

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**MAYRA TANIELY RIBEIRO ABADE**

**CRESCIMENTO E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE  
RÚCULA SOB PLENO SOL E SOMBREAMENTO**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON- PARANÁ**

**2021**

**MAYRA TANIELY RIBEIRO ABADE**

**CRESCIMENTO E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE  
RÚCULA SOB PLENO SOL E SOMBREAMENTO**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, para obtenção do título de Doctor Scientiae.

Orientador: Élcio Silvério Klosowski

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON- PARANÁ**

**2021**

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Ribeiro Abade, Mayra Taniely  
Crescimento e desempenho agrônômico de cultivares de  
rúcula sob pleno sol e sombreamento / Mayra Taniely Ribeiro  
Abade; orientador Élcio Silvério Klosowski. -- Marechal  
Cândido Rondon, 2021.  
101 p.

Tese (Doutorado Campus de Marechal Cândido Rondon) --  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências  
Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2021.

1. Rúcula. 2. Análise de crescimento. 3. Morfometria. I.  
Silvério Klosowski, Élcio , orient. II. Título.



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46  
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>  
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000  
Marechal Cândido Rondon - PR.



## MAYRA TANIELY RIBEIRO ABADE

Crescimento e desempenho agrônômico de cultivares de rúcula sob pleno sol e sombreamento

Tese apresentada à distância, de forma síncrona e por videoconferência, conforme Resolução nº 052/2020 - CEPE, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutora em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Sistemas de Produção Vegetal Sustentáveis, APROVADA pela seguinte banca examinadora:

*Élcio S. Klosowski*  
Orientador - Élcio Silvério Klosowski

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Márcia de Moraes Echer

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Cláudio Yuji Tsutsumi

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Clair Aparecida Viecelli

Unidomi Saúde Ambiental

Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho

Faculdade União das Américas (UNIAMÉRICA)

*Neumarco Vilanova da Costa*  
Neumarco Vilanova da Costa  
Coordenador Especial do Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Marechal Cândido Rondon, 3 de novembro de 2021

## DEDICATÓRIA

Dedico ao meu querido e amado Vôzico (Francisco Abade *In memoriam*) e a todas as vítimas do covid-19, que assim como meu avô partiram deixando um vazio no coração de quem os amava.

Aos meus pais Valderlino Abade e Cerli Ribeiro que, no decorrer da minha vida, proporcionaram-me, além de extenso carinho e amor, os conhecimentos da integridade, da perseverança.

À Deus, dedico o meu agradecimento maior, porque têm sido tudo em minha vida.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, por ter me ajudado a superar os momentos de dor, quando achei que não aguentaria mais, por ter acalmado e aliviado meu coração quando achei que não seria possível.

Aos meus pais Valderlino Abade e Cerli Ribeiro, pelo amor incondicional, pelo carinho, apoio e incentivo, vocês me fizeram chegar até aqui. Eu amo vocês!

Ao meu noivo Valdeilson Almeida, pelo amor, pela parceria, cumplicidade, paciência, por ter segurado a minha mão e enxugado minhas lágrimas no momento que mais precisei.

Ao meu irmão Matheus Abade e cunhada Rozineide Marques, pelo amor e motivação que me permitiu continuar lutando pelos meus sonhos.

Aos meus amados sobrinhos Mayara, Gabriel e João Miguel Abade, pelo amor puro e incondicional, pelos risos sinceros, pelas brincadeiras que aliviaram o cansaço e a dor nos momentos difíceis.

Aos meus avós paternos (Francisco Abade *In memoriam* e Olgarina Abade), maternos (Sebastião Ribeiro e Maria das Dores) e aos meus avós do coração (Francisco Ferreira Torres - Tibúrcio *In memoriam* e Joana Carvalho Torres - Juca) pelo amor, cuidado e sábios conselhos. Agradeço em especial ao meu Vôzico que partiu sem que eu pudesse me despedir, agradeço a você por sempre ter cuidado de mim, ter me dado amor e carinho, ter compartilhado seus sonhos comigo, te peço que continue cuidando de mim de onde estiveres.

Aos meus primos (as) e tios (as) pelo laço forte eu nos une, e por termos sido família nos momentos bons e ruins. Em especial, Taliane Abade, Danielly Abade, Lara Abade, Débora Abade e Salomé Ribeiro, por serem tão presentes na minha vida, e enxugado minhas lágrimas quando também choravam, por terem sido apoio quando também precisavam de um, por termos chorado juntas quando a vida levou de nós o nosso vizinho.

A todos que partiram deixando saudade em nosso coração, a você meu tio Reginaldo Ferreira de Lima (Naldo), também dedico este sonho por mim realizado.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade e incentivo.

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos, sem a qual não seria possível a realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Élcio Silvério Klosowski, pela orientação, confiança, paciência, pela boa convivência, pelo suporte e incentivo.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação, pelo conhecimento repassado aos longos desses 3 anos.

Aos funcionários da Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pelo suporte e apoio na realização dos experimentos de campo.

Aos amigos Daniele Herrmann, Paulo Henrique Soares, Iza Layana, Pablo Coutinho, Karlene Almeida, Luane Ribeiro, pela motivação, por acreditarem em mim, pela amizade e companheirismo.

Ao colega Aldebarã Rafaeli, por ter sido peça importante na execução e manutenção dos experimentos de campo, sem a tua ajuda teria sido bem mais difícil.

E por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui. Meu sincero, Obrigada!

“Todas as vitórias ocultam uma abdicação”.

Simone de Beauvoir

## RESUMO

ABADE, Mayra Taniely Ribeiro, Doctor Scientiae. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, novembro – 2021. **Crescimento e desempenho agrônômico de cultivares de rúcula sob pleno sol e sombreamento.** Orientador: Élcio Silvério Klosowski.

A rúcula (*Eruca sativa* M.) é uma hortaliça de porte herbáceo da família *Brassicaceae*, originária do Mediterrâneo e da Ásia Ocidental e foi introduzida no Brasil por imigrantes italianos. Apesar de poucas informações técnicas sobre seu cultivo, esse vegetal é bastante consumido pela população brasileira. O uso de telas coloridas oferece um ambiente propício ao crescimento, desenvolvimento e qualidade da rúcula, permitindo seu cultivo nas diferentes estações do ano. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar características agrônômicas (morfométricas e análise de crescimento), qualidade pós-colheita e pigmentos fotossintetizantes em cultivares de rúcula sob ambientes cobertos com telas nas cores preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento e também a pleno sol no inverno, primavera, verão e outono. Os ensaios foram conduzidos na Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, no município de Marechal Cândido Rondon- PR, no período de julho de 2019 a junho de 2021, abrangendo as seguintes estações: inverno de 2019, primavera de 2019, verão de 2020 e outono de 2021. Os experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos ao acaso, um total de quatro blocos, com parcelas subdivididas, sendo a parcela constituída de quatro ambientes de cultivo (pleno sol, tela de sombreamento preta, ultranet vermelha e freshnet prata, todos 50% de sombreamento), a sub parcela de duas cultivares de rúcula (cv. Folha Larga Astro e cv. Cultivada), e análise de crescimento ao longo do ciclo. O uso de telas de sombreamento interfere na morfometria, crescimento e qualidade pós-colheita da rúcula. No inverno, em condições de radiação limitada, maiores produtividades são obtidas em cultivo a pleno sol para a cv. Folha larga e sob tela vermelha para a cv. Cultivada. Na primavera, os ambientes apresentaram diferentes efeitos sobre o desenvolvimento e produtividade das plantas. Quando a pleno sol e sob tela vermelha a cv. Folha Larga apresentou maior produtividade. No verão e outono as plantas sob tela vermelha apresentaram maior produtividade não havendo diferença entre as cultivares, sendo o uso dessa tela uma alternativa para cultivo de rúcula na região do experimento. No outono, embora as plantas a pleno sol tenham apresentado as melhores características químicas, isso não lhe garante mercado, pois o produtor ganha em peso/volume e o consumidor não avalia a qualidade nutricional antes de comprar, leva em consideração

apenas o aspecto físico e, ao final do ciclo, o aspecto visual das plantas cultivadas sob tela vermelha era mais atraente que o das plantas cultivadas nos demais ambientes.

**Palavras-chave:** *Eruca sativa* Miller. Análise de crescimento. Morfometria. Tela preta. Tela vermelha. Tela prata.

## ABSTRACT

ABADE, Mayra Taniely Ribeiro, Doctor Scientiae. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, November – 2021. **Growth and agronomic performance of arugula cultivars under full sun and shade.** Advisor: Élcio Silvério Klosowski.

Arugula (*Eruca sativa* M.) is a herbaceous vegetable of the Brassicaceae family, originally from the Mediterranean and Western Asia and was introduced in Brazil by Italian immigrants. Despite little technical information about its cultivation, this vegetable is widely consumed by the Brazilian population. The use of colored shade cloths provides an environment conducive to the growth, development and quality of arugula, allowing its cultivation in different seasons of the year. Thus, the objective of this work was to evaluate agronomic characteristics (morphometric and growth analysis), post-harvest quality and photosynthetic pigments in arugula cultivars under environments covered with black, red and silver colors of shade cloths at 50% shading and also the full sun in winter, spring, summer and autumn. The tests were conducted at the Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, in the municipality of Marechal Cândido Rondon-PR, from July 2019 to June 2021, covering the following seasons: winter 2019, spring 2019, summer 2020 and autumn 2021. The experiments were conducted in a randomized block delineation, a total of four blocks, with split plots, with the plot consisting of four cultivation environments (full sun, black shading cloth, red ultranet and silver freshnet, all 50% shading), the sub plot of two arugula cultivars (Folha Larga Astro cultivar and Cultivada cultivar), and growth analysis throughout the cycle. The use of shading cloths interferes in the morphometry, growth and postharvest quality of arugula. In winter, under limited radiation conditions, higher yields are obtained in full sun cultivation for Folha larga cultivar and under red cloth for Cultivada cultivar. In spring, the environments had different effects on plant development and productivity. When in full sun and under red cloth the Folha Larga cultivar showed higher productivity. In summer and autumn, the plants under red cloth showed higher productivity, with no difference between cultivars, and the use of this cloth was an alternative for arugula cultivation in the region of the experiment. In autumn, although the plants in full sun have presented the best chemical characteristics, this does not guarantee them a market, as the producer gains in weight/volume and the consumer does not evaluate the nutritional quality before buying them, only considering their physical aspects, and, at the end of the cycle, the visual aspect of plants grown under red screen was more attractive than that of plants grown in other environments.

**Keywords:** *Eruca sativa* Miller. Growth analysis. Morphometry. Black cloth. Red cloth. Silver cloth.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Construção dos ambientes cobertos com tela de sombreamento.....	13
<b>Figura 2</b> - Lagartas sobre folhas de rúcula no cultivo de primavera .....	16
<b>Figura 3</b> - Determinação de pigmentos fotossintetizantes.....	20
<b>Figura 4</b> - Medição de sólidos solúveis em amostra de folhas de rúcula .....	20
<b>Figura 5</b> - Medição de pH em amostra de folhas de rúcula.....	21
<b>Figura 6</b> - Titulação com NaOH para determinação de acidez titulável em amostra de folhas de rúcula .....	21
<b>Figura 7</b> - Titulação com DEFIN para determinação de vitamina C em amostra de folhas de rúcula .....	22
<b>Figura 8</b> - Altura em rúcula no inverno, primavera e outono em função de ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e tempo de avaliação (A, B e C, respectivamente); das cultivares Folha larga e cultivada no inverno, primavera e outono (D, E e F, respectivamente); e do tempo de avaliação no verão (G). .....	30
<b>Figura 9</b> - DC em plantas de rúcula em função de ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e tempo de avaliação no inverno (A) e outono (B); das cultivares no inverno (C), primavera (D) e outono (E) e dias de avaliação no verão (F). .....	34
<b>Figura 10</b> - NF em rúcula em sob ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e tempo de avaliação (A); em cultivares Folha Larga e Cultivada e tempo de avaliação (B) na primavera; e dias de avaliação no inverno (C), no verão (D) e no outono (E). .....	38
<b>Figura 11</b> - Área foliar em rúcula cultivar Folha Larga e cultivada, em função de ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e tempo de avaliação, no inverno (A e B), primavera (C e D), verão (E e F) e outono (G e H). .....	44
<b>Figura 12</b> - MMSPA em rúcula cultivar Folha Larga e Cultivada, em função do tempo de avaliação (A) no inverno; do ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e do tempo de avaliação na primavera (BC), verão (DE) e outono (FG). .....	47
<b>Figura 13</b> - Plantas da cv. Folha larga a pleno sol (A) e sob tela vermelha (C); plantas da cv. Cultivada a pleno sol (B) e sob tela vermelha (D) no outono .....	53
<b>Figura 14</b> - TCA em plantas de rúcula cultivares Folha Larga e cultivada, em função de	

ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e tempo de avaliação, no inverno (AB), na primavera (CD), no verão (EF) e no outono (GH). ..... 58

**Figura 15-** TCR em plantas de rúcula cultivares Folha Larga e cultivada, em função de ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e tempo de avaliação, no inverno (AB), na primavera (CD), no verão (EF) e no outono (GH). ..... 62

**Figura 16-** RAF em plantas de rúcula cultivares Folha Larga e cultivada, em função de ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e tempo de avaliação, no inverno (AB), na primavera (CD), no verão (EF) e no outono (GH). ..... 66

**Figura 17-** TAL em plantas de rúcula cultivares Folha Larga e cultivada, em função de ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e tempo de avaliação, no inverno (AB), na primavera (CD), no verão (EF) e no outono (GH). ..... 70

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Características químicas do solo na profundidade de 0-20 cm, coletas realizadas antes da instalação dos experimentos de inverno, primavera, verão, outono. Marechal Cândido Rondon/PR. 2021. ....	14
<b>Tabela 2</b> - Médias mensais da radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) a pleno sol e aproximação para os ambientes a 50% de sombreamento (Tela preta, vermelha e prata), para inverno, primavera, verão e outono. Marechal Cândido Rondon/PR- 2019.....	17
<b>Tabela 3</b> - Inverno: Dados de temperatura do ar média, máxima e mínima ( $^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa do ar a pleno sol e para os ambientes a 50% de sombreamento (Tela preta, vermelha e prata), no período de 15/07/2019 a 19/08/2019. Marechal Cândido Rondon/PR- 2019.....	24
<b>Tabela 4</b> - Primavera: Dados de temperatura do ar média, máxima e mínima ( $^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa do ar a pleno sol e para os ambientes a 50% de sombreamento (Tela preta, vermelha e prata), no período de 12/11/2019 a 07/12/2019. Marechal Cândido Rondon/PR- 2019.....	25
<b>Tabela 5</b> - Verão: Dados de temperatura do ar média, máxima e mínima ( $^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa do ar a pleno sol e para os ambientes a 50% de sombreamento (Tela preta, vermelha e prata), no período de 18/02/2020 a 14/03/2020. Marechal Cândido Rondon/PR- 2020. ....	26
<b>Tabela 6</b> - Outono: Dados de temperatura do ar média, máxima e mínima ( $^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa do ar a pleno sol e para os ambientes a 50% de sombreamento (Tela preta, vermelha e prata), no período de 26/05/2021 a 20/06/2021. Marechal Cândido Rondon/PR- 2021.....	27
<b>Tabela 7</b> - Verão: Altura em plantas de rúcula de duas cultivares e de plantas cultivadas em diferentes ambientes. ....	31
<b>Tabela 8</b> - Inverno: Diâmetro do coleto em cultivares de rúcula aos 40 DAE, cultivadas sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento. ....	35
<b>Tabela 9</b> - Primavera: Diâmetro do coleto em rúcula aos 40 DAE, cultivadas sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento. ....	36
<b>Tabela 10</b> - Inverno: Número de folhas em cultivares de rúcula aos 40 DAE, cultivadas sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento. ....	39
<b>Tabela 11</b> - Verão: Número de folhas em rúcula aos 40 DAE, cultivadas sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.....	40
<b>Tabela 12</b> - Outono: Número de folhas em rúcula aos 40 DAE, cultivadas sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.....	40
<b>Tabela 13</b> - Inverno: Massa de matéria seca da parte aérea de cultivares de rúcula aos 40 DAE, cultivadas sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.....	48

<b>Tabela 14</b> - Inverno: Produtividade (kg m <sup>-2</sup> ) aos 40 DAE de rúcula cultivada sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento. ....	49
<b>Tabela 15</b> - Primavera: Produtividade de rúcula (kg m <sup>-2</sup> ) aos 40 DAE de rúcula cultivadas na primavera sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.....	50
<b>Tabela 16</b> - Verão: Produtividade de rúcula (kg m <sup>-2</sup> ) aos 40 DAE de rúcula cultivadas na primavera sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.....	52
<b>Tabela 17</b> - Outono: Produtividade de rúcula (kg m <sup>-2</sup> ) aos 40 DAE de rúcula cultivadas na primavera sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.....	53
<b>Tabela 18</b> - Inverno: Teores de clorofila <i>a</i> e <i>b</i> (mg g <sup>-1</sup> de matéria fresca) aos 40 DAE em plantas de rúcula cultivadas no inverno sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.....	72
<b>Tabela 19</b> - Inverno: Teores de clorofila total e carotenoides totais (mg g <sup>-1</sup> de matéria fresca) aos 40 DAE em plantas de rúcula cultivadas no inverno sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento. ....	73
<b>Tabela 20</b> - Primavera: Teores de clorofila <i>a</i> e total (mg g <sup>-1</sup> de matéria fresca) aos 30 DAE em plantas de rúcula cultivadas na primavera sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento. ....	74
<b>Tabela 21</b> - Primavera: Teores de clorofila <i>b</i> (mg g <sup>-1</sup> de matéria fresca) aos 30 DAE em plantas de rúcula cultivadas na primavera sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.....	74
<b>Tabela 22</b> - Verão: Teores de clorofila <i>a</i> , total e carotenoides totais (mg g <sup>-1</sup> de matéria fresca), aos 30 DAE em plantas de rúcula cultivadas no verão sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento. ....	75
<b>Tabela 23</b> - Outono: Teores de clorofila <i>a</i> e total (mg g <sup>-1</sup> de matéria fresca), aos 30 DAE em plantas de rúcula cultivadas no outono sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.....	76
<b>Tabela 24</b> - Outono: Teores de carotenoides totais (mg g <sup>-1</sup> de matéria fresca), aos 30 DAE em plantas de rúcula cultivadas no outono. Marechal Cândido Rondon, 2021. ....	77
<b>Tabela 25</b> - Inverno: Teor de sólidos solúveis (SS) em plantas de rúcula cultivares Folha larga e Cultivada, sob diferentes ambientes de cultivo. ....	78
<b>Tabela 26</b> - Primavera: Teor de sólidos solúveis (SS) em plantas de rúcula cultivares Folha larga e Cultivada, sob diferentes ambientes de cultivo. ....	78
<b>Tabela 27</b> - Verão: Teor de sólidos solúveis (SS) em plantas de rúcula, sob diferentes ambientes de cultivo. ....	79

<b>Tabela 28</b> - Outono: Teor de sólidos solúveis (SS) em plantas de rúcula cultivares Folha larga e Cultivada, sob diferentes ambientes de cultivo. ....	80
<b>Tabela 29</b> - Inverno: Potencial Hidrogeniônico (pH) em folhas de rúcula, sob diferentes ambientes de cultivo. ....	81
<b>Tabela 30</b> - Primavera: Potencial Hidrogeniônico (pH) em folhas de rúcula, sob diferentes ambientes de cultivo. ....	81
<b>Tabela 31</b> - Verão: Potencial Hidrogeniônico (pH) em folhas de rúcula cultivares Folha larga e Cultivada, sob diferentes ambientes de cultivo. ....	82
<b>Tabela 32</b> - Outono: Potencial Hidrogeniônico (pH) em folhas de rúcula cultivares Folha larga e Cultivada, sob diferentes ambientes de cultivo. ....	82
<b>Tabela 33</b> - Inverno: Acidez Titulável em folhas de rúcula cultivares Folha larga e Cultivada e sob diferentes ambientes de cultivo. ....	83
<b>Tabela 34</b> - Primavera: Acidez Titulável em folhas de rúcula, sob diferentes ambientes de cultivo. ....	84
<b>Tabela 35</b> - Verão: Acidez Titulável em folhas de rúcula, sob diferentes ambientes de cultivo. ....	84
<b>Tabela 36</b> - Outono: Acidez Titulável em folhas de rúcula cultivares Folha larga e Cultivada, sob diferentes ambientes de cultivo. ....	85
<b>Tabela 37</b> - Inverno: Teores de vitamina C em folhas de rúcula, sob diferentes ambientes de cultivo. ....	86
<b>Tabela 38</b> - Outono: Teores de vitamina C em folhas de rúcula, sob diferentes ambientes de cultivo. ....	86
<b>Tabela 39</b> - Inverno: <i>Ratio</i> em folhas de rúcula cultivares Folha larga e cultivada, sob diferentes ambientes de cultivo. ....	87

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>2</b>
2.1	ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA RÚCULA.....	2
2.2	CULTIVO PROTEGIDO COM TELAS DE SOMBREAMENTO .....	3
<b>2.2.1</b>	<b>Ambiência em cultivos protegidos .....</b>	<b>6</b>
2.4	ANÁLISE DE CRESCIMENTO .....	8
2.5	QUALIDADE PÓS-COLHEITA EM HORTALIÇAS.....	9
2.6	PIGMENTOS FOTOSSINTETIZANTES .....	11
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>11</b>
3.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	11
3.2	DESCRIÇÃO DOS AMBIENTES DE CULTIVO.....	12
3.3	CARACTERÍSTICAS DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL .....	14
3.4	ADUBAÇÃO .....	14
3.5	CARACTERÍSTICAS DA CULTIVARES .....	14
3.6	INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	15
3.6.1	<b>Delineamento experimental .....</b>	<b>15</b>
3.6.2	<b>Condução do experimento .....</b>	<b>15</b>
3.7	METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO .....	16
3.7.1	<b>Elementos meteorológicos observados .....</b>	<b>16</b>
3.8	PARÂMETROS AVALIADOS DURANTE O CRESCIMENTO.....	17
3.8.1	<b>Análise de crescimento.....</b>	<b>18</b>
3.9	PARÂMETROS AVALIADOS NA COLHEITA FINAL .....	19
3.9.1	<b>Produtividade .....</b>	<b>19</b>
3.9.2	<b>Fisiológicos .....</b>	<b>19</b>
3.9.3	<b>Qualidade pós-colheita.....</b>	<b>20</b>
3.10	<b>ANALISE ESTATÍSTICA .....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>

4.1 VARIAÇÕES DOS ELEMENTOS DO CLIMA.....	23
4.2 RESULTADO DAS ANÁLISES MORFOMÉTRICAS DA RÚCULA AO LONGO DO CICLO .....	27
4.2.1 <b>Altura</b> .....	27
4.2.2 <b>Diâmetro do coleto</b> .....	31
4.2.3 <b>Número de folhas</b> .....	36
4.2.4 <b>Área foliar</b> .....	40
4.2.5 <b>Massa de matéria seca da parte aérea</b> .....	45
4.2.6 <b>Produtividade</b> .....	48
4.3 RESULTADO DA ANÁLISE DE CRESCIMENTO DA RÚCULA AO LONGO DO CICLO .....	54
4.3.1 <b>Taxa de crescimento absoluto (TCA)</b> .....	54
4.3.2 <b>Taxa de crescimento relativo (TCR)</b> .....	59
4.3.3 <b>Razão de área foliar (RAF)</b> .....	63
4.3.4 <b>Taxa de assimilação líquida (TAL)</b> .....	67
4 RESULTADO DAS ANÁLISES FISIOLÓGICAS DA RÚCULA AO FINAL DO CICLO .....	71
4.4.1 <b>Pimentos fotossintéticos</b> .....	71
4.5 RESULTADO DAS ANÁLISES DE QUALIDADE PÓS-COLHEITA DA RÚCULA AO FINAL DO CICLO.....	77
4.5.1 <b>Sólidos solúveis</b> .....	77
4.5.2 <b>Potencial hidrogeniônico (pH)</b> .....	80
4.5.3 <b>Acidez titulável</b> .....	83
4.5.4 <b>Vitamina C</b> .....	85
4.5.5 <b>Ratio</b> .....	86
5 CONCLUSÕES.....	87
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89

## 1 INTRODUÇÃO

No Estado do Paraná no ano agrícola 2019, a área cultivada com hortaliças foi 117,8 mil hectares, redução de 1,4% em relação ao ano anterior, tendo como resultado a produção de 2,9 milhões de toneladas, 1,4% menor. O valor movimentado no mercado das hortaliças foi de aproximadamente R\$ 4,87 bilhões. Desse total, a cultura da rúcula teve área plantada de 318 ha, com produção de 4.576 toneladas, somando um valor total de 18.029.637 reais (SEAB/DERAL, 2020).

