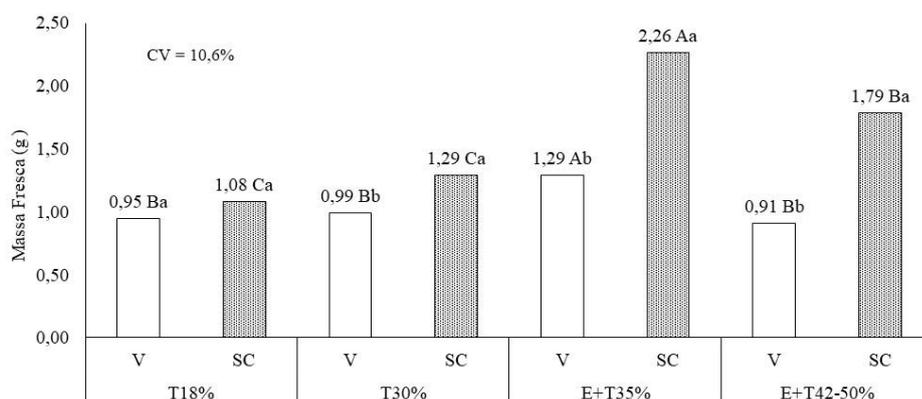


Figura 8. Massa fresca da parte aérea (g) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e pelo LSD para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico. V = Vermiculita; SC = Carolina Soil®.

Para a variável massa seca da parte aérea os *microgreens* do substrato comercial apresentam maior massa seca quando comparado com o substrato vermiculita em todos os

ambientes avaliados. Todavia, em relação ao ambiente para cada substrato foi constatado que as plantas do ambiente E+T 35% apresentam maior massa seca da parte aérea para ambos os substratos (Figura 9).

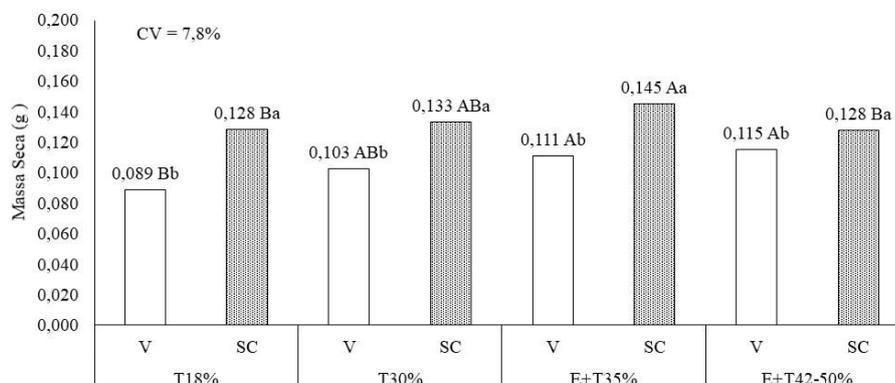


Figura 9. Massa seca da parte aérea (g) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e pelo LSD para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico. V = Vermiculita; SC = Carolina Soil®.

Os *microgreens* do substrato comercial apresentam maior produtividade quando comparado as do substrato vermiculita nos ambientes T30%, E+T 35% e a E+T 42-50%, e no ambiente T18% a produtividade não diferiu nos substratos. Na estufa E+T 35% foi verificada maior produtividade para ambos os substratos (Figura 10).

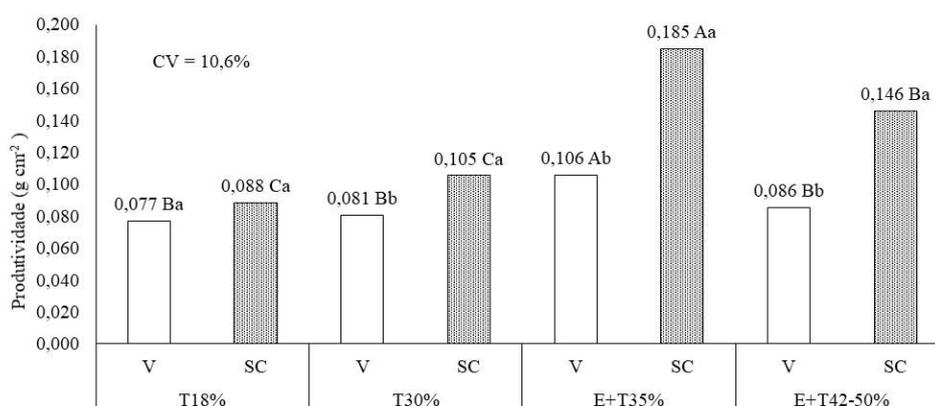


Figura 10. Produtividade dos *microgreens* (g cm⁻²) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e pelo LSD para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; V = Vermiculita; SC = Carolina Soil®.

As plantas da E+T42-50% apresentaram maior teor de clorofila *a*, *b* total e feofitina *a*, quando comparados as dos demais ambientes avaliados. A comparação dos substratos mostra que o substrato comercial propiciou maior teor desses pigmentos (Figura 11).

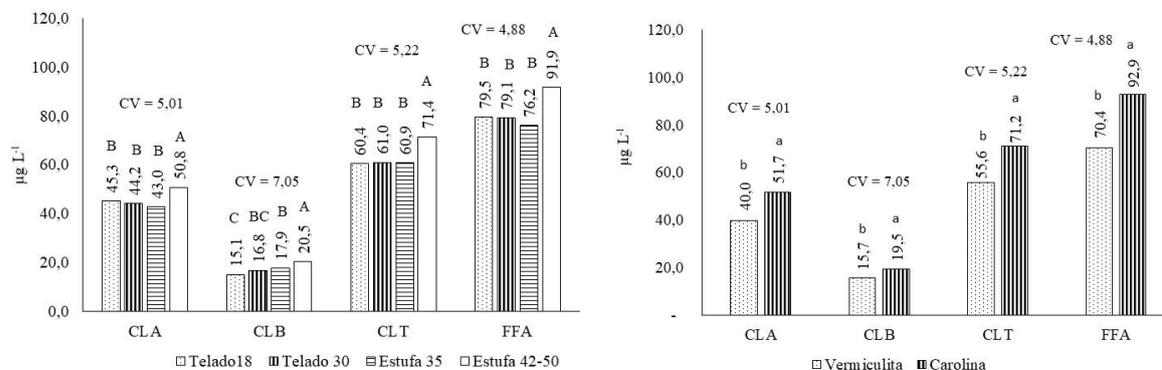


Figura 11. Clorofila *a* (CLA), Clorofila *b* (CLB), Clorofila total (CLT) e feofitina *a* (FFA) dos *microgreens* nos diferentes ambientes e substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico. V=Vermiculita; SC= Substrato Carolina Soil®

Os *microgreens* do substrato comercial apresentam maior teor de feofitina *b* quando comparados com os do substrato vermiculita nos ambientes T18% e na E+T35%, contudo não diferiram no ambiente T30%, e as plantas do substrato vermiculita apresentaram maior teor de feofitina *b* quando comparadas as do substrato comercial na E+T42-50%. Se observa que as plantas da E+T 35% apresentam maior teor de feofitina *b* quando cultivadas no substrato comercial e as da E+T42-50% apresentam maior teor desse pigmento quando cultivado na vermiculita (Figura 12).

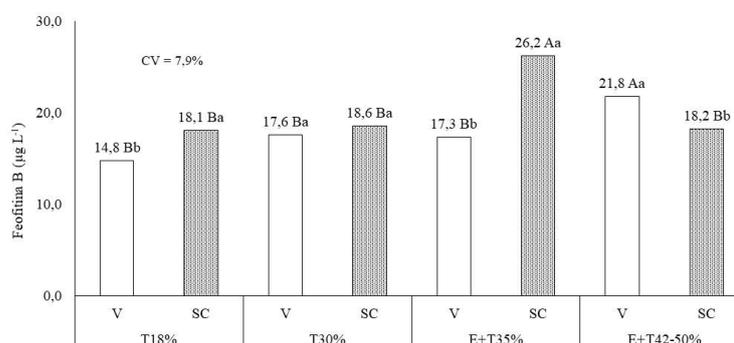


Figura 12. Feofitina *b* dos *microgreens* ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composição de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e pelo LSD para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico. V = Vermiculita; SC = Carolina Soil®.

As plantas do substrato comercial apresentam maior teor de feofitina total quando comparadas com as do substrato vermiculita em todos os ambientes avaliados. Todavia, em relação ao ambiente para cada substrato se observou que as plantas do ambiente E+T 42-50% apresentam maior teor de feofitina total no substrato vermiculita (Figura 13).

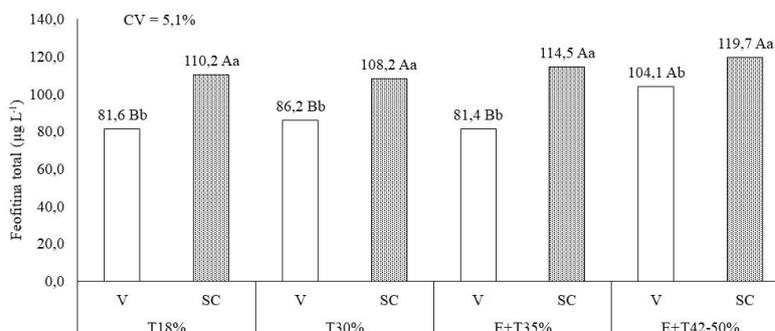


Figura 13. Feofitina total dos *microgreens* ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e pelo LSD para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; V = Vermiculita; SC = Carolina Soil®.

As plantas cultivadas no substrato comercial apresentam maior teor de carotenóides em todos os ambientes avaliados. Todavia, em relação ao ambiente para cada substrato obteve-se que as plantas cultivadas no E+T 42-50% apresentam maior teor de carotenóides para ambos os substratos quando comparados com os T18% e o T30% (Figura 14).

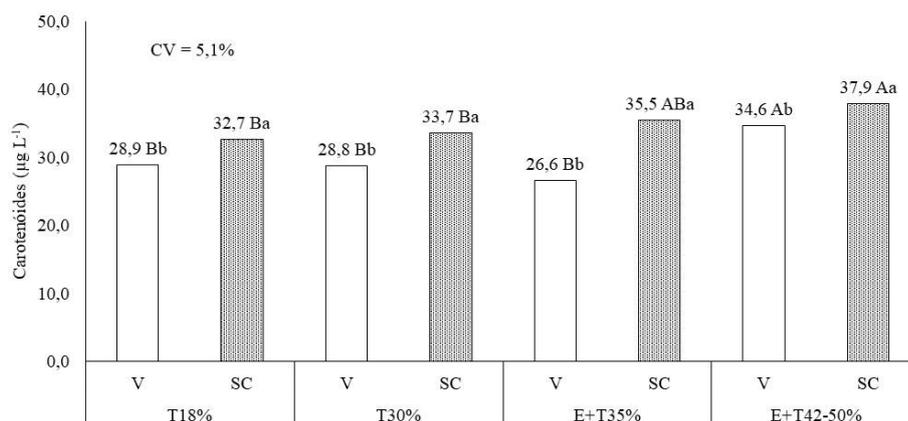


Figura 14. Carotenóides dos *microgreens* ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e pelo LSD para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico. V = Vermiculita; SC = Carolina Soil®.

Para a relação CLA/CLB se observou que o telado 18% proporcionou resultados superiores em todos os ambientes avaliados e que os substratos não causaram efeito significativo nessa característica (Figura 15).

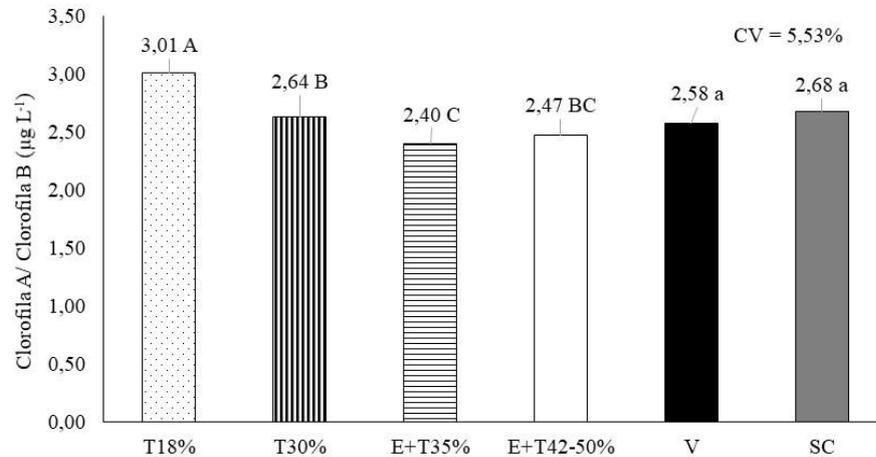


Figura 15. Relação clorofila *a*/Clorofila *b* dos *microgreens* ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras minúsculas iguais não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste LSD. CV= coeficiente de variação.

Nos *microgreens* do substrato comercial obtiveram maior relação Clorofila Total/Carotenóides quando comparada com as do o substrato vermiculita em todos os ambientes avaliados. Quando realizada a análise do ambiente para cada substrato evidenciou-se que as plantas da E+T35% apresentam maior relação Clorofila Total/Carotenóides para o substrato vermiculita quando comparado com o T18%. O T18% promoveu maior relação Clorofila Total/Carotenóides para o substrato comercial quando comparado com a E+T35% (Figura 16).