A rúcula (*Eruca sativa* M.) é uma hortaliça de porte herbáceo da família Brassicaceae (BORGES et al. 2014; AGUIAR et al., 2014), originária do Mediterrâneo e da Ásia Ocidental (TSIROGIANNIS et al., 2013) e foi introduzida no Brasil por imigrantes italianos. Apesar de poucas informações técnicas sobre seu cultivo, esse vegetal é bastante consumido pela população brasileira (CARVALHO et al. 2012; FREITAS et al., 2017).

Seu cultivo está em expansão por apresentar ao produtor preços atrativos, que têm sido mais elevados do que os de outras folhosas como da alface, chicória, almeirão e couve. Mas por outro lado, o consumidor tem se tornado mais exigente, havendo a necessidade de o agricultor aumentar a qualidade sem, no entanto, reduzir produção total e a regularidade de fornecimento (MEDEIROS; MEDEIROS; LIBERALINO FILHO, 2007).

Considerando a importância alimentar das hortaliças, seu elevado valor econômico, principalmente na entressafra, torna-se necessário pesquisas com o intuito de oferecer tecnologias de aumento de produtividade, qualidade e redução de riscos (MAGGI et al., 2006).

A implantação de cultivo protegido é uma alternativa, pois permite atender a demanda do consumidor, escalonando a produção ao longo do ano, reduzindo ou até eliminado a sazonalidade e a variação do preço final, estimulando ainda mais seu consumo (CUNHA et al., 2018).

O uso do ambiente protegido no cultivo de rúcula possibilita vantagens comparado com o campo, pois além de proteger a cultura de ventos, granizos, chuvas, geadas e baixas ou altas temperaturas, minimiza o ataque de pragas e doenças, proporcionando melhores condições ao desenvolvimento da planta (ANTUNES et al., 2007).

As telas coloridas (brancas, pretas, cinza, azuis, vermelhas, etc.) e refletoras (aluminizadas) proporcionam a proteção do microambiente, estes diferentes materiais proporcionam diversos níveis de retenção de luz e tamanhos para atender sua aplicação específica.

As telas de sombreamento vermelha (ultranet), foram desenvolvidas com aditivos especiais que permitem a foto-conversão de luz e diminuição térmica, transferem mais a luz do

espectro nas ondas vermelho e vermelho distante, além de difundirem a luz que passa através da malha, proporcionando uma elevada eficiência no desenvolvimento da planta (LI, 2006).

A tela prata (Freshnet), tem como característica serem metalizadas em ambas as faces, permitindo que apenas uma parte da energia solar seja refletida, promovendo reflexão difusa e maior eficiência fotossintética (COSTA, 2004). As telas pretas (Ecosombra) tem como objetivo principal proteger as plantas da radiação solar.

A grande diversidade de materiais gera dúvida ao produtor na hora de escolher o produto no comércio. Diante disso, é interessante desenvolver pesquisas sobre telas de sombreamento coloridas, que tragam informações acerca do seu uso, e que facilite na tomada de decisão. A escolha de telas com 50% de sombreamento deu-se baseado no experimento de Costa et al. (2011), os quais não observaram diferenças significativas na produtividade da rúcula nos tratamentos com sombreamento de até 40%, mas houve melhora na produtividade com sombreamento de 50%.

Neste sentido, o uso de telas coloridas oferece um ambiente propício ao crescimento, desenvolvimento e qualidade da rúcula, permitindo seu cultivo nas diferentes estações do ano. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar características agrônômicas e análise de crescimento, além da qualidade pós-colheita e pigmentos fotossintetizantes em duas cultivares de rúcula sob ambientes cobertos com telas de 50% de sombreamento nas cores preta, vermelha, prata e também a pleno sol no inverno, primavera, verão e outono.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA RÚCULA**

Atualmente três espécies de rúcula são utilizadas no consumo humano: *Eruca sativa* Miller, que possui ciclo de crescimento anual e outras duas que apresentam ciclo de vida perene, a *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. e *Diplotaxis muralis* (L.) DC. A espécie mais cultivada no Brasil é a *Eruca sativa* Miller, porém, também há cultivos em menor escala da espécie *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC, conhecida como rúcula selvagem (AGUIAR et al., 2014).

As cultivares mais plantadas apresentam diferenças quanto ao tipo de folha, que podem ter bordas lisas até bastante recortadas. No mercado, as cultivares do tipo com bordas mais recortadas são chamadas de Cultivada (Antonella e Cultivada) e o tipo mais liso, com o limbo foliar maior são chamadas de Folha Larga (Apreciatta Folha Larga, Astro, Donatella, Folha Larga e Gigante Folha Larga). Ainda existem cultivares da espécie *Diplotaxis* (Silvestre), com bordas da folha bem recortadas (SALA et al., 2004; AGUIAR et al., 2014).

A rúcula apresenta folhas alongadas, tenras, relativamente espessas, com lâminas divididas e cor verde escuro com nervura arroxeadas que depende da variedade e das estações de cultivo (GONZALEZ et al., 2006; FILGUEIRA, 2013; BORGES et al., 2014, SALLES et al., 2017). Apresentam crescimento vegetativo rápido, cheiro agradável e distinto, ciclo curto, porte baixo (podem medir entre 10 e 30 centímetros de altura) e quando cultivada durante os meses frios, a mesma possui um sabor mais picante, já quando o cultivo é realizado em épocas mais quentes, tem um sabor forte e amargo (FILGUEIRA, 2013).

Segundo Carvalho et al. (2012), a rúcula ganhou espaço na mesa da população brasileira (acompanhamento de pratos como massas, em saladas e coberturas de pizzas) e destaque no mercado, devido a sua composição nutricional, por ser rica em vitamina C, potássio, enxofre e ferro, tendo efeitos anti-inflamatório e desintoxicante para o organismo humano (TRANI; PASSOS, 2005).

Seu cultivo é predominantemente nas regiões sul e sudeste e apesar de ser recomendada para a semeadura o ano todo, o seu desenvolvimento é favorecido por condições de temperaturas amenas (MEDEIROS; MEDEIROS; LIBERALINO FILHO, 2007), o que restringe seu cultivo ao outono - inverno.

A rúcula apresenta maior eficiência no desenvolvimento e na produção de folhas grandes e vigorosas sob temperaturas do ar entre 15 e 18°C (TRANI; FORNASIER; LISBÃO, 1992). Temperaturas altas estimulam a planta antecipar a fase reprodutiva, emitindo o pendão floral prematuramente, tornando suas folhas rígidas e mais picantes (FILGUEIRA, 2013).

## 2.2 CULTIVO PROTEGIDO COM TELAS DE SOMBREAMENTO

A busca por melhores ambientes de cultivo para hortaliças tem sido o foco principal de muitas pesquisas. Atualmente, são muitas as opções disponíveis no mercado com relação ao tipo de estruturas (mourões de eucalipto, bambu, alumínio, ferro, canos PVC, etc.) e de materiais que podem ser usados para modificar o ambiente e adequá-lo às necessidades das culturas (FELTRIM et al., 2006).

As modificações climáticas que ocorrem em cada tipo de ambiente protegido dependem do tipo de cobertura empregada. As telas de sombreamento são as mais conhecidas, e podem apresentar variações na absorção e bloqueio de luminosidade (RAMPAZZO et al., 2013).

Horticultores normalmente utilizam as telas com sombreamento moderado (30-50%), pois estes protegem os frutos das queimaduras solares, reduzem o uso da água e resultam em

altos rendimentos de boa qualidade (LEGARREA et al., 2010; MILLER et al., 2015); no entanto, sombreamento mais intensivo reduz a fotossíntese da folha e afeta negativamente a produtividade (SHAHAK et al., 2008; ZHU et al., 2012; DIAZ-PEREZ, 2013).

Os benefícios do sombreamento sobre as plantas estão relacionados a diminuição da radiação solar direta que incide sobre o cultivo, principalmente em regiões tropicais, reduzindo a fotorrespiração (QUEIROGA et al., 2001), além da distribuição uniforme, o que leva a uma maior umidade e redução da temperatura do ar e do solo nos dias quentes.

Em consequência, ocorre redução da evapotranspiração, evitando o fechamento estomático por períodos prolongados, o que pode levar a maior fixação de carbono, aumentando a eficiência da fotossíntese pela conversão de parte da radiação direta em difusa (HEALEY et al., 1998; AGUIAR, 2004) e consequentemente ganhos em produtividade (CASA DA AGRICULTURA, 2011; BHERING, 2013).

Quando utilizadas corretamente as telas atuam na contenção de ventos e chuvas muito fortes, ajudam no controle de plantas daninha e redução na ocorrência de pragas e doenças, dificultando a passagem dessas para o interior do ambiente e, consequentemente, redução no uso de agentes químicos para combatê-las (AL-HELAL; ABDEL-GHANY, 2011).

No geral, as telas devem apresentar boa ventilação, possibilitando seu uso na primavera e verão, evitando danos tanto ao sistema radicular quanto nas folhas (ANGLÉS, 2001). Entretanto, a redução do fluxo de luz em épocas de menor incidência de radiação (outono- inverno) pode levar as plantas ao estiolamento, prolongamento do seu ciclo e reduzindo a produtividade, além do aumento da área foliar, por meio do alongamento das células, o que resulta em folhas mais frágeis e finas. No caso de culturas folhosas essa condição torna o manuseio na pós-colheita mais difícil e reduz a vida útil do produto (MACIEL et al., 2009).

Novas tecnologias na utilização de telas estão sendo empregadas em substituição às tradicionais malhas de sombreamento de cor preta cujo objetivo principal é proteger as plantas da radiação. Esses materiais de polietileno de baixa densidade (PEBD) podem ser brancas, escuras (pretas ou cinzas), coloridas (azuis, vermelhas, verdes), termo refletoras (aluminizadas) com funções específicas na sua utilização.

As telas coloridas apresentam um novo conceito agrotecnológico, tendo como finalidade combinar a proteção física com a filtração diferencial da radiação solar, para promover respostas fisiológicas específicas que são reguladas pela luz (BRANT et al., 2009). Essas telas coloridas influenciam a transmitância espectral da luz incidente, absorvendo suas cores complementares (CASTELLANO et al., 2008).

As telas podem ser usadas para alterar a relação vermelho/vermelho-distante, as quantidades de radiação disponível para ativar os fotorreceptores de luz azul, envolvidos nas respostas de fototropismo e, a radiação de outros comprimentos de ondas que podem influenciar o crescimento e desenvolvimento das plantas (STAMPS, 2009).

Por exemplo, as telas de coloração vermelha apresentam maior transmitância em comprimentos de onda na faixa de vermelho e vermelho-distante, distribuindo melhor a luz que passa através dela (LI, 2006), devido a menor relação vermelho/vermelho distante e azul-vermelho-distante em relação aos parâmetros de radiação natural (pleno sol), aumentando a atividade vegetativa, após a percepção destes estímulos pelos fotorreceptores.

Essas telas deixam passar menos luz e reduzem a incidência dos comprimentos de onda na faixa do azul, verde e amarelo (CASA DA AGRICULTURA, 2011). Independente do fator de sombreamento, a tela vermelha proporciona maior transmitância de radiação fotossinteticamente ativa (FRA) para o interior do ambiente de cultivo (GAMA et al., 2017).

Outra tela muito eficiente no desenvolvimento das plantas é a malha termo refletora de alumínio (tela prata), a qual tem sido utilizada de forma ampla na agricultura, sendo assim chamadas por serem metalizadas por alumínio em ambas as faces, permitindo que apenas uma parte da energia solar seja refletida, promovendo reflexão difusa e maior eficiência fotossintética (COSTA, 2004), sendo comercializadas em diversas porcentagens de sombra.

Essas telas promovem boa ventilação, distribuição uniforme da luz e aporte máximo da luz difusa e da reflexão da radiação infravermelha, tanto para evitar o excesso da temperatura como para economizar energia (HUERTAS, 2006).

O que as diferencia das malhas pretas, além da cor, é a metalização de sua superfície, o que promove reflexão de parte da radiação que incide sobre ela. Devido a reflexão dessa malha, ocorre a conservação de energia dentro do ambiente, reduzindo as temperaturas no verão, mantendo-as constante no inverno, auxiliando assim na proteção das plantas contra geadas (GINEGAR POLYSACK BRASIL, 2017).

Há estudos sobre o uso de telas coloridas na resposta de culturas vegetais (NOMURA et al., 2009; COSTA et al., 2010; ILIĆ et al., 2012; TINYANE et al., 2013). Telas de sombreamento tem sido avaliada na produção de flores (NOMURA et al., 2009), plantas medicinais e aromáticas (BRANT et al., 2009; LIMA et al., 2011; CORRÊA et al., 2012), e hortaliças (QUEIROGA et al., 2001; OTONI et al., 2012; QUEIROZ et al., 2014, HIRATA; HIRATA, 2015).

O cultivo de hortaliças sob telas de sombreamento tem sido estudado para folhosas como alface (QUEIROGA et al., 2001; BEZERRA NETO et al., 2005; QUEIROZ et al., 2014)

e rúcula (COSTA et al., 2011; HIRATA, 2014). Em cultivo de alface as telas de sombreamento influenciam as medidas de comprimento em folhas diferentes cultivares, em comparação ao ambiente sem tela (ZORZETO, 2015). No entanto, o cultivo de alface em condições de radiação limitada, Silva et al. (2014), encontraram maiores produtividades em cultivo a céu aberto. Todavia, há carência de trabalhos com o cultivo de rúcula sob telas de sombreamento, em todas as estações.

### **2.2.1 Ambiência em cultivos protegidos**

O manejo do ambiente dentro dos cultivos protegidos pode ser feito com uso de telas de sombreamento, assim modifica-se parâmetros agrometeorológicos, como radiação, temperatura do ar e do solo e umidade relativa do ar, os quais interferem na necessidade hídrica e fotoperíodo, de modo que cada espécie vegetal necessita de diferentes quantidades de radiação solar em sua fisiologia (GUISELINI, 2002).

A radiação, reflete na temperatura no interior do ambiente, e juntos exercem grande influência sobre a umidade do ar e conseqüentemente no desenvolvimento das plantas (SILVA, 2001). Sendo o principal fator responsável pela ação da fotossíntese e conseqüentemente a fonte primária de energia para as plantas, sendo a maior parte dessa energia convertida em calor, acelerando o processo de transpiração e alterando a temperatura dos tecidos vegetais, gerando, muitas vezes, conseqüências danosas para os processos metabólicos (RYDER, 1999).

No cultivo de hortaliças, como a rúcula, a radiação solar tem complexa influência na produção das plantas, podendo aumentar a produção de foto assimilados e sua disponibilidade para o crescimento da planta. Porém, quando excessivamente elevada, pode aumentar a taxa transpiratória da planta resultando em fechamento estomático e diminuição da fotossíntese, a fotorrespiração pode aumentar, reduzindo assim a fotossíntese líquida (POLJAKOFF-MAYBER; GALE, 2012; TAIZ et al., 2017). Também pode ocorrer a redução no conteúdo hídrico das folhas de forma comprometedora, causando uma foto-oxidação, que frequentemente ocasiona a desidratação e morte das células (RYDER, 1999), diminuindo o crescimento e desenvolvimento da planta (OTONI et al., 2012).

No entanto, está entre os elementos climáticos que podem ser manejados com o uso de telas de sombreamento, sendo uma alternativa econômica que protege plantas hortícolas (folha e fruta) de forte radiação solar direta, obtendo plantas mais vigorosas, com rendimentos mais elevados e de melhor qualidade do que no campo aberto (GRUDA, 2005; AYALA-TAFOYA et al., 2011; EITEL, 2007; AL-HELAL; ABDEL-GHANY, 2010).

A luz e a temperatura estão entre os fatores que mais limitam o cultivo de espécies vegetais em diferentes épocas e locais. Juntos exercem influência sobre a produção olerícola, podendo limitar essa atividade, e influenciar todas as etapas de desenvolvimento das plantas, pois cada espécie, variedade e cultivar comercial possuem uma faixa de temperatura mais propícia para cada fase fisiológica (FILGUEIRA, 2013).

A temperatura é dependente da intensidade da luz, sendo determinante no processo fotossintético, podendo ser prejudicial caso esteja em excesso, é um elemento meteorológico atuante nos diversos processos fisiológicos das plantas, alterando a taxa de crescimento, afetando todas as reações bioquímicas da fotossíntese (TAIZ et al., 2017).

Em condições normais a taxa fotossintética aumenta em função do aumento da temperatura do ar e reduz drasticamente em condições de temperaturas maiores que 30°C, apresentam redução do ciclo de cultivo, com reflexos na sua produtividade e na sua qualidade (PUIATTI; FINGER, 2005).

O processo de fotossíntese também é limitado com temperaturas do ar muito baixas, porém, nas plantas com metabolismo C3, como a rúcula, a fotossíntese é mais eficiente (TAIZ et al., 2017). No entanto, quando os limites ideais de temperatura são ultrapassados, a planta começa a sentir estresse. Desta forma a energia produzida por ela para as atividades metabólicas que culminam em produção, passa a ser destinada à proteção dos fatores estressantes (LEITE, 2000).

Condições de baixas temperaturas associadas a baixa incidência de radiação solar no outono-inverno acabam prolongando o ciclo da cultura, enquanto altas temperaturas na primavera-verão somadas a altas radiação solar (região tropical) fazem com que as plantas elevem as taxas respiratórias aumentando os mecanismos de prevenção via aclimatização do calor. No período de primavera-verão a rentabilidade do cultivo é favorecida por maior valorização do produto no mercado, devido à falta de produtos disponíveis ao consumidor. (MARTINS, 2006).

Bezerra Neto et al. (2005), observaram que os efeitos negativos de temperatura e luminosidade elevadas na produtividade de hortaliças podem ser minimizados de forma significativa com telas de sombreamento. Santos et al. (2010), estudando ambientes de cultivo, no inverno em Cárceres- MT, contataram que o uso de telas de sombreamento foi eficiente na redução da luminosidade e da temperatura do ar e do solo, o que demonstra viabilidade do uso deste para o cultivo em condições tropicais.

Informações sobre a umidade relativa do ar para a cultura da rúcula são escassas na literatura. No entanto, Seemann (1979) e Farias et al. (1993) destacam que de forma geral, a

umidade relativa do ar se comporta de forma inversa ao observado para temperatura, geralmente reduz à medida que a temperatura se eleva e são muito variáveis no interior do ambiente protegido.

Com o aumento da temperatura durante o dia, a umidade relativa diminui no interior do ambiente, tornando-se igual ou inferior a umidade observada externamente. Durante a noite, a umidade aumenta, ficando próxima de 100%, devido à queda acentuada de temperatura verificada neste período e à retenção de vapor d'água pela cobertura (SENTELHAS; SANTOS, 1995; FURLAN, 2001). Em estudos com alface, Sganzerla (1995), encontrou que a umidade relativa do ar ótima para o desenvolvimento dessa cultura varia de 60 a 80%.

O vento também deve ser levado em consideração em um cultivo protegido, pois sua construção deve acompanhar, em comprimento, o sentido dos ventos predominantes da região, para evitar danos mecânicos. Em regiões com alta incidência de ventos, pode-se utilizar a prática da construção de quebra-ventos (FILGUEIRA, 2013).

#### 2.4 ANÁLISE DE CRESCIMENTO

A análise do crescimento de comunidades vegetais em condições de sombreamento (tanto o natural quanto o artificial) ao qual as plantas estão submetidas durante o seu cultivo e a expressão de seu potencial antioxidante são importantes para o conhecimento da fisiologia da espécie.

Este parâmetro é um dos primeiros passos na análise de produção primária, pois liga um simples registro do desenvolvimento das plantas e a análise deste por índices fisiológicos (MACHADO et al., 2006). Este refere-se ao aumento do volume e número de células ou expansão celular, mudanças quantitativas que são irreversíveis a exemplo: massa, tamanho ou volume (TAIZ et al., 2017).

Sua quantificação é importante para a análise de crescimento das espécies, já que está relacionado a parâmetros como diferenciação celular, iniciação e aparecimento de órgãos reprodutivos na planta, estendendo-se até a senescência, tendo um valor fundamental para os fins de manejo do sistema de cultivo (WILHELM; MCMASTER, 1995).

São estimados com uso de modelos matemáticos (cálculos de índices fisiológicos), o que permite expressar o crescimento e seus parâmetros derivados, como a área foliar específica, taxa de crescimento relativo, taxa de assimilação líquida, dentre outros, podendo ainda ser quantificado através de medidas lineares, de superfície, volumétricas e número de unidade estruturais (BENINCASA, 2003).

Estes parâmetros podem fornecer subsídios para melhor compreensão dos diferentes processos fisiológicos envolvidos na morfogênese da planta (DANTAS; ESCOBEDO, 1998), além de ser uma ferramenta acessível e muito precisa para avaliar todo o crescimento de plantas e a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre seu desempenho nas mais diversas condições ambientais e de tratos culturais (PEIXOTO, 2009).

Como principal vantagem, a análise de crescimento permite que sejam obtidas informações regulares sem que sejam necessários equipamentos caros e sofisticados, o que a torna acessível e fácil de realizar (BENINCASA, 2003). Consiste na medida sequencial do acúmulo de matéria orgânica na planta, permitindo avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição dos diversos órgãos no crescimento total (MAGALHÃES, 1979).

Para estas análises, são necessárias apenas a massa de matéria seca (fitomassa) da planta e a área foliar, pois as folhas são as responsáveis pela captação de energia solar e produção de matéria seca, por meio da fotossíntese (PEIXOTO, 2009; MARAFON, 2012).

Segundo Marafon (2012), estes dois parâmetros são utilizados por representarem basicamente, a “fábrica” (folha) e o “produto final” (matéria seca). O crescimento vegetal ainda pode ser quantificado através de medidas lineares, de superfície, volumétricas e número de unidade estruturais (BENINCASA, 2003).

Este método é baseado, na constatação de que a maior parte da matéria seca da planta acumulada ao longo do seu crescimento e desenvolvimento (cerca de 90%) é resultado da fotossíntese, sendo este o componente fisiológico mais importante (BENINCASA, 2003).

Por meio dessa análise, é possível investigar as adaptações ecológicas das plantas a novos ambientes, a competição intraespecífica, os efeitos de sistemas de manejo e a capacidade produtiva de diferentes genótipos (RODRIGUES et al., 1995).

## 2.5 QUALIDADE PÓS-COLHEITA EM HORTALIÇAS

A qualidade pós-colheita de hortaliças é a combinação de atributos, propriedades ou características que dão valor ao produto, em termos alimentares (BOTREL, 2017). Esses atributos podem sofrer alteração de acordo com as condições ambientais a qual a planta foi exposta

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a intensidade e a qualidade da luz modificam as características de qualidade pós-colheita, tais como, acidez titulável, pH, teor de sólidos solúveis, de vitamina C e a massa das frutas e hortaliças, que dependem da fotossíntese para serem produzidas.

A acidez titulável, indica o sabor ácido ou azedo das hortaliças, sendo atribuída principalmente aos ácidos orgânicos presentes nas células vegetais (MORAIS et al., 2011). Em hortaliças folhosas, a acidez, de forma geral é baixa, sendo importante ressaltar que, quanto maior esse teor em folhas recém-colhidas, maior o período de preservação da sua vida útil, no entanto são bastante suscetíveis à deterioração por bactérias (PASCHOALINO, 1997; CHITARRA; CHITARRA, 2005; SILVA et al., 2011).

Condições que favoreçam o aumento da atividade metabólicas das folhas, podem resultar em maior valor de pH, pois leva a um maior consumo dos ácidos orgânicos e radicais ácidos para manutenção da respiração do vegetal (ALVES et al., 2020). As hortaliças em sua maioria apresentam elevada quantidade de água e de nutrientes e o pH neutro.

Vários fatores podem influenciar nas características pós-colheita, como material genético utilizado, tipo de solo, condições meteorológicas e os tratos culturais, visto que os maiores teores de sólidos solúveis observados indicam maior sabor adocicado às folhas e frutos. A exemplo, em elevadas temperaturas, há redução dos sólidos solúveis devido à utilização dos açúcares como substratos para a respiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As hortaliças contêm diferentes componentes oxidante, dentre eles a vitamina C, que protege o organismo humano contra radicais livres e têm sido associados à redução do risco de doenças crônicas naqueles que as consomem em uma dieta balanceada (BIANCHI; ANTUNES, 1999; KNEKT et al., 2002). Essa vitamina é encontrada em diversos produtos vegetais frescos, sendo essencial para a saúde humana, porém, a espécie humana não é capaz de sintetizar esse composto, sendo então necessário sua obtenção de fontes externas através da alimentação (BUETTNER; SCHAFER, 2004).