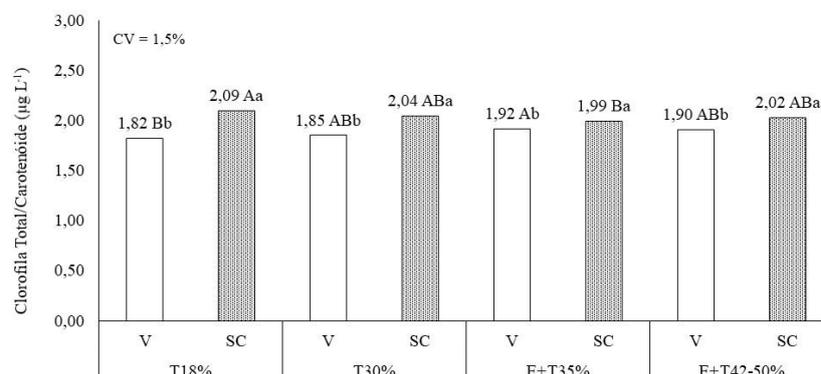


Figura 16. Relação clorofila total/Carotenóides dos *microgreens* ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS).Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e pelo LSD para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa +

Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico. V = Vermiculita; SC = Carolina Soil®.

As plantas do substrato comercial apresentam maior relação clorofila Total / Feofitina Total quando comparadas com as do substrato vermiculita no T30%, não diferiu das do substrato vermiculita nos ambientes E+T 35% e E+T 42-50% e as da vermiculita apresentaram maior relação clorofila Total / Feofitina no T18%. Observou-se que as plantas do ambiente E+T 42-50% e o T 30% apresentam maior relação clorofila Total / Feofitina Total para substrato comercial e o T18% apresenta maior relação no substrato vermiculita (Figura 17).

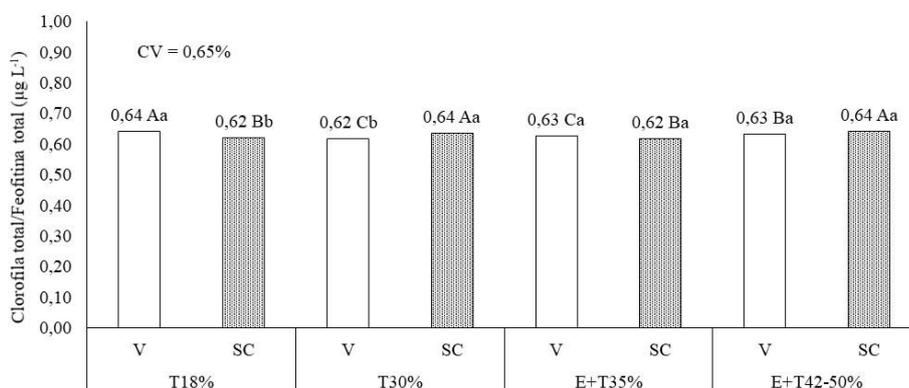


Figura 17. Relação clorofila total e Feofitina ($\mu\text{g L}^{-1}$) dos *microgreens* nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 11 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e pelo LSD para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico. V = Vermiculita; SC = Carolina Soil®.

Verificou-se que ocorreu diferenças de crescimento dos *microgreens* em relação ao ambiente de cultivo e aos substratos (Figura 18), sendo que a estufa 35% de sombreamento utilizando o substrato comercial possibilitou maiores altura (Figura 6), massa fresca da parte aérea (Figura 7), massa seca da parte aérea (Figura 8) e produtividade (Figura 9).

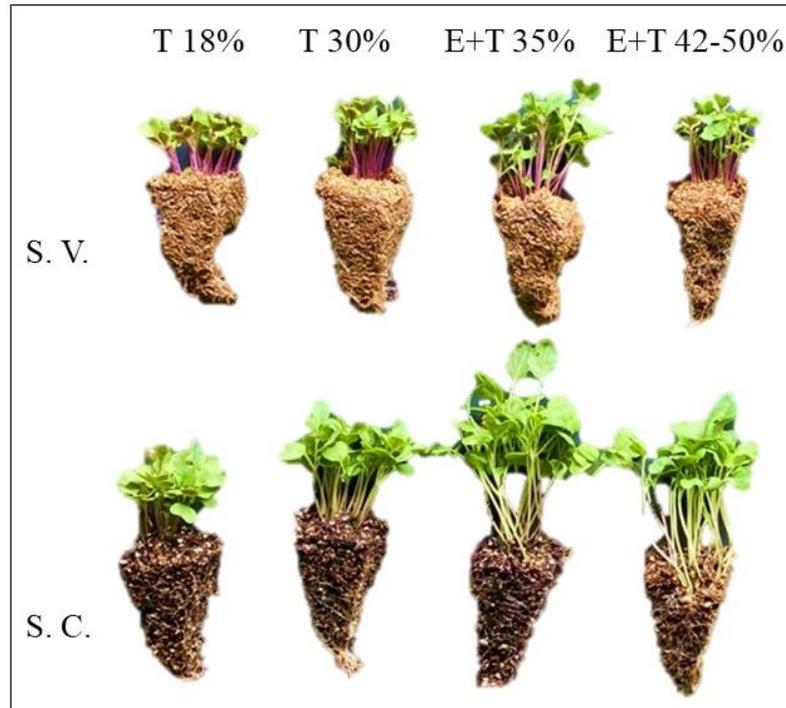


Figura 18. Imagem dos *microgreens* nos diferentes ambientes e composição de substrato aos 11 DAS. Cassilândia, 2022.

T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; SV= Substrato Vermiculita; SC= Substrato Carolina Soil®.

1.3.2. Discussão

O material de cobertura de cada ambiente protegido, assim como as condições atmosféricas locais, permitiram variações da disponibilidade de RFA (GUISELINI; SENTELHAS; OLIVEIRA, 2004) e de temperaturas internas e dos substratos nos ambientes de cultivo, onde as maiores RFA nos telados e as menores nas estufas (PAULA et al., 2017; SILVA et al., 2021), assim como as temperaturas do ar e dos substratos nos ambientes (SEABRA JUNIOR; NUNES, 2010), influenciaram a produção de *microgreen* de couve manteiga.

Ambientes protegidos que possuem em sua composição, telas ou filmes, diminuem a radiação direta do sol sobre o vegetal, reduzindo assim possíveis danos aos tecidos vegetais, principalmente quando as plantas ainda se encontram na fase juvenil (COSTA et al., 2011) e nas estufas, as menores RFA (PAULA et al., 2017; SILVA et al., 2021) associadas as menores temperatura do ar e dos substratos (SEABRA JUNIOR; NUNES, 2010), propiciaram melhores condições e favoreceram o crescimento do *microgreen* de couve manteiga, assim como a maior RFA, permitida pelos telados (PAULA et al., 2017; SILVA et al., 2021) aliada as maiores temperaturas do ar e dos substratos (SEABRA JUNIOR; NUNES, 2010), prejudicaram o

crescimento desta espécie neste estágio. Esse resultado é atribuído ao fato de que a temperatura do ar ocorre em função da quantidade de radiação que entra e a quantidade de energia que é retida pelo ambiente (SEABRA JUNIOR; NUNES, 2010).

A estufa, que por atuar na diminuição da temperatura e na quantidade e proporção de radiação fotossinteticamente ativa (MONTEIRO NETO et al., 2016) propiciou condições adequadas ao crescimento e produção de *microgreen* de couve manteiga. O ambiente com 35% de sombreamento proporcionou às condições de menor fluxo de energia radiante, pelo fato de a intensidade de luz afetar diretamente o crescimento e desenvolvimento das plantas (BEZERRA NETO, 2005) e permitiu melhores condições aos *microgreens* de couve manteiga.

A alta radiação fotossintética somada à ocorrência de altas temperaturas, pode degradar os pigmentos das clorofilas *a*, *b* e *total*. Reduzindo a fotoassimilação de hidratos de carbono e aumento da respiração da planta, em consequência, retardando o crescimento e diminuindo o acúmulo de massa e produtividade (YANG et al., 2016).

Além disso, a temperatura do substrato influencia na evaporação e o arejamento das raízes, bem como o tipo e a taxa das reações químicas que ali ocorrem, assim como influencia a emergência das plântulas (NASCIMENTO et al., 2016) e crescimento do *microgreen*.

A altura da planta é característica relevante para medir a qualidade das mudas (SILVA et al., 2011) e o substrato comercial (SILVA et al., 2019) promoveu as maiores plântulas de couve manteiga. O referido substrato apresentava em sua composição turfa (TRANI et al., 2007), vermiculita e resíduo orgânico agroindustrial que permitiu, mesmo no estágio de *microgreens* da couve, disponibilidade de nutrientes inorgânico (WIETH; PINHEIRO; DUARTE, 2019) e maior crescimento vegetal.

As maiores massas secas e frescas da parte aérea do *microgreens* de couve manteiga no substrato comercial, o qual contém a turfa mineralizada (TRANI et al., 2007; NAKHEL et al., 2021; DU, 2022), estão relacionadas aos teores de nutrientes (BULGARI et al., 2017; LI et al., 2021) deste substrato quando comparado a vermiculita inerte, uma vez que, inicialmente, a nutrição para este estágio de crescimento vegetal era considerada opcional (LI et al., 2021). Aliado a nutrição, os ambientes mais sombreados propiciaram melhores condições de produção de massas secas e frescas do *microgreen* de couve manteiga, pois o acúmulo de matéria seca na planta está relacionado com a produção de fotoassimilados e para isso são necessárias condições adequadas de luminosidade que propiciem um maior aproveitamento da irradiância incidente, nutrição e disponibilidade hídrica (SILVA et al., 2019).

O teor total de clorofila do *microgreens* da couve manteiga variou de acordo com o substrato utilizado (WIETH; PINHEIRO; DUARTE, 2019; KYRIACOU et al., 2020) e os

maiores teores foram observados no substrato Carolina Soil® que continha elementos nutritivos (BULGARI et al., 2017; LI et al., 2021).

Os ambientes mais sombreados (menores RFA) proporcionaram a produção de *microgreens* de couve manteiga com maiores teores de clorofila *b* e clorofila total além de proporcionar os menores valores de transpiração diária e ao longo do dia das plantas (DUTRA; MASSAD; SANTANA, 2012). Os *microgreens* que se desenvolveram em ambientes sombreados (menor luminosidade) possuem maior teor de clorofila *b*, pois a clorofila *b* se degrada mais facilmente na presença da luz. Sendo assim, em ambientes com menor luminosidade existe uma maior relação de clorofila *b*, que consegue captar a energia em outros comprimentos de onda e transferir para clorofila *a* que exerce papel importante nas reações da fotossíntese (LIMA et al., 2011). Rever a frase!!!

O ambiente mais sombreado apresentou maiores teores de clorofila *a*, *b*, Total e carotenóides (ALBUQUERQUE; EVANGELISTA; ALBUQUERQUE NETO, 2015); no qual concentrações maiores de carotenóides e clorofilas são estratégias adaptativas, que propiciam uma maior eficiência fotossintética para maior acúmulo de carbono, resultando em plantas com maiores alturas (TAIZ; ZEIGER, 2017). Embora não tenha sido observado maior altura e nem maior MS e MF nas mudas sob 42-50% de sombreamento.... rever esse comentário!

A variação da intensidade de RFA possui forte influência nos teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenóides. No presente estudo a faixa de intensidade de 418 e 465 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ propiciaram os maiores teores destes pigmentos, sendo que em faixas elevadas de RFA ocorreram prejuízos ao acúmulo destes pigmentos (LEFSRUD et al., 2006), assim como intensidades menores que 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ verificadas na literatura não são favoráveis ao acúmulo destes em couve (LEFSRUD et al., 2006).

As maiores concentrações de carotenóides nos ambientes mais sombreados (menores RFA) estão de acordo com os resultados verificados para os *microgreens* de mostarda e mizuna (CRAVER et al., 2017), no entanto divergem dos resultados verificados para *baby leaf* de alface (SAMUOLIENÉ et al., 2012) e *microgreens* de brássicas (SAMUOLIENÉ et al., 2013). Os menores teores de RFA propiciaram maiores teores de clorofila no *microgreen* de couve manteiga como verificado em *microgreen* de rúcula, repolho e mostarda (BAUMGARDT et al., 2020).

Os maiores teores de clorofilas em ambientes com menores RFA e substrato com nutrientes promoveram qualidade (SOARES et al., 2016; BULGARI et al., 2017) aos *microgreens* de couve manteiga, assim como elevaram os teores de carotenóides (ZANZINI et

al., 2020), que são importantes na saúde humana e na prevenção de doenças (FIEDOR; BURDA, 2014; EGGERSDORFER; WYSS, 2018).