O teor de vitaminas dos alimentos é bastante variado e no caso dos vegetais, pode alterar de acordo com: a espécie, o estágio de maturação na época da colheita, variações genéticas, do manuseio pós-colheita, das condições de estocagem, do processamento e dos métodos de cocção (CORREIA et al., 2008). Devido a sua alta solubilidade em soluções aquosas, podem ocorrer perdas significativas por lixiviação a partir do corte e/ou descascamento de frutas e vegetais (COZZOLINO, 2009).

Na literatura constam trabalhos como o de Sigrist (2003), que avaliando teores de, acidez titulável, sólidos solúveis totais, °Brix e vitamina C em rúcula variedade “Folha Larga” minimamente processada e armazenada em diferentes tipos de embalagens, obteve os seguintes resultados: para acidez titulável os valores variaram de 0,07 a 0,11 (g de ácido málico/100 g de folhas), para sólidos solúveis totais os valores variaram de 3,3 a 3,7 °Brix e para vitamina C, os valores encontrados variaram de 63,05 a 115,80 (mg de ácido ascórbico/100 g de folhas).

## 2.6 PIGMENTOS FOTOSSINTETIZANTES

Os pigmentos presentes nas folhas de hortaliças, diminuem radicais livres do corpo humano com sua ação preventiva em certas doenças crônicas degenerativas (LIGOR et al., 2013). As concentrações desses pigmentos estão relacionadas ao processo fotossintético dos vegetais, funcionando como defesa contra o estresse luminoso, fornecendo indicativos do estado fisiológico da planta (SANTOS et al., 2010).

O teor de pigmentos nas plantas, além da importância já citada, tem respaldado o reconhecido papel na saúde como, por exemplo, os carotenoides como fonte de vitamina A (CHAUDHARY et al., 2018). Esses pigmentos são considerados atributos de qualidade visual na hora da compra do vegetal, porque há uma associação imediata entre o aspecto visual e a qualidade do produto.

Alves et al. (2020), associam os maiores teores de clorofila *a*, *b*, total, carotenoides totais e índice SPAD a uma estratégia adaptativa dos vegetais em resposta a condições de irradiâncias, sendo utilizada para maximizar a captura de radiação solar, para produção de foto assimilados no crescimento satisfatório da planta. Em cultivo sombreado em comparação àqueles expostos ao sol foram observados elevados teores de clorofilas em folhas de rúcula (*Eruca sativa*) (ABADE, 2018).

A luz ao atravessar as telas de sombreamento foto seletivas é capaz de promover a estimulação diferencial de algumas respostas fisiológicas por ela reguladas, como a fotossíntese, em função da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (PPFD) e do teor de clorofila de *a* e *b* nas folhas (ILIC et al., 2015; MARTÍNEZ-GUTIÉRREZ et al., 2016; BUTHELEZI et al., 2016; HOWLIĆ; FALLIK, 2017).

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Os ensaios foram conduzidos na Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), no município de Marechal Cândido Rondon- PR, no período de julho de 2019 a junho de 2021, abrangendo as seguintes estações: inverno de 2019, primavera de 2019, verão de 2020 e outono de 2021.

A estação experimental está localizada nas coordenadas geográficas: latitude 24° 46' S, longitude 54° 22' W e altitude 420 m. Conforme a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, mesotérmico, subtropical úmido (ALVARES et al., 2014). A média

anual de temperatura do ar se encontra na faixa de 22 a 23 °C e da umidade relativa do ar entre 70 e 75%. Os totais anuais de precipitação pluvial variam entre 1600 e 1800 mm e de evapotranspiração de referência na faixa de 1000 a 1100 mm anual (NITSCHKE et al., 2019).

### 3. 2 DESCRIÇÃO DOS AMBIENTES DE CULTIVO

As plantas foram cultivadas a pleno sol e sob ambientes cobertos, os quais foram construídos no formato de túnel baixo. Para sustentar a cobertura foram utilizadas três ripas de bambu de 2,50 metros de comprimento x 0,05 metros de largura cada ambiente coberto. Para arquear as ripas utilizou-se seis piquetes de madeira por telado, dois para cada ripa e um de cada lado do canteiro. As ripas de bambu foram presas nos piquetes com auxílio de arame liso, depois do arco pronto a tela de sombreamento foi estendida por cima, fazendo a cobertura do canteiro (Figura 1).



Figura 1 - Construção dos ambientes cobertos com tela de sombreamento.

Cada ambiente constitui uma parcela, aqueles cobertos com telas de sombreamento tipo Sombrite®, com as seguintes dimensões: 2,20 m de comprimento x 0,85 m de altura x 1,20 m de largura (largura do canteiro). O ambiente pleno sol apresentou 2,20 m de comprimento x 1,20 m de largura (largura do canteiro).

Segundo o fabricante, as telas são confeccionadas com filme de polietileno de alta densidade e fios de monofilamento, que bloqueiam a passagem da radiação ultravioleta (UV). Em consequência da refração da luz direta pela estrutura de cristais, podem também, reduzir ou aumentar picos e transmitância de radiação de determinados comprimentos de onda (telas coloridas). Devido ao entrelaçamento de seus fios, essas telas aumentam a porcentagem de luz difusa, o que gera maior cobertura luminosa sobre as plantas, principalmente sobre as folhas inferiores.

### 3.3 CARACTERÍSTICAS DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O solo predominante da área é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico de textura muito argilosa (SANTOS et al., 2013). Para a descrição das características químicas do solo, foram realizadas quatro análises de solo na profundidade de 0-20 cm (Tabela 1).

Tabela 1 - Características químicas do solo na profundidade de 0-20 cm, coletas realizadas antes da instalação dos experimentos de inverno, primavera, verão, outono. Marechal Cândido Rondon/PR. 2021.

Inverno 2019											
P	MO	pH CaCl <sub>2</sub>	H+Al	Al <sup>3+</sup>	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>+</sup>	SB	CTC	V	Al
mg dm <sup>3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	0,01 mol L <sup>-1</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					-----%-----			
37,53	19,82	5,75	2,95	0	0,89	4,34	3,09	8,32	11,27	73,82	0
Primavera 2019											
P	MO	pH CaCl <sub>2</sub>	H+Al	Al <sup>3+</sup>	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>+</sup>	SB	CTC	V	Al
mg dm <sup>3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	0,01 mol L <sup>-1</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					-----%-----			
62,77	23,92	5,91	3,54	0	0,93	5,16	3,37	9,97	13,01	72,78	0
Verão 2020											
P	MO	pH CaCl <sub>2</sub>	H+Al	Al <sup>3+</sup>	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>+</sup>	SB	CTC	V	Al
mg dm <sup>3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	0,01 mol L <sup>-1</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					-----%-----			
50,12	24,2	5,60	3,01	0	0,90	4,30	3,40		11,61	73,15	0
Outono 2021											
P	MO	pH CaCl <sub>2</sub>	H+Al	Al <sup>3+</sup>	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>+</sup>	SB	CTC	V	Al
mg dm <sup>3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	0,01 mol L <sup>-1</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					-----%-----			
78,41	26,66	6,44	2,42	0	0,64	4,79	4,07	9,50	11,90	80	0

### 3.4 ADUBAÇÃO

A adubação foi parcelada em duas aplicações durante o ciclo, seguindo os resultados na análise química do solo (Tabela 1) e baseada nas recomendações do Instituto Agrônomo de Campinas: 80 kg ha<sup>-1</sup> de N; 22 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub> (TRANI; RAIJ 1996).

### 3.5 CARACTERÍSTICAS DA CULTIVARES

As cultivares apresentam características distintas que justificam a realização do trabalho. A cv. Folha Larga (Sakata) apresenta folhas serrilhadas e largas, coloração verde

escura, planta vigorosa e ciclo de 40 a 50 dias. A cv. Cultivada (Feltrin) possui folhas compridas e recortadas, coloração verde escura, planta vigorosa e ciclo de 40 a 50 dias.

### 3.6 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

#### 3.6.1 Delineamento experimental

Os experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos ao acaso, um total de quatro blocos, com parcelas subdividas, sendo a parcela constituída de quatro ambientes de cultivo (pleno sol, tela de sombreamento preta, ultranet vermelha e freshnet prata, todos 50% de sombreamento), a sub parcela de duas cultivares de rúcula (cv. Folha Larga Astro e cv. Cultivada), e análise de crescimento ao longo do ciclo.

#### 3.6.2 Condução do experimento

As sementes foram diretas no solo para todas as estações e realizadas nos dias 04/07/2019, 05/11/2019, 11/02/2020 e 17/05/2021, para as estações de inverno, primavera, verão e outono, respectivamente. Após a germinação foi realizado desbaste, adotando o espaçamento de 20 cm entre linhas e 15 cm entre plantas.

A irrigação durante todo o ciclo da cultura foi realizada por aspersão. No outono e inverno aconteceu uma vez ao dia no período da tarde durante 40 minutos. No verão e primavera foi realizada duas vezes ao dia (manhã e tarde) durante 45 minutos. A lâmina de água aplicada em cada período de irrigação foi de 4,90 mm por dia, variando de acordo com as necessidades da cultura e a estação do ano.

Para determinação da lâmina de água a ser aplicada, foi mensurada a quantidade de água aplicada a partir de uma área conhecida. Para isso foram distribuídos 5 recipientes de 50 cm<sup>3</sup>, em toda a área um em cada ambiente, e um no meio da área. A partir do volume de água adquirido em função do tempo foi calculado a lâmina de água a ser aplicada diariamente. A lâmina foi uma média do volume de água coletado em cada ambiente, pois todos os ambientes foram irrigados pelo mesmo sistema de irrigação.

De quinze a vinte dias após sementeira foi realizada a “amonda” conforme descrito por Zárate et al. (2010). O manejo fitossanitário foi realizado sem uso de produtos químicos, com aplicação apenas de extratos de plantas de nim, de pimenta e homeopáticas para controle de pulgões, mosca branca e lagartas sempre que necessário (Figura 2).



Figura 2 - Lagartas sobre folhas de rúcula no cultivo de primavera

### 3.7 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

#### 3.7.1 Elementos meteorológicos observados

Em cada ambiente foi instalado *Datalogger* com sensor de temperatura e umidade relativa do ar da marca HOMIS modelo 494. Este equipamento foi instalado em abrigo meteorológico no centro de cada ambiente. Para pleno sol, foram utilizados os dados da estação Meteorológica. Os registros de temperatura e umidade relativa do ar foram efetuados a cada hora. Os dados meteorológicos podem ser observados na Tabela 3.

Os dados de radiação solar global foram obtidos em Estação Meteorológica de observação de Superfície Automática – EMOSA/MCR. A partir destes dados e das especificações de cada tela fornecidos pelo fabricante quanta a sombra proporcionada por cada modelo, foi estimada a radiação solar global que seria observada nos ambientes a 50% de sombreamento (Tabela 2).

Tabela 2 - Médias mensais da radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) a pleno sol e aproximação para os ambientes a 50% de sombreamento (Tela preta, vermelha e prata), para inverno, primavera, verão e outono. Marechal Cândido Rondon/PR- 2021.

Irradiância solar global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ )		
Inverno 2019		
Mês	Pleno sol	50%
Julho	12,15	6,08
Agosto	15,72	7,85
Primavera 2019		
Mês	Pleno sol	50%
Novembro	22,78	11,39
Dezembro	22,43	11,21
Verão 2020		
Mês	Pleno sol	50%
Fevereiro	22,95	11,47
Março	22,75	11,37
Outono 2021		
Mês	Pleno sol	50%
Mai	13,65	6,83
Junho	10,50	5,25

### 3.8 PARÂMETROS AVALIADOS DURANTE O CRESCIMENTO

Em decorrência as variações que existem entre cada estação do ano, os ensaios tiveram duração diferente, o que resultou em diferenças na quantidade de avaliações realizadas em casa estação.

As avaliações foram realizadas aos 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 DAE (para o inverno), aos 5, 10, 15, 20, 25 e 30 DAE (para a primavera, verão e outono). As avaliações feitas nessas datas tiveram por objetivo avaliar o crescimento das plantas ao longo do seu ciclo. Para isso foram realizadas coletas sucessivas de quatro plantas por parcela, a partir do quinto dia após a emergência (DAE), com intervalos regulares de cinco dias, até o ponto de colheita que variou dependendo da época de cultivo.

Nestas datas foram medidas as seguintes variáveis: área foliar (AF) ( $\text{cm}^2$ ): pelo medidor de área foliar eletrônico (Li-Cor, L1-3100®); número de folhas (NF) (unidade);

diâmetro do coleto (DC) (mm): mensurado na altura do colo da planta com paquímetro digital; a massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) (g): material submetido à secagem em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 60 °C, por 72 horas, pesado em balança digital (precisão 0,01g) e altura da planta.

### 3.8.1 Análise de crescimento

A partir dos dados coletados durante o crescimento e de acordo com Benincasa (2003) foram calculados: a taxa de crescimento absoluto (TCA), a taxa de crescimento relativo (TCR), a razão de área foliar (RAF), e a taxa de assimilação líquida (TAL).

a) Taxa de crescimento absoluto (TCA)

$$TCA = \frac{(MMS2 - MMS1)}{(T2 - T1)} \quad (\text{g dia}^{-1}) \quad (1)$$

Em que: MMS2= massa seca total da parte aérea atual (g)

MMS1= massa seca total da parte aérea inicial (g);

T2 – T1 é o intervalo de tempo entre duas coletas (5 dias).

b) Taxa de crescimento relativo (TCR)

$$TCR = \frac{(\ln MMS2 - \ln MMS1)}{(T2 - T1)} \quad (\text{g g}^{-1} \text{ por dia}^{-1}) \quad (2)$$

Em que: MMS2= massa seca total da parte aérea atual (g)

MMS1= massa seca total da parte aérea inicial (g);

*ln*= logaritmo Neperiano

T2 – T1 é o intervalo de tempo entre duas coletas (5 dias).

c) Razão de área foliar (RAF)

$$RAF = \frac{AF}{MMS} \quad (\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}) \quad (3)$$

Em que: MMS= massa seca total atual (g);

AF= área foliar atual (cm<sup>2</sup>)

d) Taxa assimilatória líquida (TAL)

$$TAL = \frac{(MMS_2 - MMS_1)}{(T_2 - T_1)} \times \frac{(\ln AF_2 - \ln AF_1)}{(AF_2 - AF_1)} \quad (\text{g dm}^{-2} \text{ dia}^{-1}) \quad (4)$$

Em que: MMS = massa seca total atual (g);

MMS<sub>1</sub> = massa seca total da parte aérea inicial (g);

T<sub>2</sub> – T<sub>1</sub> é o intervalo de tempo entre duas coletas (5 dias);

ln = logaritmo Neperiano

AF<sub>2</sub> e AF<sub>1</sub> = corresponde a área foliar total atual da parte aérea (cm<sup>2</sup>) nos tempos T<sub>2</sub> e T<sub>1</sub>, respectivamente.

### 3.9 PARÂMETROS AVALIADOS NA COLHEITA FINAL

Os já citados no item 3.8, produtividade, pigmentos fotossintetizantes e qualidade pós-colheita (Teor de sólidos solúveis - °Brix; potencial hidrogeniônico - pH; acidez titulável - AT; Teor de vitamina C e *ratio*).

#### 3.9.1 Morfométricos

Já citados no item 3.8.

#### 3.9.1 Produtividade

A produtividade da cultura foi calculada com base na massa de matéria fresca por planta obtida ao final do ciclo. A massa de matéria fresca foi pesada em balança digital (precisão 0,01g), e estimada para m<sup>2</sup>.

#### 3.9.2 Fisiológicos

##### a) Pigmentos fotossintéticos

Ao final do ciclo foram coletadas amostras de folhas completamente expandidas do terço médio da planta para determinação dos teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides.

A determinação do teor de clorofila *a*, *b* e total foi realizada segundo o método descrito por Sims; Gamon (2002), carotenoides (NAGATA; YAMASHITA, 1992). O sobrenadante foi submetido à leitura direta em espectrofotômetro a 663 nm (clorofila *a*), 647 nm (clorofila *b*) e 470 nm (carotenoides). As concentrações dos pigmentos foram estimadas de acordo com Lichtenthaler (1987) (Figura 3).



Figura 3 - Determinação de pigmentos fotossintetizantes

### 3.9.3 Qualidade pós-colheita

#### a) Sólidos solúveis

O teor de SS foi determinado por método direto, com refratômetro digital (%Brix), modelo MA871, da Milwaukee, com resultados expressos em °Brix (Figura 4).



Figura 4 - Medição de sólidos solúveis em amostra de folhas de rúcula

#### b) Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH foi determinado por meio de um peagâmetro digital TEC-2 mp da TECNAL (IAL, 2008) (Figura 5).

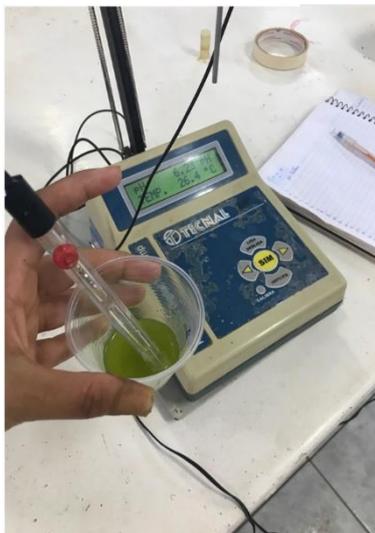


Figura 5 - Medição de pH em amostra de folhas de rúcula

c) Acidez titulável

A AT foi determinada pelo método titulação, com solução de NaOH a 0,1 N e fenolftaleína como indicador, com resultados expressos em g 100 g<sup>-1</sup> equivalente ácido cítrico (Figura 6).



Figura 6 - Titulação com NaOH para determinação de acidez titulável em amostra de folhas de rúcula

d) Vitamina C

A análise de vitamina C ou ácido ascórbico foi realizada pelo método de titulação (GEORGÉ et al., 2005) com modificação propostas por Benassi e Antunes (1988). O extrato

foi preparado com 5 mL de amostra de rúcula (suco das folhas), na qual foi adicionado 50 mL de ácido oxálico (2%), realizando então a titulação com solução de 2,6-diclorofenolindofenol sal sódico (DCFI) (0,01%). O valor foi calculado e expresso em  $\text{mg g}^{-1}$  (ácido ascórbico/amostra seca) (Figura 7).



Figura 7 - Titulação com DEFIN para determinação de vitamina C em amostra de folhas de rúcula

*e) Ratio*

A *ratio* foi obtida por meio da relação de SS/AT.

### 3.10 ANALISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade (teste de Bartlett), seguido da análise de variância. A comparação entre as médias para as variáveis avaliadas ao final do ciclo foi realizada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2019). As variáveis morfométricas estudadas ao longo do ciclo de cultivo foram analisadas por modelo sigmoidal empregando-se o programa estatístico SigmaPlot®.

Quanto aos parâmetros fisiológicos calculados na análise de crescimento, não foram realizadas análises de variância. Segundo Banzatto e Kronka (1989), não se pode afirmar que variáveis calculadas obedeçam às pressuposições básicas para esse tipo de análise, sendo utilizada, análise descritiva.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 VARIAÇÕES DOS ELEMENTOS DO CLIMA

No inverno o ambiente coberto com tela vermelha apresentou temperatura máxima aos 40 DAE de 30,8 °C, no entanto o pleno sol, tela preta e prata foi 25,6; 25,3 e 27,3 °C, respectivamente. Quanto a umidade relativa do ar, é possível observar maior discrepância entre as médias dos 20 aos 35 DAE. A pleno sol a umidade do ar aos 20, 25, 30 e 35 DAE é de 65,71; 46,92; 50,52 e 54,17%, respectivamente, enquanto que nos ambientes cobertos por tela os valores foram maiores.

Com base nesses dados é possível observar que a cobertura com telas tem a capacidade de modificar a temperatura e umidade relativa do ar. Durante a condução do experimento de inverno o acumulo de chuva foi de 33, 2 mm.

Tabela 3 - Inverno: Dados de temperatura do ar média, máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar a pleno sol e para os ambientes a 50% de sombreamento (Tela preta, vermelha e prata), no período de 15/07/2019 a 19/08/2019. Marechal Cândido Rondon/PR- 2021.

Ambientes	Temperatura do ar média (°C)							
	5	10	15	20	25	30	35	40
	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE
Pleno sol	17,85	20,57	14,83	20,39	12,18	24,2	13,04	21,0
Tela preta	17,6	19,98	16,2	19,65	11,98	21,06	13,03	20,4
Tela vermelha	17,65	20,68	17,26	20,66	16,5	22,9	14,08	21,8
Tela prata	18,28	20,22	16,55	19,7	11,74	22,65	13,8	21,8
Temperatura do ar máxima (°C)								
	5	10	15	20	25	30	35	40
	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE
Pleno sol	21,1	27,3	21,1	27,7	21,7	31,3	22,4	25,6
Tela preta	18,9	27,5	23,1	30,5	24,8	29,3	23,1	25,3
Tela vermelha	19,5	28,8	29,5	31,8	48	34	29,6	30,8
Tela prata	19,2	26,6	22,5	27,2	23	31	24,6	27,3
Temperatura do ar mínima (°C)								
	5	10	15	20	25	30	35	40
	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE
Pleno sol	15,4	16,2	12,3	15,9	4,4	19,1	2,9	17,0
Tela preta	15,5	15,7	12,9	14,0	2,8	17,6	5,0	17,1
Tela vermelha	15,4	15,7	12,7	14,1	0,8	17,1	1,8	16,2
Tela prata	16,1	16,4	13,7	14,6	4,2	18,4	4,3	18,0
Umidade relativa do ar (%)								
	5	10	15	20	25	30	35	40
	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE
Pleno sol	90,71	63,5	91,42	65,71	46,92	50,25	54,17	71,8
Tela preta	97,48	77,47	82,63	87,16	71,32	82,43	78,34	88,9
Tela vermelha	90,5	69,68	85,40	74,75	55,53	67,53	66,63	76,4
Tela prata	90,78	75,23	88,94	79,63	65,80	68,77	70,75	79,6

Na primavera os ambientes sombreados com telas preta e vermelha apresentaram as menores temperaturas média e as maiores umidade relativa do ar em praticamente todo o período avaliado. Durante a condução do experimento o acumulado de chuva foi 95,2 mm.

Tabela 4 - Primavera: Dados de temperatura do ar média, máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar a pleno sol e para os ambientes a 50% de sombreamento (Tela preta, vermelha e prata), no período de 12/11/2019 a 07/12/2019. Marechal Cândido Rondon/PR- 2021.

Ambientes	Temperatura do ar média (°C)					
	5 DAE	10 DAE	15 DAE	20 DAE	25 DAE	30 DAE
Pleno sol	26,85	25,99	28,01	21,95	27,19	22,60
Tela preta	25,99	24,98	27,68	22,41	25,26	21,60
Tela vermelha	26,50	25,44	27,99	22,84	25,92	22,51
Tela prata	27,69	26,60	29,08	22,75	27,83	24,94
	Temperatura do ar máxima (°C)					
	5 DAE	10 DAE	15 DAE	20 DAE	25 DAE	30 DAE
Pleno sol	33,40	34,20	36,00	25,50	32,90	30,20
Tela preta	34,20	33,10	37,10	25,60	33,30	29,60
Tela vermelha	34,30	33,20	37,50	25,60	33,30	30,00
Tela prata	35,10	34,90	39,40	28,10	36,70	33,40
	Temperatura do ar mínima (°C)					
	5 DAE	10 DAE	15 DAE	20 DAE	25 DAE	30 DAE
Pleno sol	20,30	18,70	21,20	19,80	20,20	14,20
Tela preta	20,20	17,90	21,30	20,70	19,00	12,90
Tela vermelha	20,70	18,70	21,60	21,50	20,00	15,00
Tela prata	20,30	17,70	21,30	20,70	19,00	12,80
	Umidade relativa do ar (%)					
	5 DAE	10 DAE	15 DAE	20 DAE	25 DAE	30 DAE
Pleno sol	57,04	50,50	52,25	93,04	62,53	62,17
Tela preta	72,67	68,71	65,79	97,29	83,43	84,04
Tela vermelha	75,82	77,65	75,28	98,29	91,46	92,51
Tela prata	61,77	59,90	58,38	91,59	68,64	64,59

No verão, as temperaturas máximas foram encontradas no ambiente coberto com tela prata, e a menor umidade do ar no ambiente pleno sol em todas as avaliações. Nessa estação o acúmulo de chuva foi de 16,4 mm, valor muito inferior ao da primavera.