Pode-se observar no trabalho com couve manteiga sob diferentes ambientes que a relação clorofila *a/b* não foi influenciada pelos diferentes níveis de sombreamento (SILVA, 2020). O conteúdo de clorofilas nas folhas das mudas desses ambientes sombreados, é uma referência eficaz para explicar a influência do mecanismo de otimização de absorção de luz por pigmentos fotossintéticos (DAÍ et al., 2009). Geralmente, folhas em condições de sombreamento possuem maior concentração de clorofilas em relação àquelas crescidas sob pleno sol, e isto pode ser uma estratégia de compensação da espécie a fim de melhorar a captação dos raios solares diante da menor disponibilidade de radiação (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Do ponto de vista da saúde humana, onde se tem comprovadamente os benéficos promovidos pelos carotenóides que são poderosos antioxidantes, que se convertem em vitamina A e previnem o aparecimento do câncer, doenças cardiovasculares e catarata, os resultados desta pesquisa trouxeram grandes avanços no cultivo do *microgreens* de couve manteiga nos aspectos de ambiência vegetal e nutrição da planta. Não é seu objetivo avaliar o efeito dos carotenóides como tratamento de câncer, assim, sugiro colocar na discussão!!!

1.4. CONCLUSÕES

Os ambientes com menor radiação (estufas cobertas com filme de polietileno de baixa densidade e telas de sombreamentos sob o filme), em conjunto com o substrato comercial proporcionam as melhores condições para o crescimento e acúmulo dos compostos bioativos de *microgreens* de couve manteiga.

Por meio dos resultados obtidos observa-se que para a análise biometica e compostos bioativos de *microgreen* recomenda-se usar o substrato comercial que contém nutrientes e o ambiente com maior sombreamento.

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, T. C. S.; EVANGELISTA, T. C.; ALBUQUERQUE NETO, A. A. R. Níveis de sombreamento no crescimento de mudas de castanheira do Brasil. **Revista Agroambiente On-line**, v. 9, n. 4, p. 440-445, 2015. DOI:10.18227/1982-8470ragro.v9i4.3025.

BAUMGARDT, C. J.; YING, Q.; ZHENG, Y.; BOZZO, G. G. The growth and morphology of microgreens is associated with modified ascorbate and anthocyanin profiles in response to the

intensity of sole-source light-emitting diodes. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 101, n.2, p. 212-228. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjps-2020-0060>.

BAUMGARDT, C. J.; LLEWELLYN, D.; YING, Q.; YOUBIN, Z. Intensity of Sole-source Light-emitting Diodes Affects Growth, Yield, and Quality of Brassicaceae Microgreens. **Hortscience**, v. 54, n.7, p.1168–1174, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13788-18>.

BEZERRA NETO, F.; ROCHA, R. C. C.; NEGREIROS, M. Z.; ROCHA, R. H.; QUEIROGA, R. C. F. Produtividade de alface em função de condições de sombreamento e temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 189-192, 2005. DOI: [10.1590/S0102-05362005000200005](https://doi.org/10.1590/S0102-05362005000200005).

BULGARI, R.; BALDI, A.; FERRANTE, A.; LENZI, A. Yield and quality of basil, Swiss chard, and rocket microgreens grown in a hydroponic system. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 45, n. 2, p. 119-129, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/01140671.2016.1259642>.

COSTA, C. M. F.; SEABRA JÚNIOR, S.; ARRUDA, G. R. DE; SOUZA, S. B. S. Desempenho de cultivares de rúcula sob telasde sombreamento e campo aberto. **Ciências Agrárias**, v.32, n. 1, p. 93-102, 2011. DOI: [10.5433/1679-0359.2011v32n1p93](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n1p93).

COSTA, E.; FERREIRA, A. F. A.; SILVA, P. N. L.; NARDELLI, E. M. V. Diferentes composições de substratos e ambientes protegidos na formação de mudas de pé-franco de tamarindeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000400028>.

CRAVER, J. K.; GEROVAC, J. R.; LOPEZ, R. G.; KOPSELL, D. A. Light Intensity and Light Quality from Sole-source Light-emitting Diodes Impact Phytochemical Concentrations within Brassica Microgreens. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 142, n. 1, p. 3-12, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS03830-16>.

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI; BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 30, n. 1, p. 15-19, 2010.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 207-214, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200007>.

DAÍ, Y.; SHEN, Z.; LIU, Y.; WANG, L.; HANNAWAY, D.; LU, H. Effects of shade treatments on the photosynthetic capacity, chlorophyll fluorescence, and chlorophyll content of *Tetrastigma hemsleyanum* Diels et Gilg. **Environmental and Experimental Botany**, v. 65, n. 3, p. 177– 182, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2008.12.008>.

DU, M.; XIAO, Z.; LUO, Y. Advances and emerging trends in cultivation substrates for growing sprouts and microgreens toward safe and sustainable agriculture. **Current Opinion in Food Science**, v. 46, p. 100863, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100863>.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SANTANA, R. C. Parâmetros fisiológicos de mudas de copaíba sob diferentes substratos e condições de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 42, n. 7 p. 1212-1218, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000048>.

EGGERSDORFER, M.; WYSS, A. Carotenoids in human nutrition and health. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 652, n. 15, p.18-26, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.abb.2018.06.001>.

FIEDOR, J.; BURDA, K. Potential role of carotenoids as antioxidants in human health and disease. **Nutrients**, v. 6, n.2, p. 466-488, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu6020466>.

FERREIRA, D. F. **SISVAR** - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras, MG: UFLA, 2010.

GARCÍA-BLANCO, A.; BAQUERO, M.; VENTO, M.; GIL, E.; BATALLER, L.; CHÁFER-PERICÁS, C. Potential oxidative stress biomarkers of mild cognitive impairment dueto Alzheimer disease. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 373, n. 15, p. 295-302, 2017.

GUISELINI, C.; SENTELHAS, P. C.; OLIVEIRA, R. C. Uso de malhas de sombreamento em ambiente protegido II: efeito sobre a radiação solar global e a fotossinteticamente ativa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 12, n. 1, p. 19-26, 2004. Disponível em : <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/696.pdf>. Acesso em 08 jun. 2022.

KYRIACOU, M. C.; EL-NAKHEL, C.; PANNICO, A.; GRAZIANI, G.; SOTERIOU, G.A.; GIORDANO, M.; PALLADINO, M.; RITIENI, A.; PASCALE, S.; ROUPHAEL, Y. Phenolic Constitution, Phytochemical and Macronutrient Content in Three Species of Microgreens as Modulated by Natural Fiber and Synthetic Substrates. **Antioxidants**, v. 9, n. 252, p.1-23, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox9030252>.

LEFSRUD, M. G.; KOPSELL, D. A.; KOPSELL, D. E.; CURRAN-CELENTANO, J. Irradiance levels affect growth parameters and carotenoid pigments in kale and spinach grown in a controlled environment. **Physiologia Plantarum**, v. 127, n. 4, p. 624-631, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2006.00692.x>.

LI, T.; LALK, G. T.; ARTHUR, J. D.; JOHNSON, M. H.; BI, G. Shoot Production and Mineral Nutrients of Five Microgreens as Affected by Hydroponic Substrate Type and Post-Emergent Fertilization. **Horticulturae**, v. 7, n. 6, p. 129, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae7060129>

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: PACKER, L.; DOUCE, R. (Eds.). **Methods in enzymology**. Bad Honnef: Academic, 1987. v. 148, p. 350-382. DOI: [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)48036-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1).

LIMA, M. C.; AMARANTE, L.; MARIOT, M. P.; SERPA, R. Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em *Achillea millefolium* L. cultivada sob diferentes níveis de sombreamento e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, p. 45-50, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000100008>.

MONTEIRO NETO, J. L. L.; ARAÚJO, W. F.; VILARINHO, L. B. O.; SILVA, E. D.; ARAÚJO, W. B. L.; SAKAZAKI, R. T. Produção de mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em diferentes ambientes e substratos. **Agrária**, v.11, n.4, p.289- 297, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v11i4a5395>

NASCIMENTO, W. M.; ANDRADE, K. P.; FREITAS, R. A.; SILVA, G. O.; BOITEUX, L. S. Germinação de sementes de tomateiro em diferentes temperaturas: Variabilidade fenotípica e heterose. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 02, p. 216-222. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160000200011>.

NÖRNBERG, M. L.; PINHEIRO, P. N.; NASCIMENTO, T. C.; FERNANDES, A. S.; JACOB-LOPES, E.; ZEPKA, L. Q. Carotenoids profile of *Desertifilum* spp. in mixotrophic conditions. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 33017-33029, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-835>

NORNBERG, M. L; PINHEIRO, P. N; NASCIMENTO, T. C; FERNANDES, A. S; NORNBERG, M. F. B. L; JACOB-LOPES, E. Bioactive compounds in butters: carotenoids and fatty acids. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 2, p. 10270-10288, 2022.

NOVO, M. C. S. S.; PANTANO, A. P.; TRANI, P. E.; BLAT, S. F. Desenvolvimento e produção de genótipos de couve manteiga. **Horticultura Brasileira**. v. 28, n. 3, p. 321-325, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000300014>.

ODONGO, G. A.; SCHLOTZ, N.; HERZ, C.; HANSCHEN, F. S.; BALDERMANN, S.; NEUGART, S.; TRIERWEILER, B.; FROMMHERZ, L.; FRANZ, C. M. A. P.; NGWENE, B.; LUVONGA, A. W.; SCHREINER, M.; ROHN, S.; LAMY, E. The role of plant processing for the cancer preventive potential of Ethiopian kale (*Brassica carinata*). **Food & Nutrition Research**, v. 61, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1271527>.

PAULA, R. C. M.; SILVA, A. G.; COSTA, E.; BINOTTI, F. F. S. Monitoramento de variáveis micrometeorológicas em diferentes ambientes protegidos no período de inverno. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, N. 5, p. 103-109, dez. 2017. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v4i5.2210>.

SAMUOLIENÉ, G.; BRAZAITYTE, A.; JANKAUSKIENE, J.; VIRSILE, A.; SIRTAUTAS, R.; NOVICKOVAS, A.; SAKALAIUSKIENE, S.; SAKALAIUSKAITE, J.; DUCHOVSKIS, P. LED irradiance level affects growth and nutritional quality of Brassica microgreens. **Central European Journal of Biology**, v. 8, n. 12, p. 1241-1249, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2478/s11535-013-0246-1>.

SAMUOLIENÉ, G.; SIRTAUTAS, R.; BRAZAITYTÉ, A.; DUCHOVSKIS, P. 2012 LED lighting and seasonality affects antioxidant properties of baby leaf lettuce. **Food Chemistry**, v.134, n.3, p. 1494-1499, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.061>.

SANTOS, L. L.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta floresta, v.8, n.1, p.83-93, 2010. Disponível em: <http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol8/8_artigo_v8.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SANTOS, M. C. H. G.; FERREIRA, R. S.; SILVA, M. T.; PRETO, M. A. Influência da alteração do pH e dos diferentes métodos de cocção sobre os pigmentos vegetais. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 1136-1143, 2019. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/view/1320/1195>>. Acesso em 22 mar. 2022.

SILVA, L. P., OLIVEIRA, A. C., ALVES, N. F., SILVA, V. L., SILVA, T. I. Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. **Colloquium Agrariae**, v.15, n.3, p. 104-115, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n3.a303>.

SILVA, A. G.; COSTA, E.; ZOZ, T.; BINOTTI, F. F. S. Micrometeorological characterization of protected environments for plant production. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 8, n. 4, e6177, out./dez.2021.ISSN 2358-6303. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v8i4.6177>.

SILVA, A. G.; COSTA, E.; PEREIRA, T. C. C.; BINOTTI, F. F. S.; SCALOPPI JUNIOR, E. J.; ZOZ, T. Quality of rubber tree rootstock seedlings grown in protected environments and alternative substrates. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v. 1 n. 42, 2020.

SILVA, J. D. C.; LEAL, T. T. B.; ARAÚJO, R. M.; GOMES, R. L. F.; ARAÚJO, A. S. F.; MELO, W. J. Emergência e crescimento inicial de plântulas de pimenta ornamental e celosia em substrato à base de composto de lodo de curtume. **Ciência Rural**, v. 41, n. 3, p. 412-417, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000300008>.

SILVA, L. P.; OLIVEIRA, A. C.; ALVES, N. F.; SILVA, V. L.; SILVA, T. I. Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. **Colloquium Agrariae**. v.15, n.3, p. 104-115, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n3.a303>.

SILVA, L. R. **Alterações morfofisiológicas em feijoa (Acca sellowiana) sob diferentes níveis de sombreamento**. 2020. 81 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção vegetal)- Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Pato Branco, 2020.

SOARES, C. D. F.; SILVA, P. P. M.; OLIVEIRA PESSOA, C.; SPOTO, M. H. F.; KLUGE, R. A. Processamento mínimo de espinafre Nova Zelândia. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 17, n. 2, p. 296-306, 2016. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/journal/813/81349041017/html/#:~:text=Concluiu%2Dse%20que%20o%20processamento,Tetragonia%20expansa%2C%20vida%2D%C3%BAtil>>. Acesso em: 08 jun. 2022.

STEINER, F.; SABEDOT, M. A.; LEMOS, J. M. Efeito do composto orgânico sobre a produção e acúmulo de nutrientes nas folhas de couve manteiga. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n.2, p. 1886-1890. 2009. Disponível em :< <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/cad/article/view/4085/3141>>. Acesso em 08 mar. 2022.

SUN, Y.; LI, W. Effects the mechanism of micro-vacuum storage on broccoli chlorophyll degradation and builds prediction model of chlorophyll content based on the color parameter changes. **Scientia Horticulturae**, v. 224, p. 206–214, 2017. Disponível em: <http://agri.ckcest.cn/ass/NK002-20171002002.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.040>.

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

TRANI, P. E.; FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.; SCHWINGEL, M. Avaliação de substratos para produção de mudas de alface. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.2, p. 256-260, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362007000200025>.

TURNER, E. R.; LUO, Y.; BUCHANAN, R. L. Microgreen nutrition, food safety, and shelf life: A review. **Journal of Food Science**, v. 85, p. 870-882. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15049>.

WHO. Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk. **WHO Global Database on Vitamin A Deficiency**. Geneva, World Health Organization, p. 55, 2009. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44110/9789241598019_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 09 mar. 2022.

WIETH, A. R.; PINHEIRO, W. D.; DUARTE, T. S. Purple cabbage microgreens grown in different substrates and nutritive solution concentrations. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 4, p. 976-985, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n414rc>.

XIAO, Z.; LESTER, G. E.; PARK, E.; SAFTNER, R. A.; LUO, Y.; WANG, Q. Evaluation and correlation of sensory attributes and chemical compositions of emerging fresh produce: Microgreens. **Postharvest Biology and Technology**. V.110, p. 140-148. 2015. DOI: [10.1016/j.postharvbio.2015.07.021](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.07.021).

YANG, D.; SEATON, D. D.; KRAHMER, J.; HALLIDAY, K. J. Photoreceptor effects on plant biomass, resource allocation, and metabolic state. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, p. 7667–7672, 2016.

ZANELLA, F.; SONCELA, R.; LIMA, A. L. S. Formação de mudas de maracujazeiro "amarelo" com níveis de sombreamento em Ji-Paraná/RO. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 880-884, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n5/v30n5a09.pdf>>. Acesso em 10 de mar. 2022.

ZANZINI, A. P.; OLIVEIRA, J. A. C.; COUTINHO, G. S. M.; ARAÚJO, A. B. S.; BARROS, H. E. A.; ABREU, D. J. M.; VILAS BOAS, E. V. B.; CARVALHO, E. E. Bioactive compounds present in kale (*Brassica oleracea* L.) at three stages of development and comparison of their antioxidant capacities. **Research, Society and Development**, v. 9, n.7, p. 1-17,2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.4242.

CAPÍTULO 2. COMPOSTOS BIOATIVOS E FITOMASSAS DE *BABY LEAF* DE COUVE MANTEIGA EM AMBIENTES PROTEGIDOS E SUBSTRATOS ORGANOMINERAL

RESUMO: O termo *baby leaf* indica quaisquer culturas de vegetais colhidas antes do surgimento das oito folhas verdadeiras e que apresenta um alto valor nutricional, variedade de cores e aromas que atrai o consumidor. Assim, objetivou-se avaliar o crescimento da *baby leaf* de couve manteiga, (*Brassica oleracea* L.) e teores de pigmentos carotenóides em diferentes ambientes protegidos e substratos. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 5 (4 ambientes protegidos x 5 substratos), com seis repetições e quatro conjuntos de *baby leaf* por parcela. Os ambientes protegidos avaliados foram a estufa agrícola (E) com tela de 42-50% de sombreamento, a estufa agrícola com tela de 35% de sombreamento, o telado agrícola de 30% de sombreamento e o telado agrícola de 18% de sombreamento. Os substratos usados foram S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita; S4= 40% Carolina Soil® + 60% Vermiculita; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita. Aos 33 Dias após a semeadura avaliou-se as variáveis biométricas de crescimento como altura de plantas, massa fresca e seca da parte aérea e produtividade. Foram avaliados também fitoquímicos como clorofila a, b e total, carotenóides, feofitina A, B e Total, Clorofila Total/Carotenoide e Clorofila Total/Feofitina Total. Todas as características avaliadas foram maiores nas *baby leaf* cultivadas nos substratos S1 e S2 quando comparado com o S5 em todos os ambientes avaliados. O cultivo em E+T42-50% produziu *baby leaf* com maior altura, massa fresca, massa seca e produtividade em todos os substratos quando comparado com os demais ambientes avaliados. As *baby leaf* cultivadas em E+T 35% apresentaram maior teor de pigmentos no substrato (S1) que, por não estar misturado a outros componentes, possui maior porcentagem de nutrientes em relação aos demais substratos avaliados. Assim, recomenda-se usar para a produção de *baby leaf* o ambiente mais sombreado e o substrato S1, com maior porcentagem de substrato organo mineral.

PALAVRA-CHAVE: *Brassica oleracea*, Carotenóides, Clorofilas, Sombreamentos, Composição de substratos

CHAPTER 2. BIOACTIVE COMPOUNDS AND PHYTOMASSES OF BABY LEAF KALE BUTTER IN PROTECTED ENVIRONMENTS AND ORGANOMINERAL SUBSTRATES

ABSTRACT: The term baby leaf indicates any vegetable crops harvested before the appearance of the eight true leaves, it has a high nutritional value, variety of colors and aromas that attracts the consumer. Thus, the objective was to evaluate the growth of kale baby leaf (*Brassica oleracea* L.) and chlorophyll, carotenoid and pheophytin contents in different protected environments and substrate compositions. The experiment was carried out in a completely randomized design, in a 4 x 5 factorial scheme (4 protected environments x 5 substrates), with six replications and four sets of baby leaf per plot. The protected environments evaluated were the agricultural greenhouse with 42-50% shading screen, the agricultural greenhouse with 35% shading screen, the agricultural screen with 30% shading and the agricultural screen with 18% shading. The substrates used were S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculite; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculite; S4= 40% Carolina Soil®+ 60% Vermiculite; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculite. At 33 days after sowing, the biometric variables of growth, plant height, fresh mass of shoots, dry mass of shoots and productivity were evaluated. Evaluated phytochemicals: chlorophyll A, chlorophyll B, Total chlorophyll, carotenoids, pheophytin A, pheophytin B, Total pheophytin, Total Chlorophyll/Carotenoid and Total Chlorophyll/Total Pheophytin. Substrate S1 and S2 promoted greater AP, MFPA, MSPA, PROD, CLA,CLB,CLT,CRT,FFA, FFB, FFT, CLA/CLB, CLT/CRT, CLT/FFT when compared to S5 in all evaluated environments. E+T42-50% obtained greater height, fresh mass, dry mass and productivity in all substrates when compared to the evaluated environments. Regarding the pigment, it was verified that the E+T 35% obtained a higher content in the substrate that has a higher percentage of nutrition in relation to the evaluated environments. Thus, it is recommended to use the most shaded environment and the substrate with the highest percentage of nutrition for the production of baby leaf.

KEY WORDS: *Brassica oleracea*, Carotenoids, Chlorophylls, Shading, Substrate composition

2.1 INTRODUÇÃO

A couve-manteiga (*Brassica oleracea* L.) é uma espécie de hortaliça arbustiva, da família Brassicaceae, possui o ciclo curto e de fácil cultivo e seu consumo no Brasil é bastante

expressivo (NOVO et al., 2010; BARROS; GOMES; CAVALCANTI, 2015). Essa hortaliça é fonte de ferro, cálcio, fibras, vitaminas, possui altos teores de glucosinolatos, atividade antioxidante e compostos fenólicos que são importantes para o desenvolvimento do organismo (BAENAS; MORENO; VIGUERA, 2012). A couve é consumida nos estádios de *microgreens*, folhas jovens (*baby leaf*) e planta adulta, tanto crua como cozida.

O termo *baby leaf* indica quaisquer culturas de vegetais colhidas antes do surgimento das oito folhas verdadeiras. O comércio de folhas jovens de várias espécies de hortaliças é novidade no mercado brasileiro, no entanto, vem despertando interesse por parte dos consumidores e horticultores. Por causa desse interesse a olericultura vem se adequando às diversas maneiras de produção e de consumo e as novas tendências deste promissor mercado. (ESPÍNDOLA; OTTO; BERUSKI, 2015). O tamanho exato das folhas vai depender da espécie e da forma de utilização (in natura ou em pratos), variando entre 3 cm a 15 cm de comprimento (PURQUERIO et al., 2016), assim como a preferência dos consumidores quanto as cores (teor de clorofila; carotenóides entre outros).

A colheita das folhas dessas hortaliças é antecipada em relação ao tempo que tradicionalmente se costuma colher para o consumo, de modo que as folhas ainda são jovens e não estão expandidas completamente. Elas são macias, saborosas e podem apresentar diferentes cores e formatos, dependendo da espécie utilizada, despertando interesse de consumidores e chefes de restaurantes que buscam sempre por novidades. O produto também vem despertando o interesse de produtores e da cadeia de insumos devido ao alto valor agregado (PURQUERIO et al., 2016).

As clorofilas são consideradas os pigmentos responsáveis pela cor verde das plantas, algas e bactérias, e junto com os carotenóides participam do processo de transformação da energia luminosa em química, utilizada na produção de glicose no processo da fotossíntese. Além disso, os carotenóides encontrados em hortaliças, frutas e verduras conferindo-lhes, colorações de amarelo, laranja e vermelho. Devido as suas propriedades antioxidantes são fortemente associados a prevenção de doenças degenerativas, combate ao envelhecimento precoce, atuam na saúde da visão, da pele, unhas e cabelos (RODRIGUEZ-AMAYA, 2004). O consumo de vegetais verdes é considerado saudável e esse hábito de estilo de vida moderna visa sempre o bem estar e à promoção da saúde humana (LANFER-MARQUEZ, 2003).

A produção de *baby leaf* pode ser realizada dentro ou fora do ambiente protegido, em hidroponia, em recipientes com substratos ou em solo (CONTE et al., 2008; MOU et al., 2008). O uso de ambientes protegidos na produção vegetal possibilita proteção contra chuvas, incidência de radiação e ventos fortes, além de propiciar maior controle fitossanitário e a

produção em diferentes épocas do ano, proporcionando assim, melhor desenvolvimento durante o ciclo da cultura (SALLES et al., 2019), possibilitando o aumento da produtividade desde que bem estruturado e manejado. Na literatura são escassas as informações quanto ao melhor tipo de ambiente protegido não climatizado na produção de *baby leaf*, bem como tipo de substrato para a produção em recipientes.

Vários são os materiais usados como substratos de plantas no cultivo em recipientes, tais como: bagaço de cana-de-açúcar, casca de arroz, casca de pínus, fibra da casca de coco, turfa, polipropileno expandido, espuma fenólica, vermiculita, entre outros (MORAES, 2013). Contudo, eles devem ser formulados de maneira que os materiais de composição sejam de fácil obtenção, ambientalmente correto, e apresentem principalmente características físicas, químicas e biológicas compatíveis com as exigências da espécie produzida. Os substratos têm a função de possibilitar condições adequadas, tanto para a germinação e emergência de plântulas como para o desenvolvimento de raízes, bem como garantir a sustentação das plantas e fornecer níveis adequados de água, nutrientes, textura e aeração, formando plantas de elevada qualidade comercial (SANTOS et al., 2011).

Os compostos bioativos, como carotenoides e clorofilas variam em função da quantidade e qualidade de luz no ambiente de cultivo, sendo a luz essencial no crescimento e desenvolvimento das plantas em consequência de sua atuação na fotossíntese e fotomorfogênese, desse modo, a emissão de radiação fotossinteticamente ativa é uma possibilidade para a melhoria no crescimento de plantas em ambientes protegidos (SILVA et al., 2020). Nas estufas coberta com filme de polietileno de baixa densidade, a tela termorefletora aluminizada sob o filme tem a finalidade de melhorar as condições interna de temperatura, além aumentar a reflexão da radiação, fatores estes que afetam o metabolismo das plântulas, podendo aumentar o crescimento, influenciando, assim, os teores dos pigmentos (ALTAFIN, 2005).

Portanto, diante das informações citadas e comentadas anteriormente, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o crescimento da *baby leaf* de couve manteiga, (*Brassica oleracea* L.) e os teores de clorofilas, carotenoides e feofitinas em diferentes ambientes protegidos e composições de substratos.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento com a formação de *baby leaf* de couve manteiga da Geórgia (*Brassica oleracea* L.) foi conduzido de 17/03/2022 a 19/04/2022, na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), na Unidade Universitária de Cassilândia (UUC), localizada no

município de Cassilândia (latitude 19°07'21" S, longitude 51°43'15" W e altitude 516 m). Segundo a classificação climática de Köppen, a região apresenta clima tropical chuvoso (Aw) com verão chuvoso e inverno seco.

2.2.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram constituídos pelos fatores ambientes protegidos não climatizados e substratos. Estes foram conduzidos num delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial de 4 x 5 (quatro ambientes x cinco substratos), com seis repetições e quatro conjuntos de *baby leaf* por parcela (Figura 19).