Tabela 5 - Verão: Dados de temperatura do ar média, máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar a pleno sol e para os ambientes a 50% de sombreamento (Tela preta, vermelha e prata), no período de 18/02/2020 a 14/03/2020. Marechal Cândido Rondon/PR- 2021.

Ambientes	Temperatura do ar média (°C)					
	5 DAE	10 DAE	15 DAE	20 DAE	25 DAE	30 DAE
Pleno sol	28,46	23,90	24,73	24,93	26,68	28,42
Tela preta	28,15	23,38	24,40	23,45	25,28	26,96
Tela vermelha	28,18	23,42	24,57	23,97	25,12	27,51
Tela prata	30,50	23,76	29,08	22,75	27,83	24,94
	Temperatura do ar máxima (°C)					
	5 DAE	10 DAE	15 DAE	20 DAE	25 DAE	30 DAE
Pleno sol	36,40	31,20	32,70	33,50	35,60	37,80
Tela preta	38,40	33,30	33,00	30,20	33,80	33,90
Tela vermelha	37,50	31,20	32,60	32,50	34,50	36,80
Tela prata	50,80	31,80	46,50	35,20	35,80	39,00
	Temperatura do ar mínima (°C)					
	5 DAE	10 DAE	15 DAE	20 DAE	25 DAE	30 DAE
Pleno sol	23,30	16,20	16,40	18,00	19,10	20,80
Tela preta	23,20	15,50	16,20	18,50	19,80	20,60
Tela vermelha	23,70	16,30	15,60	18,60	19,50	20,30
Tela prata	23,00	15,40	13,90	18,10	18,80	20,20
	Umidade relativa do ar (%)					
	5 DAE	10 DAE	15 DAE	20 DAE	25 DAE	30 DAE
Pleno sol	65,71	56,83	53,54	56,46	52,33	46,67
Tela preta	78,08	72,27	75,06	82,33	77,34	66,27
Tela vermelha	79,23	72,44	70,64	72,47	73,32	63,69
Tela prata	70,99	65,63	58,38	91,59	68,64	64,59

No outono, foram perdidos os dados climáticos dos ambientes com tela preta e vermelha, devido ao mal funcionamento dos *Datalogger*. O ambiente coberto com tela prata

apresentou temperatura média do ar mais elevada que a pleno sol (Tabela 6). Durante a condução do experimento o acumulo de chuva foi de 85,6 mm.

Tabela 6 - Outono: Dados de temperatura do ar média, máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar a pleno sol e para os ambientes a 50% de sombreamento (Tela preta, vermelha e prata), no período de 26/05/2021 a 20/06/2021. Marechal Cândido Rondon/PR- 2021.

Ambientes	Temperatura do ar média (°C)					
	5 DAE	10 DAE	15 DAE	20 DAE	25 DAE	30 DAE
Pleno sol	18,11	17,31	23,16	19,65	16,33	13,07
Tela prata	17,63	17,73	29,08	22,75	27,83	24,94
	Temperatura do ar máxima (°C)					
	5 DAE	10 DAE	15 DAE	20 DAE	25 DAE	30 DAE
Pleno sol	25,80	24,20	30,70	23,30	24,00	17,30
Tela prata	25,00	24,50	30,20	23,70	24,60	17,50
	Temperatura do ar mínima (°C)					
	5 DAE	10 DAE	15 DAE	20 DAE	25 DAE	30 DAE
Pleno sol	11,40	12,10	18,20	17,70	9,60	11,40
Tela prata	12,10	12,70	18,00	18,10	9,30	11,80
	Umidade relativa do ar (%)					
	5 DAE	10 DAE	15 DAE	20 DAE	25 DAE	30 DAE
Pleno sol	57,71	83,63	62,08	89,96	75,88	91,71
Tela prata	79,75	91,70	58,38	91,59	68,64	64,59

## 4.2 RESULTADO DAS ANALISES MORFOMÉTRICAS DA RÚCULA AO LONGO DO CICLO

### 4.2.1 Altura

Para altura de plantas no inverno, primavera e outono, houve diferença significativa para os tratamentos avaliados separadamente, e para as seguintes interações: ambientes e tempo de avaliação; cultivar e tempo de avaliação. No verão, a diferença foi apenas nos tratamentos quando avaliados separadamente (Figura 8).

No experimento de inverno, inicialmente as plantas apresentaram pequeno incremento em altura sob todos os ambientes, isso porque até os 15 DAE ainda sobrevivem das reservas

das sementes. No momento da colheita a altura das plantas foi maior sob tela vermelha (30,06 cm), preta e prata (29,41 e 28,18 cm, respectivamente) e menor em plantas a pleno sol (25,73 cm) (Figura 8A).

Resultado semelhante aqueles encontrados em plantas sombreadas no experimento de inverno também foram relatos por Costa et al. (2011), que trabalhando com rúcula cultivares Folha larga e Cultivada em diferentes ambientes, verificaram que o ambiente com maior sombreamento (tela preta 50%) apresentou plantas mais altas na primavera. Neste trabalho a redução em 50% da luminosidade incidente sob as plantas, associada a coloração da tela favoreceu a fotossíntese, resultando em incremento de altura.

Novo et al. (2003), encontraram altura maior de planta para a cv. Folha Larga (35,58 cm), no entanto, na literatura consta que a rúcula é um vegetal de porte pequeno e alcança altura de 15 a 20 cm no ponto de colheita (GONZALEZ et al., 2006).

Na primavera, menor incremento em altura nas plantas foi até os 10 DAE, em todos os ambientes, 5 dias a menos que no inverno. Aos 30 DAE as alturas variaram de 18,99 cm (pleno sol) a 25,03 cm (tela preta) (Figura 8B). Plantas menores em condição a pleno sol é uma característica da cultura, que quando em alta radiação solar e temperaturas elevadas tendem a apresentar porte menor, folhas menores, mais rígidas, pungentes, amargas e maior diâmetro do coleto.

As plantas sombreadas apresentaram maior altura que aquelas a pleno sol, sendo importante destacar que a tolerância das plantas ao sombreamento está ligada ao fitocromo. A baixa razão vermelho/vermelho dista ativa o fitocromo, promovendo o alongamento dos pecíolos e caule, culminado em maior altura de plantas.

Nos tratamentos com telas de sombreamento, a radiação solar incidente sofre alteração antes de chegar à cultura, variando de acordo com o material usado e com a porcentagem de sombreamento. No experimento de primavera a radiação a pleno sol foi de 22,78 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> em novembro e 22,43 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> em dezembro, com uso de tela 50% de sombreamento esse valor foi reduzido aproximadamente pela metade.

No outono é possível observar que desde os 5 DAE as plantas a pleno sol já apresentavam menor altura. As plantas sob telas vermelha e prata se sobressaíram aquelas submetidas aos demais tratamentos e ao final do ciclo (30 DAE) apresentavam 20,59 cm e 19,84 cm de altura, respectivamente (Figura 8C). A redução de 50% na incidência de radiação solar, associado as características das malhas de sombreamento e a temperatura interna dos ambientes favoreceu maior crescimento das plantas.

Quanto as cultivares, no inverno ambas tiveram desenvolvimento semelhante até os 20 DAE, a partir de então a cv. Folha Larga se sobressaiu, alcançando altura média final de 29,13 cm (Figura 8D), demonstrando que as condições locais foram favoráveis a esta cultivar. O período após 20 DAE é crítico para detectar a adaptabilidade de uma cultivar as condições de ambiente de cultivo, pois as plantas já não vivem mais das reservas da semente, passando a depender totalmente de sua atividade fotossintética.

Na primavera, apresentaram desenvolvimento semelhante até os 15 DAE, a partir de então a cv. Folha Larga se sobressaiu, alcançando altura média final de 24,70 cm, enquanto que a cv. Cultivada 20,83 cm (Figura 8E). Com base neste resultado, foi possível constatar que inicialmente a altura das plantas das duas cultivares é semelhante.

A partir de 20 DAE, a cv. Folha Larga apresentou maior altura, demonstrando que as condições locais foram favoráveis a esta cultivar. Portanto, o período após 20 DAE é crítico para detectar a adaptabilidade de uma cultivar as condições de ambiente de cultivo.

No outono, as duas cultivares apresentaram alturas de plantas próximas até os 25 DAE, após esse período, a cv. Folha larga, cresceu mais em altura (19,47 cm) que a cv. Cultivada (17,72 cm) (Figura 8F). Por se tratarem de cultivares distintas é comum que apresentem características de crescimento também diferente.

No verão, a altura das plantas de rúcula cultivadas a pleno sol e telas de sombreamento não apresentou diferença significativa para as interações avaliadas, apresentando apenas para os fatores avaliados separadamente. Maior altura de plantas foi observado no final do ciclo (30 DAE) (Figura 8G).

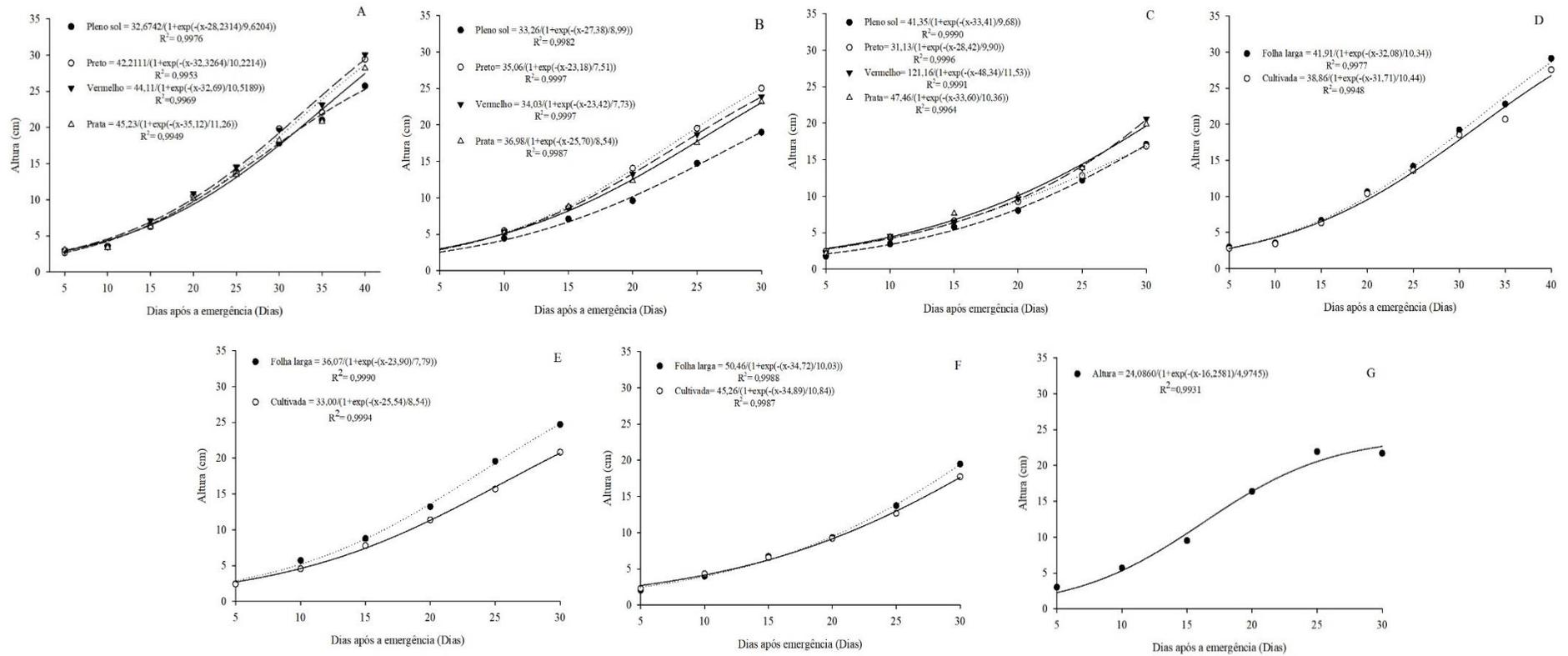


Figura 8- Altura em rúcula no inverno, primavera e outono em função de ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e tempo de avaliação (A, B e C, respectivamente); das cultivares Folha larga e cultivada no inverno, primavera e outono (D, E e F, respectivamente); e do tempo de avaliação no verão (G).

No verão, para altura de plantas houve diferença significativa pelo teste F, entre as duas cultivares. Plantas da cv. Folha larga apresentaram maior altura (13,44 cm), em comparação as da cv. Cultivada (12,64 cm) (Tabela 7).