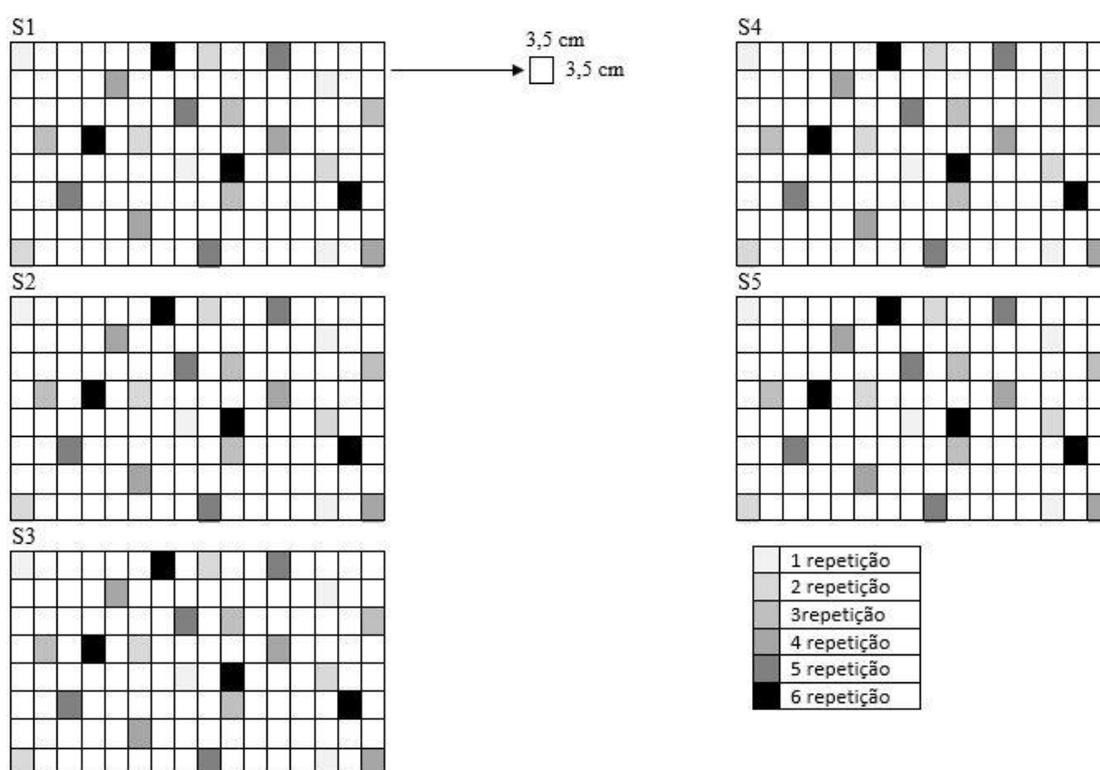


Figura 19. Disposição das repetições dos substratos em cada bandeja.

Os ambientes protegidos não climatizados, compostos por dois telados e duas estufas, foram assim designados: A1: Estufa agrícola com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) e tela termorrefletora sob o filme de 42/50% sombreamento; Estufa agrícola de 18,0 m x 8,0 m x 4,0 m (144 m²), coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 microns, difusor de luz, antegotejo, abertura zenital vedada com tela branca de 30%, com tela lateral e frontal de monofilamento de 30% de sombreamento. Tela termo-refletora aluminizada LuxiNet 42/50, móvel, sob o filme de PEBD; A2: Estufa agrícola com filme de polietileno de baixa densidade e tela termorrefletora sob o filme de 35% sombreamento; estrutura idêntica ao

A1, contudo com tela termo-refletora aluminizada ALUMINET® 35% (“I”), móvel, sob o filme de PEBD; A3: Telado agrícola com tela preta de 30% de sombreamento: Telado agrícola de 18,0 m x 8,0 m x 3,5 m (144 m²), fechado em 45 graus, com tela de monofilamento preta de 30% de sombreamento. A4: Telado agrícola com tela preta de 18% de sombreamento: Estrutura idêntica ao A3, contudo com tela de monofilamento preta de 18% de sombreamento (Figura 20).



Figura 20. Ambientes protegidos não climatizados. A1 = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; A2 = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; A3 = Telado 30% de sombreamento; A4 = Telado 18% de sombreamento. Cassilândia, 2022.

Nestes ambientes de cultivo foram avaliadas cinco diferentes composições de substratos (S1, S2, S3, S4 e S5), provenientes do uso do substrato organomineral – Carolina Soil® (constituída de turfa de sphagnum (TRANI et al., 2007), vermiculita e resíduo orgânico agroindustrial) e do substrato mineral - Utilizando a vermiculita superfina. S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita; S4= 40% Carolina Soil®+ 60% Vermiculita; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita.

2.2.3 Implantação, condução e coleta de dados do experimento

A sementeira da couve-manteiga (*Brassica oleracea* L.) da marca ISLA®, foi realizada em bandejas de 128 células no dia 17/03/2022, com 3 sementes por célula de 3,5 x 3,5 cm, numa densidade de 2,45 sementes por centímetro quadrado (BAUMGARDT et al., 2019). A

rega das mudas foi realizada com uso do pulverizador manual, sempre que necessário. Por ser cultivo de *baby leaf*, não foram realizadas adubação e aplicação de defensivos agrícolas, como inseticidas e fungicidas.

Aos 33 dias após a semeadura (DAS) foram coletadas a altura de planta (AP, cm), a matéria fresca da parte aérea (MFPA, g) e a matéria seca da parte aérea (MSPA, g). A mensuração da altura das mudas foi realizada com uma régua graduada, medindo a distância do colo da planta até o ápice do meristema do caule. A matéria fresca da parte aérea foi mensurada em balança analítica. A matéria seca da parte aérea foi obtida após a secagem da parte aérea em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas e analisada em balança analítica. A produtividade foi determinada pela relação entre matéria fresca da parte aérea e a área da célula da bandeja (12,25 cm²).

Foram determinados os bioativos: teores de clorofilas, carotenóides e feofitina foliar. As extrações das clorofilas (a e b), carotenóides e feofitina (a e b) foram realizadas seguindo a metodologia de Lichtenthaler (1987). Foram pesados 0,5 g de material vegetal fresco, adicionado 5 mL de acetona 80% e acondicionados em tubos de ensaios de 14 mL por 48 horas em geladeira na temperatura de 25 °C. Após, o referido período os tubos de ensaios foram centrifugados por 15 minutos a 4.000 rpm e em seguida foi diluído o sobrenadante do extrato na razão de 0,3 mL de extrato para 1,7 mL de acetona 80%. As medições foram realizadas em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470 nm, 647 nm, 653 nm, 663 nm e 665 nm.

Para a análise da relação clorofila *a*/clorofila *b* foi realizada por meio da divisão entre essas variáveis. O mesmo método segue para as relações de clorofila total/feofitina total e clorofila total/carotenóides.

Nos ambientes de cultivo foi monitorada a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) com piranômetro digital portátil (Apogee®), diariamente às 9:30 horas (MS). Os dados de RFA, foi comparado num delineamento em blocos casualizados com 18 repetições.

2.2.4 Análises Estatísticas

Utilizou-se o programa estatístico Sisvar 5.3 para a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Resultados

Através das análises dos dados micrometeorológicos, verificou-se que a radiação fotossinteticamente ativa diminuiu em função do aumento do sombreamento, visto que a

incidência da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi menor nas estufas de 35% e 42-50% de sombreamento, quando comparados com os telados agrícolas (Figura 21).

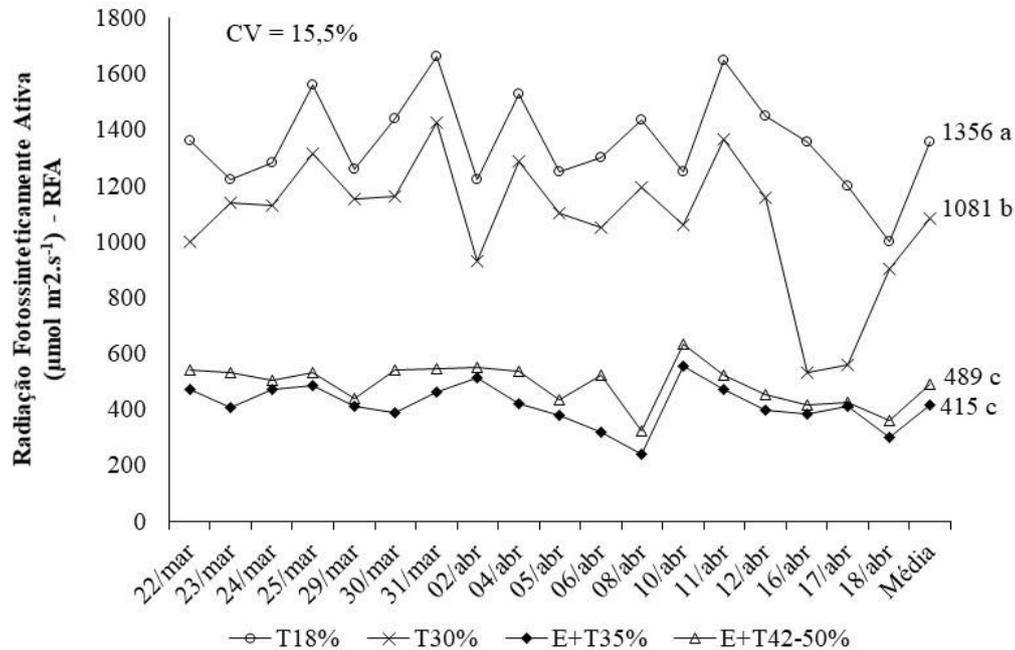


Figura 21. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA - $\mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) do *baby leaf* nos diferentes ambientes durante o período de experimento após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022. Letras minúsculas iguais não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico.

Houve interação entre os fatores ambientes x substratos (A x S) para todas as variáveis avaliadas, ocorrendo o desdobramento em todas elas (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância para variáveis altura de plântula (AP), massa fresca (MF), massa seca (MS), produtividade (PROD) clorofila *a* (CLA), clorofila *b* (CLB), clorofila total (CLT), carotenóides (CRT), feofitina *a* (FFA), feofitina *b* (FFB), feofitina total (FFT), relação clorofila *a/b* (CLA/CLB), relação clorofila total e carotenóides (CLT/CRT) e clorofila total e feofitina total (CLT/FFT) . Cassilândia, 2022.

	AP	MF	MS	PROD	CLA	CLB	CLT
Ambiente (A)	**	**	**	**	**	**	**
Substratos (S)	**	**	**	**	**	**	**
A x S	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	10,26	24,60	27,26	24,6	10,17	13,53	10,51
	CRT	FFA	FFB	FFT	CLA/CLB	CLT/CRT	CLT/FFT
Ambiente (A)	**	**	**	**	ns	**	**
Substratos (S)	**	**	ns	**	ns	**	*

A x S	**	**	**	**	*	**	*
CV (%)	10,21	10,27	14,95	10,55	11,59	2,77	1,67

ns = não significativo, * significativo a 1%; ** significativo a 5%. CV = coeficiente de variação.

Para todos os substratos, nas plantas de *baby leaf* dos ambientes E+T42-50% e E+T35% foram observadas as maiores alturas. No ambiente T18% as maiores plantas estavam nos substratos S1, S2 e S3, nos ambientes T30% e E+42-50% no S1 que não diferiu do S2, no ambiente E+35% no S1 que não diferiu do S3 (Figura 22).

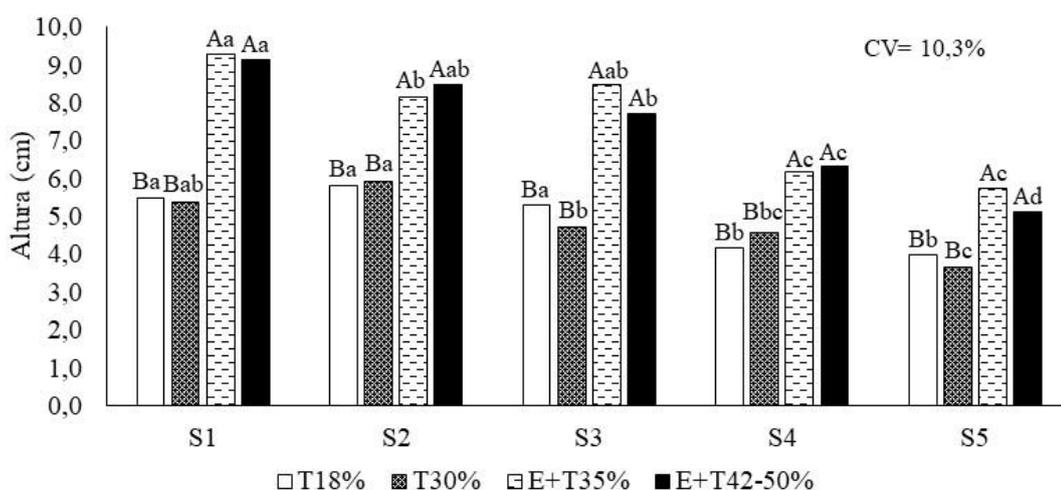


Figura 22. Altura do *baby leaf* (cm) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita; S4= 40% Carolina Soil®+ 60% Vermiculita; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita.

O substrato S1 e S2 obteve as maiores massas frescas da couve *baby leaf* no ambiente E+T42-50%. No ambiente T18% as massas frescas das plantas estavam maiores no S1 em comparação com as do S4, no ambiente T30% no S1 em comparação com as do S4 e S5, no ambiente E+35% nos S1, S2 e S3 em comparação com as do S4 e S5 e no ambiente E+42-50% no S1 em comparação com os demais substratos (Figura 23).

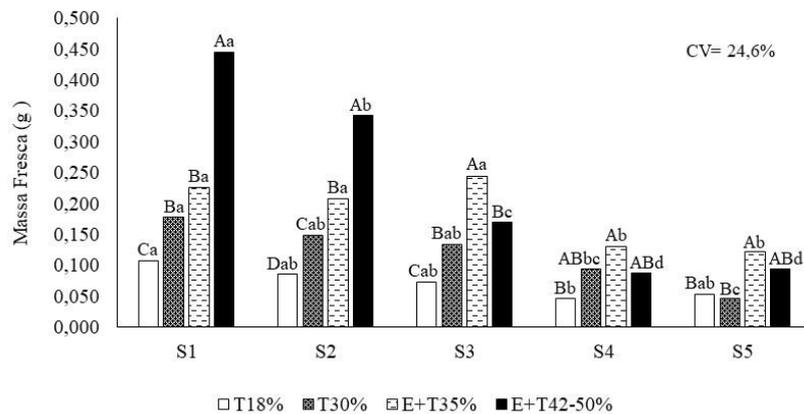


Figura 23. Massa fresca da parte aérea do *baby leaf* (g) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita; S4= 40% Carolina Soil®+ 60% Vermiculita; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita

Nos substratos S1 e S2 as maiores massas secas das plantas de couve *baby leaf* foram observadas no ambiente E+T42-50% e nos substratos S3, S4 e S5 no ambiente E35%. No ambiente T18% as massas secas das plantas não diferiram nos substratos, no ambiente T30% as do S1, S2 e S3, que não diferiam das do S4, estavam maiores que as do S5, no ambiente E+35% as do S3, que não diferiram das do S1 e S2, estavam maiores que as do S4 e S5, no ambiente E+42-50% as do S1 estavam maiores que as do demais substratos (Figura 24).

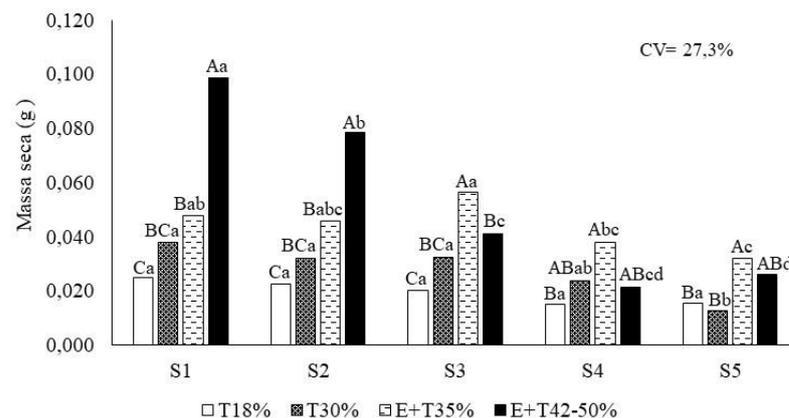


Figura 24. Massa seca da parte aérea do *baby leaf* (g) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita; S4= 40% Carolina Soil®+ 60% Vermiculita; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita.

Nos substratos S1 e S2 as maiores produtividades da couve *baby leaf* foram observadas no ambiente E+T42-50% e nos substratos S3 e S5 no ambiente E35% e no substrato S4 estes ambientes não diferiram e tiveram maior produtividade que os demais. No ambiente T18% a produtividade no substrato S1, que não diferiu da dos substratos S2, S3 e S5, foram maiores que as do substrato S4, no ambiente T30% as do S1, que não diferiu das do S2 e S3, foram maiores que as do S4 e S5, no ambiente E+35% as do S1, S2 e S3 foram maiores que das dos demais substratos e no ambiente E+42-50% as do S1 foram maiores que as dos demais substratos (Figura 25).

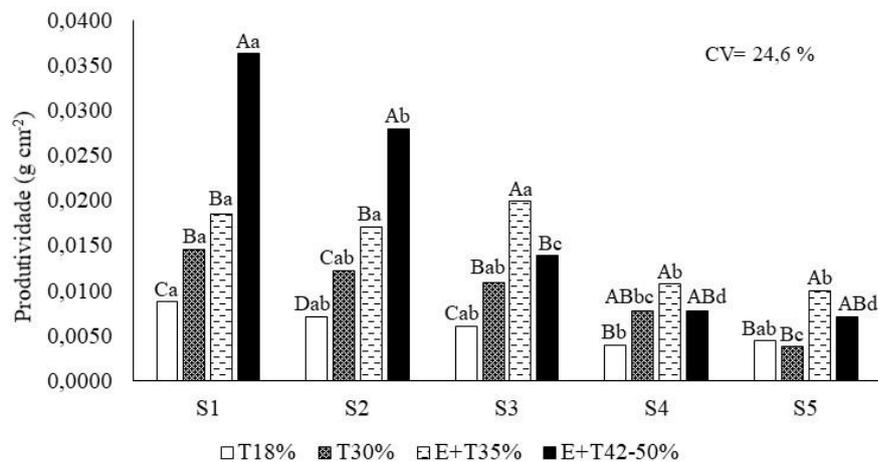


Figura 25. Produtividade do *baby leaf* (g cm^{-2}) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita; S4= 40% Carolina Soil®+ 60% Vermiculita; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita.

Nos substratos S1, S3 e S4 os maiores teores de clorofila *a* da couve *baby leaf* foram observadas nas plantas do ambiente E+35%, no S2 nas dos ambientes T18%, E35% e E+42-50% e no S5 as do T18% e E+35%, que não diferiram entre si, apresentaram maior teor deste pigmento que nas dos demais ambientes. No ambiente T18% os maiores teores de clorofila *a* da couve *baby leaf* foram observadas nas plantas do substrato S2 que não diferiu das do S5, no ambiente T30% este pigmento não diferiu nas plantas em todos os substratos, no ambiente E+35% as do S1, que não diferiu das S3, apresentaram maiores teores que das dos demais substratos e no ambiente E+42-50% as do S1, que não diferiu das do S2, apresentaram maiores teores que as dos demais substratos (Figura 26).

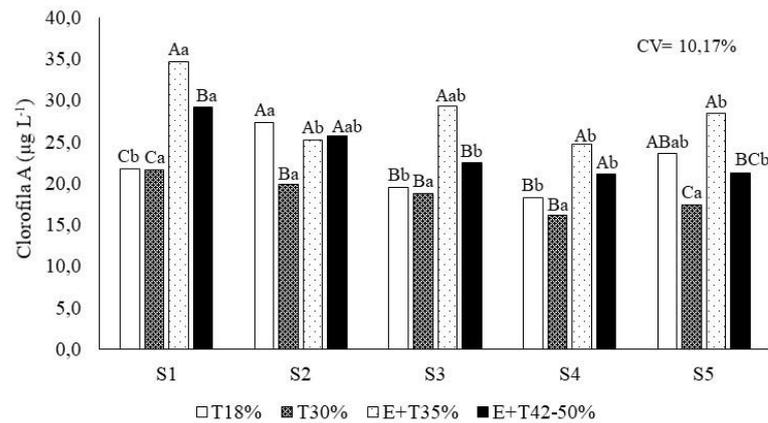


Figura 26. Clorofila *a* do *baby leaf* ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita; S4= 40% Carolina Soil®+ 60% Vermiculita; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita.

No substrato S1 os maiores teores de clorofila *b* da couve *baby leaf* foram observados nas plantas dos ambientes E+35% e E+42-50%, no S2 as dos ambientes T18% e E35%, que não diferiram das do E+42-50%, apresentaram maior teor que as do T30%, no S3 os maiores teores foram nas do E+35%, no S4 as do ambiente E35% que não diferiram das do E+42-50% e T18% apresentaram maior teor que as do T30% e no S5 as do E+35% que não diferiu das do T18% apresentaram maior teor deste pigmento que nas dos demais ambientes. No ambiente T18% os teores de clorofila *b* da couve *baby leaf* do S2 foram maiores que as do S1, no ambiente T30% este pigmento não diferiu nas plantas em todos os substratos e nos ambientes E+35% e E42-50% os maiores teores foram nas plantas do S1 (Figura 27).

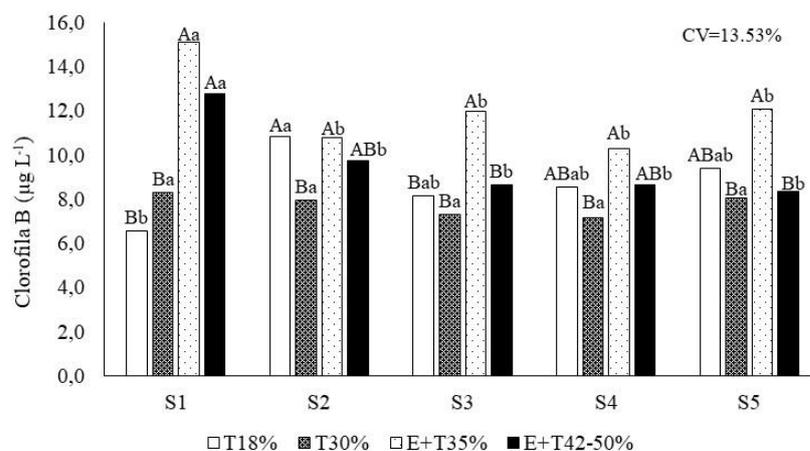


Figura 27. Clorofila *b* do *baby leaf* ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita; S4= 40% Carolina Soil®+ 60% Vermiculita; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita.

Nos substratos S1, S3 e S4 os maiores teores de clorofila total da couve *baby leaf* foram observadas nas plantas do ambiente E+35%, no S2 nas dos ambientes T18%, E35% e E+42-50% e no S5 as do T18% e E+35% que não diferiram entre si apresentaram maior teor deste pigmento que nas dos demais ambientes. No ambiente T18% os maiores teores de clorofila total da couve *baby leaf* foram observadas nas plantas do substrato S2 que não diferiu das do S5, no ambiente T30% este pigmento não diferiu nas plantas em todos os substratos, no ambiente E+35% os maiores teores foram nas do S1, no ambiente E+42-50% as do S1, que não diferiu das do S2, apresentaram maiores teores que as dos demais substratos (Figura 28).

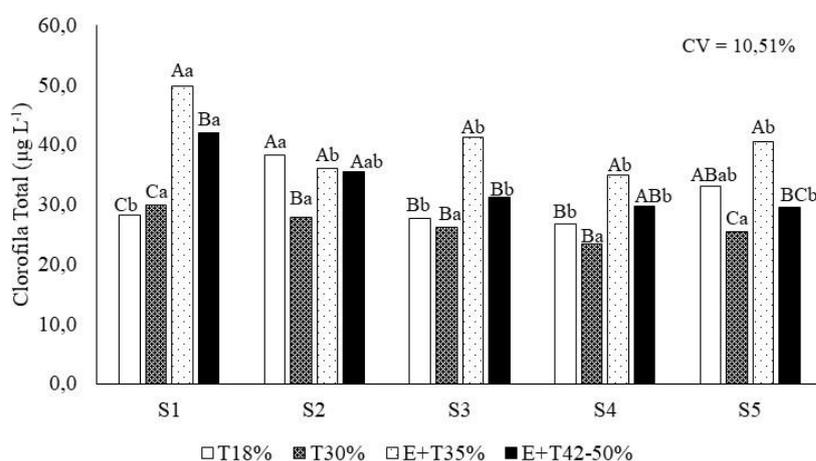


Figura 28. Clorofila Total do *baby leaf* ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita; S4= 40% Carolina Soil®+ 60% Vermiculita; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita.

No substrato S1 os teores de carotenóides das plantas de couve *baby leaf* do ambiente E+35%, que não diferiu das do E+42-50%, foram maiores que das dos demais ambientes, no S2 as dos ambientes T18%, que não diferiram das dos E35% e E+42-50%, apresentaram maior teor que as do T30%, no S3 os maiores teores foram nas do E+35%, no S4 as do ambiente E35% que não diferiram das do E+42-50% e T18% apresentaram maior teor que as do T30% e no S5 as do E+35% que não diferiu das do T18% apresentaram maior teor deste pigmento que

nas dos demais ambientes. No ambiente T18% os teores de carotenoide das plantas de couve *baby leaf* dos S1 e S2, que não diferiram das do S5, foram maiores que as do demais substratos, no ambiente T30% este pigmento não diferiu nas plantas em todos os substratos, no E+35% as S1 e no E42-50% as do S1, que não diferiu das do S2, apresentaram maiores teores que as plantas dos demais substratos (Figura 29).

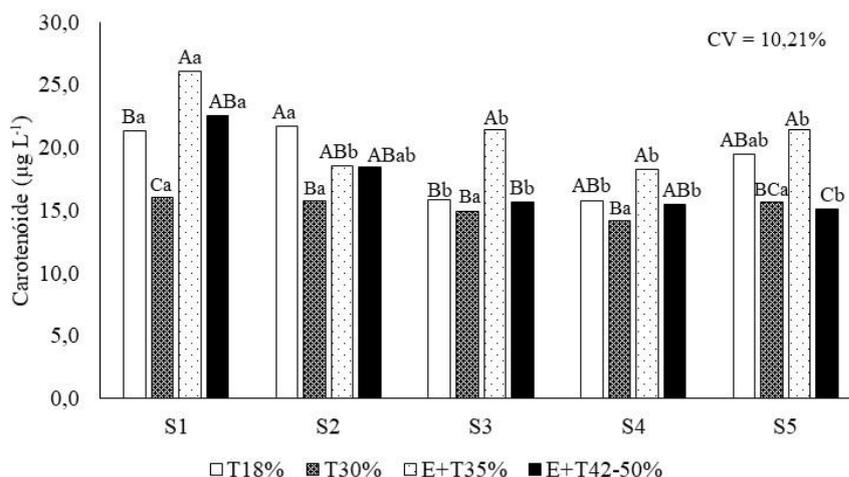


Figura 29. Carotenóide do *baby leaf* ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita; S4= 40% Carolina Soil® + 60% Vermiculita; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita.

No substrato S1 os maiores teores de feofitina *a* da couve *baby leaf* foram observados nas plantas dos ambientes E+35% e E+42-50%, no S2 as dos ambientes T18%, que não diferiram das dos E35% e E+42-50%, apresentaram maior teor que as do T30%, no S3 os maiores teores foram nas do E+35%, no S4 as do ambiente E35%, que não diferiram das do E+42-50%, apresentaram maior teor que as do T18% e T30% e no S5 as do E+35%, que não diferiu das do T18%, apresentaram maior teor deste pigmento que nas dos demais ambientes. No ambiente T18% os teores de feofitina *a* das plantas de couve *baby leaf* do S2, que não diferiram das do S5, foram maiores que as dos demais substratos, no ambiente T30% este pigmento não diferiu nas plantas em todos os substratos, no E+35% as do S1, que não diferiram das do S3, apresentaram maiores teores deste pigmento e no E42-50% as do S1, que não diferiram das do S2, apresentaram maiores teores deste pigmento (Figura 30).

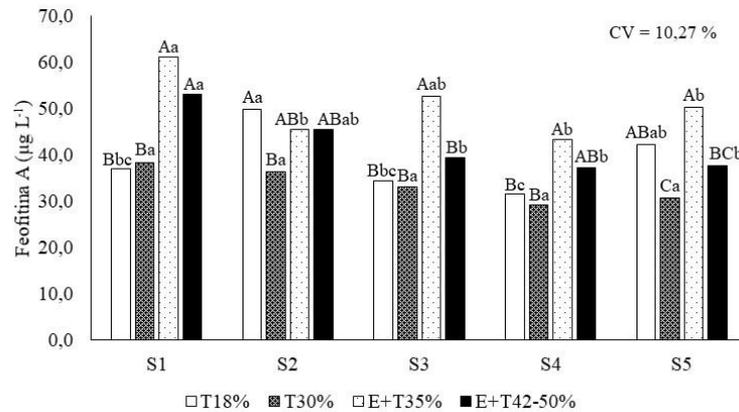


Figura 30. Feofitina *a* do *baby leaf* ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita; S4= 40% Carolina Soil®+ 60% Vermiculita; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita.

Nos substratos S1 e S5 os maiores teores de feofitina *b* das plantas de couve *baby leaf* foram observadas nas plantas do ambiente E+35%, nos S2 e S3 as dos ambientes E35% e E+42-50%, que não diferiram das do T18%, foram superiores às do T30% e no S4 as do E+35%, que não diferiram de T18% e E+42-50%, foram superiores às do T30%. No ambiente T18% os teores de feofitina *b* das plantas da couve *baby leaf* do substrato S3, que não diferiram das dos S2, S4 e S5, foram maiores as do S1, nos ambientes T30% e E+42-50% este pigmento não diferiu nas plantas em todos os substratos, no ambiente E+35% os maiores teores foram nas do S1(Figura 31).

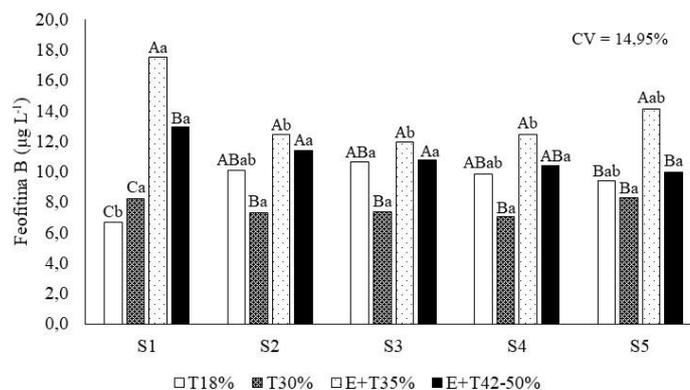


Figura 31. Feofitina *b* do *baby leaf* ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita; S4= 40% Carolina Soil®+ 60% Vermiculita; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita.

Nos substratos S1, S3 e S5 os maiores teores de feofitina total das plantas de couve *baby leaf* foram observadas nas plantas do ambiente E+35%, no S2 nas plantas dos ambientes E35%, E+42-50% e T18% e no S4 as do E+35%, que não diferiram das do E+42-50%, foram superiores às dos T18% e T30%. No ambiente T18% os teores de feofitina total das plantas da couve *baby leaf* do substrato S2, que não diferiram das do S5, foram maiores as do demais substratos, nos ambientes T30% este pigmento não diferiu nas plantas em todos os substratos, no ambiente E+35% os maiores teores foram nas do S1 e no E+42-50% as do S1, que não diferiram das do S2, apresentaram maiores teores deste pigmento (Figura 32).

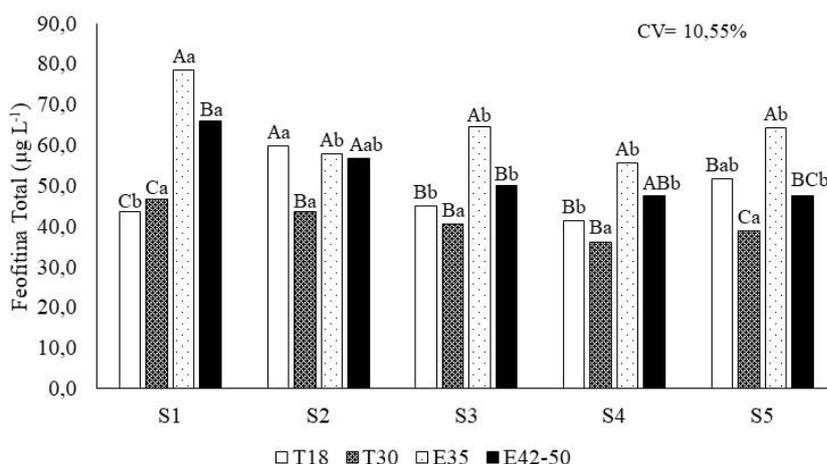


Figura 32. Feofitina Total do *baby leaf* ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita; S4= 40% Carolina Soil®+ 60% Vermiculita; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita.

No substrato S1 a maior relação CLA/CLB foi verificada nas plantas do ambiente T18% e nas dos demais substratos os ambientes não diferiram. No ambiente T18% a maior relação CLA/CLB foi observada nas plantas do substrato S1 e nas dos demais ambientes os substratos não diferiram (Figura 33).

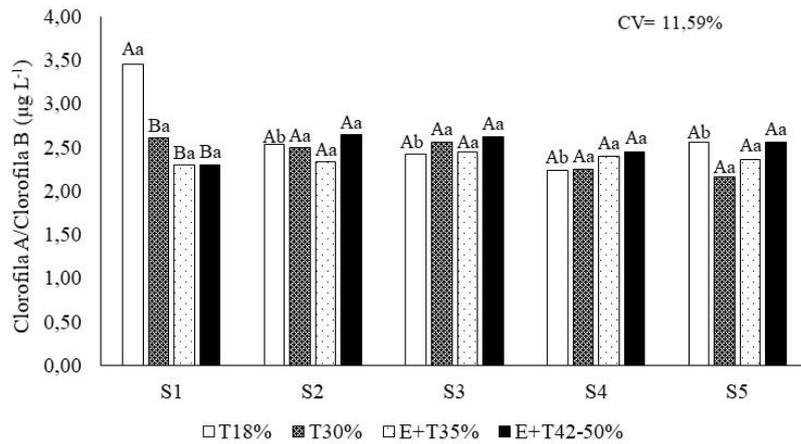


Figura 33. Relação clorofila A/Clorofila B do *baby leaf* ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita; S4= 40% Carolina Soil®+ 60% Vermiculita; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita.

No substrato S1 as maiores relações clorofila total/carotenoide foram verificadas nas plantas dos ambientes T30%, E+35% e E+42-50% e nos demais substratos nas dos E+35% e E+42-50%. No ambiente T18% a relação clorofila total/carotenoide nas plantas dos substratos S2, S3, S4 e S5 foi superior à dos S1, no ambiente 30% as do substrato S1, que não diferiu das do substrato S2, apresentaram maiores relações que as dos demais substratos, no ambiente E+35% as relações não diferiram nos substratos e no ambiente E+42-50% a relação clorofila total/carotenoide das plantas no substrato S3, que não diferiram das dos S2, S4 e S5, foram superiores as do S1 (Figura 34).

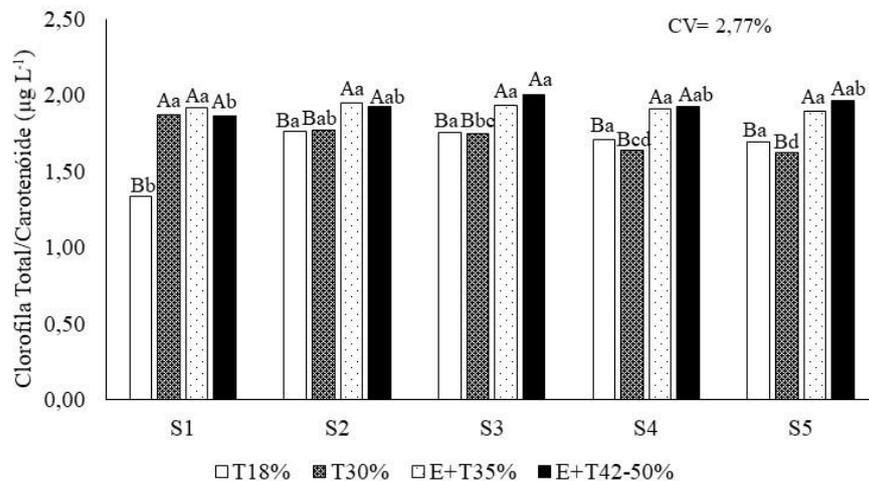


Figura 34. Relação clorofila Total / Carotenóides do *baby leaf* ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022.

Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita; S4= 40% Carolina Soil®+ 60% Vermiculita; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita.

Nos substratos S1, S2 e S4 a relação clorofila total e feofitina total (CLT/FFT) das plantas não diferiram nos diferentes ambientes, no S3 as dos ambientes T30% e E+T35%, que não diferiram das do E+T42-50%, foram maiores que as do T18 e no substrato S5 as dos ambientes T18% e T30%, que não diferiram das do E+35% foram maiores que as do E+42-50%. No T18% a relação clorofila total e feofitina total (CLT/FFT) das plantas dos substratos S1, S4 e S5, que não diferiram das do S2, foram superiores às do S3 e nos demais ambientes esta relação não diferiu nas plantas dos diferentes substratos (Figura 35).

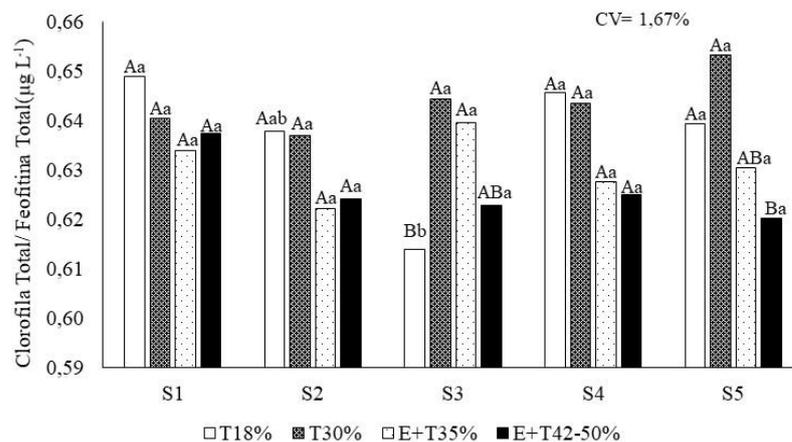


Figura 35. Relação clorofila Total e Feofitina Total do *baby leaf* ($\mu\text{g L}^{-1}$) nos diferentes ambientes e composições de substratos aos 33 dias após a semeadura (DAS). Cassilândia, 2022. Letras maiúsculas, iguais, para os ambientes protegidos e minúsculas, iguais, para os substratos não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para os ambientes e para os substratos. CV= coeficiente de variação. T18% = Telado 18% de sombreamento; T30% = Telado 30% de sombreamento, E+T35% = Estufa + Tela Aluminet® de 35% de sombreamento sob o filme plástico; E+ T42-50% = Estufa + Tela Luxinet® de 42-50% de sombreamento sob o filme plástico; S1= 100% Carolina Soil®, S2= 80% Carolina Soil® + 20% Vermiculita; S3= 60% Carolina Soil® + 40% Vermiculita; S4= 40% Carolina Soil®+ 60% Vermiculita; S5= 20% Carolina Soil® + 80% Vermiculita.

2.3.1. Discussão

A alta incidência de radiação solar em determinadas épocas do ano pode ser prejudicial para a couve, desse modo, é necessário alternativas que diminuam a incidência direta nas plântulas para que as mesmas possam ganhar em produção. Assim, a incidência da radiação solar pode ser maior ou menor de acordo com o ambiente de cultivo e conseqüentemente alterar o conteúdo de clorofilas (ABADE et al., 2019). Esse conteúdo aumenta com a redução da incidência dos raios luminosos, o que otimiza a interceptação da luz. Além disso, o aumento de

carotenóides no ambiente com maior incidência de radiação é uma estratégia de proteção contra a fotoinibição e um escudo contra a destruição das clorofila.

Um dos aspectos importantes para medir o padrão de qualidade do *baby leaf* de couve é verificado pela altura da plântula (SILVA et al., 2011). As estufas proporcionaram melhores alturas de *baby leaf* que os telados (AJALLA et al., 2012) com isso, evidencia-se neste experimento, que o cultivo protegido promoveu melhor e maior desenvolvimento vegetativo de *baby leaf* de couve manteiga com maiores massa fresca e seca resultante de uma atividade fotossintética mais eficiente e não devido ao estiolamento.

Neste contexto, os resultados obtidos para a massa fresca e massa seca nos ambientes mais sombreados indicam que os tratamentos que apresentaram as maiores médias para estas variáveis foram aqueles que forneceram as plantas maior crescimento, uma vez que o peso das partes secas da planta é fundamental para a análise de crescimento das plantas (FONTES; DIAS; SILVA, 2005). Além disso, estes índices relativos à análise de crescimento, indicam a capacidade das plantas de sintetizar e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos vegetais que dependem da fotossíntese, da respiração e da translocação de fotoassimilados dos locais onde há a fixação de carbono aos locais no qual ocorre o armazenamento (FONTES; DIAS; SILVA, 2005). Portanto, esses elementos estão diretamente relacionados aos teores de clorofila das plantas.

Assim, a maior adaptabilidade da cultivar a esse ambiente, em relação aos demais, pode estar relacionada com o maior sombreamento neste ambiente, fazendo com que promova um melhor desenvolvimento do *baby leaf* (OLIVEIRA et al., 2015). Neste contexto, há evidências de que o menor crescimento obtido por plantas cultivadas em ambientes menos sombreados seja decorrente de altas temperaturas na superfície foliar, e conseqüentemente, o aumento na transpiração e na atividade respiratória, promovendo o fechamento dos estômatos, reduzindo a fixação de carbono e aumentando o consumo de fotoassimilados (TAIZ; ZEIGER, 2017).

O substrato que possui boa retenção de água favorece a germinação e, conseqüentemente, o estabelecimento da plântula. O substrato S1 contendo 100% de Carolina Soil® proporcionou melhor desenvolvimento do *baby leaf* de couve manteiga em relação à altura, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea e a produtividade (SILVA et al., 2019). O substrato S1 e S2, proporciona a formação de *baby leaf* de alta qualidade, visto que em sua composição possui turfa (TRANI et al., 2007), vermiculita e resíduo orgânico agroindustrial, o que permitiu, mesmo no estágio de *baby leaf* da couve, absorção de nutrientes (WIETH; PINHEIRO; DUARTE, 2019) e maior crescimento vegetativo, o que garante o vigor e sanidade destas, além de reduzir o ciclo de produção (SILVA et al., 2008).

A estufa 42-50% exerceu papel significativo nos teores das clorofilas *a* e *b* (MOURA NETO et al., 2021). Pode-se verificar que a clorofila *a*, é um pigmento de suma importância na plântula pois apresenta-se na fase fotoquímica, enquanto os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia para os centros de reação. Já o teor de clorofila *b* é influenciado pelo ambiente de cultivo, no qual o maior teor foi observado quando a couve foi cultivada na estufa. (TAIZ et al., 2017). Nesse sentido, ambientes com menor intensidade luminosa existe uma maior proporção de clorofila *b*, que consegue captar a energia em outros comprimentos de onda e transferir para clorofila *a*, que atua efetivamente nas reações da fotossíntese (LIMA et al., 2011).

O ambiente de cultivo no qual utilizou a estufa proporcionou melhores teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenóides (NASCIMENTO et al., 2021) quando comparado ao telado 18%. Pois esse ambiente proporciona uma aceleração do crescimento e desenvolvimento das plantas, e com isso altera o conteúdo deste pigmento. Os teores de clorofila, são responsáveis pela conversão da radiação luminosa em energia, sob a forma de ATP e NADPH. Ocorrendo assim, no decorrer do ciclo da cultura, um aumento da capacidade fotossintética das plântulas, acrescido este que se deve ao teor da ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase (Rubisco) (COUTINHO et al., 2020; ECHER et al., 2020). Os carotenóides são considerados pigmentos acessórios juntamente com a clorofila *b*, auxilia na fotoproteção da clorofila *a*, maximizando a absorção de energia que atua efetivamente nas reações fotoquímicas (ALVES et al., 2020).

Pois, esses ambientes mais sombreados com substrato que contem nutrição produzem *baby leaf* com maior teor de compostos bioativos, em que isso gera benefícios a saúde por serem capazes de aumentar os teores de bioativos no qual isso é uma alternativa para obter alimentos biofortificados.

2.4 CONCLUSÕES

Ambientes mais sombreados são mais adequados para o crescimento e produção de pigmentos de *baby leaf* de couve manteiga.

O substrato comercial puro foi mais adequado para a produção de *baby leaf* de couve manteiga

Os ambientes mais sombreados (estufas cobertas com filme de polietileno de baixa densidade e telas sob o filme) e o substrato comercial puro são condições de cultivo mais adequadas para a produção de *baby leaf* de couve manteiga.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTAFIN, V. L. **Estudo da micropropagação, aclimação e econômico prévio do plantio em campo de *Musa spp.*** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Curso de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. p. 78, 2005.

SILVA, A. G. da.; COSTA, E. PEREIRA, T. C. C. BINOTTI, F. F. DA S. SCALOPPI JUNIOR, E. J.; ZOZ, T. Quality of rubber tree rootstock seedlings grown in protected environments and alternative substrates. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 1, n. 42, 2020.

ABADE, M. T. R.; KLOSOWSKI, É. S.; ROCHA, M. E. L.; COUTINHO, P. W. R.; SOUZA, F. L. B.; BARABASZ, R. F. Morfometria de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e pleno sol na primavera. *Agrometeoros*, v.27, n.1, p.217-226, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v27i1.26578>.

AJALLA, A. C. A.; VOLPE, E.; VIEIRA, M. D. C.; ZÁRATE, N. A. H. Produção de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) sob três níveis de sombreamento e quatro classes texturais de solo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 34, n. 3, p. 888-896, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000300031>.

ALVES, T. N.; ECHER, M. M.; COUTINHO, P. W. R.; MACEDO JÚNIOR, E. K.; KLOSOWSKI, É. S.; SACKSER, G. A. B.; BLACK, A. V.; INAGAKI, A. M. Efeitos dos consórcios com quiabeiro nas características físico-químicas da couve de folha sob manejo orgânico. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, v. 6, n. 10, p. 79987–80001, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-430>.

BAENAS, N.; MORENO, D. A.; VIGUERA, C. G. Selecting sprouts of Brassicaceae for optimum phytochemical composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 60, n. 45, p. 11409-11420, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf302863c>.

BARROS, J. S. G.; GOMES, E. C. S.; CAVALCANTI, L. S. Efeito de extratos de *Allamanda blanchetti* no controle de *Alternaria brassicola* em mudas de couve manteiga. *Revista Caatinga*, v. 28, n. 3, p. 36-46. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252015v28n304rc>.

CONTE, A.; CONVERSA, G.; SCROCCO, C.; BRESCIA, I.; LAVERSE, J.; ELIA, A. Influence of growing periods on the quality of baby spinach leaves at harvest and during storage as minimally processed produce. **Postharvest Biology and Technology**, v. 50, p. 190–195, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.04.003>.

COUTINHO, P. W. R.; ECHER, M. M.; KESTRING, K.; SILVA, R. H.; NASCIMENTO, A. S. Desempenho agrônômico do alho-porró em diferentes densidades populacionais. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, e13310212258, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12258>.

ECHER, M. M.; GUIMARÃES, V. F.; INAGAKI, A. M.; DALASTRA, G. M.; HACHMANN, T. L. Photosynthetic pigments and gas exchange in red and green cabbage under no-tillage and conventional systems. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 2, e20176072, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200037>.

ESPÍNDOLA, J. S.; OTTO, R. F.; BERUSKI, G. C. Crescimento e produção de chicória baby leaf em diferentes ambientes de cultivo e espaçamentos de plantas. **Interciencia**, v. 40, n. 12, p. 834-839, 2015. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/pdf/339/33943081004.pdf> >. Acesso em : 09 abr. 2022.

FERREIRA, D. F. **SISVAR** - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras, MG: UFLA, 2010.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 94-99, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362005000100020>.

LANFER-MARQUEZ, U. M. O papel da clorofila na alimentação humana: uma revisão. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 39, n. 3, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-93322003000300003>.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *In*: PACKER, L.; DOUCE, R. (Eds.). **Methods in enzymology**. Bad Honnef: Academic, 1987. v. 148, p. 350-382. DOI: [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)48036-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1).

LIMA, M. C.; AMARANTE, L.; MARIOT, M. P.; SERPA, R. Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em *Achillea millefolium* L. cultivada sob diferentes níveis de sombreamento e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 1, p. 45-50, 2011. DOI:<https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000100008>.

MORAES, L. A. S. **Produção de baby leaf de alface em bandejas com reaproveitamento de substrato**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto agrônomo, Campinas-SP, 2013. F.78. Disponível em: <https://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduacao/repositorio/storage/pb1207511.pdf>. Acesso em 08 mai. 2022.

MOU, B.; KOIKE, S. T.; TOIT, L. J. Screening for resistance to leaf spot diseases of spinach. **HortScience**, v. 43, p. 1706-1710, 2008. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.6.1706>.

MOURA NETO, A.; MOURA, B. S.; SOUSA, L. L. S.; NASCIMENTO, P. W.; LIMA, E. A.; GONÇALVES JÚNIOR, A. S.; RODRIGUES, L. S.; ROCHA, J. G. J. H. Teores de clorofila da rúcula em função de diferentes ambientes e doses de esterco caprino. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 6502-6512, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-441>.

NASCIMENTO, A. S.; SILVA, R. H.; ECHER, M. M.; COUTINHO, P. W. R.; KLEIN, D. K. Desempenho produtivo e bioquímico de alface crespa sob diferentes ambientes de cultivo. **Scientia Plena**, v. 17, n. 11, p. 491101, 2021. DOI: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2021.491101>.

NOVO, M. C. S. S.; PANTANO, A. P.; TRANI, P. E.; BLAT, S. F. Desenvolvimento e produção de genótipos de couve manteiga. **Horticultura Brasileira**. v.28, n. 3, p. 321-325, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000300014>.

OLIVEIRA, A. M. D.; COSTA, E.; REGO, N. H.; LUQUI, L. L.; KUSANO, D. M.; OLIVEIRA, E. P. Produção de mudas de melancia em diferentes ambientes e de frutos a campo.

Revista Ceres, v. 62, n.1, p. 087-092, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201562010011>.

PURQUERIO, L. F. V.; CALORI, A. H.; MORAES, L. A. S.; FACTOR, T. L.; TIVELLI, S. W. Produção de baby leaf em bandejas utilizadas para produção de mudas e em hidroponia NFT. *In*: NASCIMENTO, W. M; PEREIRA, R. B. **Produção de Mudanças de Hortaliças**. Brasília-DF: EMBRAPA, 2016. p. 221-254.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Avanços na pesquisa de carotenóides em alimentos: contribuições de um laboratório brasileiro. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 63, n. 2, p. 129-138, 2004. Disponível em : http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/2000/rial63_2_completa/987.pdf> Acesso em: 12 mai. 2022.

SALLES, J. S.; LIMA, A. H. F.; COSTA, E.; BINOTTI, E. D. C.; BINOTTI, F. F. S. Papaya seedling production under different shading levels and substrate compositions. **Engenharia Agrícola**, v. 39, p. 698-706, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v39n6p698-706/2019>.

SANTOS, L. C. R.; COSTA, E.; LEAL, P. A. M.; NARDELLI, E. M. V.; SOUZA, G. S. A. Ambientes protegidos e substratos com doses de composto orgânico comercial e solo na formação de mudas de jatobazeiro em Aquidauana – MS. **Engenharia Agrícola**, v. 31, p. 249-259, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162011000200005>.

SILVA, E. A.; MENDONÇA, V.; TOSTA, M. S.; OLIVEIRA, A. C.; REIS, L. L.; BARDIVIESSO, D. M. Germinação da semente e produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 2, p. 245-254, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2008v29n2p245>.

SILVA, J. D. C.; LEAL, T. T. B.; ARAÚJO, R. M.; GOMES, R. L. F.; ARAÚJO, A. S. F.; MELO, W. J. Emergência e crescimento inicial de plântulas de pimenta ornamental e celosia em substrato à base de composto de lodo de curtume. **Ciência Rural**, v.4 1, n. 3, p. 412-417, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000300008>.

SILVA, L. P.; OLIVEIRA, A. C.; ALVES, N. F.; SILVA, V. L.; SILVA, T. I. Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 3, p. 104-115, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n3.a303>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. 2017. **Plant physiology and development**. 6.ed. Sunderland: Sinauer Associates. 761p.

TRANI, P. E.; FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.; SCHWINGEL, M. Avaliação de substratos para produção de mudas de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 256-260, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362007000200025>.

WIETH, A. R.; PINHEIRO, W. D.; DUARTE, T. S. Purple cabbage microgreens grown in different substrates and nutritive solution concentrations. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 4, p. 976-985, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n414rc>.