As plantas sob os ambientes apresentaram diferença estatística na sua altura. Aquelas cultivadas sob tela vermelha, tiveram altura superior (13,93 cm) aos demais tratamentos (Tabela 7). O incremento na altura de plantas cultivadas sob telas de sombreamento também foi relatado em outros trabalhos (OLIVEIRA et al., 2011; OTONI et al., 2012; LUNZ et al., 2014) e pode ser atribuído à redução da luminosidade, o que pode resultar em estiolamento da planta.

Telas de sombreamento são amplamente utilizadas no sistema produtivo das hortaliças folhosas, no entanto são pouco conhecidos os efeitos dessa tecnologia na cultura da rúcula cultivada no verão. Em outras culturas, a exemplo o agrião d'água (*Rorippa nasturtium-aquaticum*) cultivado em solo, nos ciclos de muda e rebrota, as telas de sombreamento promoveram aumento na produtividade, no tamanho das folhas e na altura do dossel (HIRATA; HIRATA, 2015).

Tabela 7 - Verão: Altura em plantas de rúcula de duas cultivares e de plantas cultivadas em diferentes ambientes.

<b>Cultivar</b>	Altura (Cm)
Folha Larga	13,44 a*
Cultivada	12,64 b
<b>Ambiente</b>	
Pleno sol	12,30 b **
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	12,80 b
Vermelha	13,93 a
Prata	13,12 ab
CV (%)	15,34

\*Significativo pelo teste F

\*\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV- Coeficiente de variação

#### 4.2.2 Diâmetro do coleto

Para diâmetro do coleto, as plantas de rúcula no inverno apresentaram diferença significativa para os tratamentos avaliados separadamente e também para as seguintes interações: ambiente e tempo de avaliação; cultivar e tempo de avaliação; ambiente e cultivar. Na primavera apresentaram significância para os tratamentos avaliados separadamente e

também pra a interação cultivar e dias de avaliação. Nas condições de verão, foi significativo apenas com relação aos dias de avaliação, os demais tratamentos e suas interações não causaram efeito sobre essa variável. No outono, o DC foi significativo para os tratamentos avaliados individualmente e para as seguintes interações: ambiente e dias de avaliação; cultivar e dias de avaliação.

Nas condições do experimento de inverno, as plantas de rúcula aos 40 DAE a pleno sol apresentaram maior média de DC (4,02 mm) (Figura 9A), sendo interessante ressaltar que o incremento de diâmetro é resultado do processo fotossintético estando diretamente ligado a AF, que também foi maior neste ambiente. Plantas sob telas preta e prata, tiveram os menores ganhos em DC ao longo do ciclo (Figura 9A).

No outono, as médias de DC foram próximas em todos os ambientes de cultivo até os 20 DAE, a partir de então, as plantas a pleno sol, tela vermelha e prata apresentaram maiores médias de DC (Figura 9B). Importante frisar que existe uma relação direta entre diâmetro do coleto e número de folhas internas e externas, à medida que o coleto ganha maiores proporções, se aumenta também o número de folhas, resultado confirmado pelo maior número de folhas em plantas a pleno sol, sob tela vermelha e prata (Tabela 12).

Por outro lado, o uso de tela preta resultou em plantas com menor média de DC dos 15 DAE até o final do ciclo (1,81 mm aos 30 DAE) (Figura 9B). Nesse ambiente também foi observado menor NF (Tabela 12).

Referente as cultivares, no inverno a cv. Folha Larga apresentou diâmetro do coleto de 4,35 mm aos 35 DAE, enquanto a cv. Cultivada alcançou 3,37 mm aos 40 DAE. Ou seja, a cv. Folha Larga mostrou maiores valores para DC em um menor tempo (Figura 9C).

O resultado diferente entre as cultivares demonstra maior adaptação da cv. Folha Larga as condições de cultivo a qual foi submetida. Na literatura, constam resultados de DC para cv. Cultivada em fertirrigação com nitrogênio na primavera-verão foi de 4,76 mm aos 25 DAE (VIEIRA FILHO et al., 2017).

Na primavera as duas cultivares apresentaram resultados semelhantes até os 25 DAE, entretanto, ao final do ciclo (30 DAE) a cv. Folha Larga sobressaiu-se com máxima de 3,53 mm, enquanto a cv. Cultivada alcançou 2,91 mm de diâmetro (Figura 9D). Também durante a primavera, Vieira Filho et al. (2017), utilizando fertirrigação com nitrogênio encontraram para cv. Cultivada diâmetro de coleto de 4,76 mm.

No outono quando comparamos as duas cultivares, é possível observar que no início do ciclo (10 DAE), ambas apresentam valores muito próximos de DC, no entanto, com o passar

do ciclo a cv. Cultivada se sobressai, apresentando maior DC que a cv. Folha larga até a colheita final (Figura 9E).

Nas condições de verão, o DC de plantas de rúcula aos 30 DAE foi de 3,68 mm (Figura 9F). O incremento em DC ao longo dos dias de avaliação é esperado, pois à medida que a planta avança seu ciclo, aumenta o número de folhas e área foliar, e o coleto precisa acompanhar esse crescimento, pois é ele quem suporta a parte área da planta.

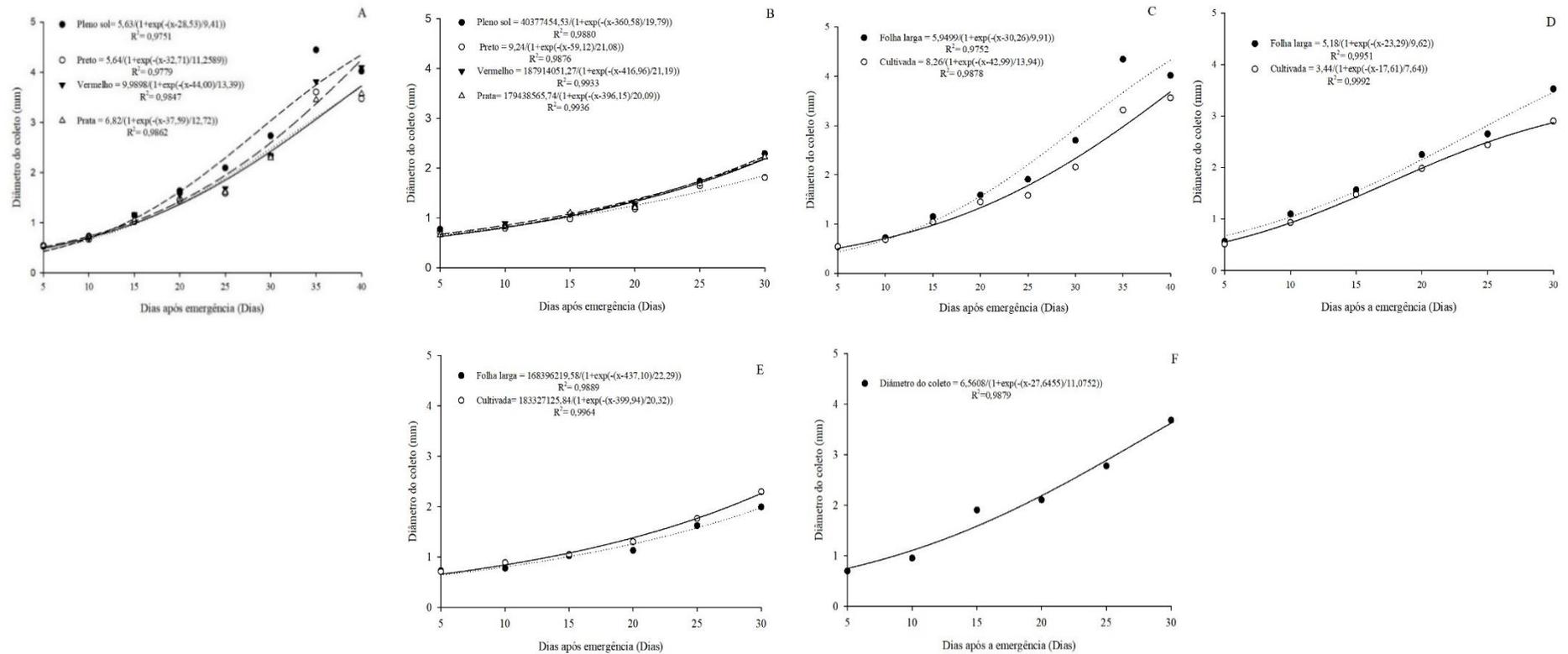


Figura 9- DC em plantas de rúcula em função de ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e tempo de avaliação no inverno (A) e outono (B); das cultivares no inverno (C), primavera (D) e outono (E) e dias de avaliação no verão (F).

No inverno, efeitos positivos no incremento do diâmetro foram observados em plantas a pleno sol para a cv. Folha Larga (2,48 mm) (Tabela 8). E mesmo as telas tendo como função principal a proteção das plantas contra o sol, para a cv. Cultivada não houve diferença significativa entre os DC das plantas cultivadas nos diferentes ambientes.

A redução de 50% de luminosidade em telas preta, vermelha e prata não resultou em perdas ou ganhos significativos de DC nas plantas, no entanto, os dados de irradiância solar nos ambientes com 50% de sombreamento para os meses de julho e agosto (6,08 e 7,85 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>) (Tabela 2), ficaram a baixo limite trófico para hortaliças de clima tropical e subtropical, o qual de maneira genérica é 8,4 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> (FAO, 2013), o que pode ter causado menor DC nas plantas cultivadas sob esses ambientes, quando comparadas as cultivadas a pleno sol.

As maiores médias de DC encontradas para cv. Folha Larga estão diretamente relacionados aos resultados obtidos para AF e NF para essa cultivar também na primavera, pois estes são produtos da fotossíntese e estão ligados ao crescimento secundário da planta, que se relaciona ao diâmetro do colmo.

Tabela 8 - Inverno: Diâmetro do coleto em cultivares de rúcula aos 40 DAE, cultivadas sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.

Ambiente	Diâmetro do coleto	
	Folha Larga	Cultivada
Pleno sol	2,48 a A	1,86 a B
<b>Tela (50%)</b>		
Preta	1,94 b A	1,74 a B
vermelha	2,10 b A	1,88 a B
Prata	1,97 b A	1,69 a B
CV (%)	18,22	

\*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV- Coeficiente de variação

Na primavera, sob condições de cultivo a pleno sol e sob telas de coloração vermelha, as plantas de rúcula apresentaram maior média de DC (pleno sol 1,90 e tela vermelha 1,83 mm) (Tabela 9). Enquanto a menor média foi obtida em plantas sob tela prata (1,72 mm). Este resultado se deve provavelmente as características das telas de sombreamento, as quais

favoreceram o melhor aproveitamento dos comprimentos de onda da luz vermelha (640-720 nm) pelas plantas.

Tabela 9 - Primavera: Diâmetro do coleto em rúcula aos 40 DAE, cultivadas sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.

<b>Ambiente</b>	<b>Diâmetro do coleto (mm)</b>
Pleno sol	1,90 a
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	1,86 a
Vermelha	1,83 ab
Prata	1,72 b
CV (%)	14,68

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

#### 4.2.3 Número de folhas

Na primavera, houve diferença significativa para o número de folhas nos diferentes tratamentos e nas seguintes interações: ambiente e dias de avaliação; cultivar e dias de avaliação.

Quanto ao NF as plantas em todos os ambientes obtiveram valores próximos até os 20 DAE. Após essa data, aquelas em ambiente a pleno sol sobressaíram-se até o final do ciclo, 30 DAE (12,03 folhas), enquanto as plantas nos ambientes protegidos apresentaram até 8 folhas (Figura 10A).

As plantas a pleno sol conseguiram aproveitar de maneira mais eficiente a radiação solar, resultando em um maior número de folhas. E neste trabalho as plantas sob este ambiente apresentaram valores semelhantes aos encontrados por Freitas et al. (2009), que em seu trabalho com rúcula cultivada em diferentes espaçamentos no inverno encontraram 13 folhas aos 37 DAS. O NF é fator primordial para o cultivo de uma folhosa.

Quanto as cultivares, as duas apresentaram semelhança no início do ciclo. Entretanto, a partir dos 15 DAE a cv. Folha Larga apresentou maior NF até o final do ciclo (10,08 folhas). A cv. Cultivada alcançou apenas 8,56 folhas (Figura 10B). Por conta de sua maior AF e NF ao final do ciclo, a cv. Folha Larga apresentou maior atividade fotossintética.

As médias de NF são reflexo da atividade fotossintética de cada planta, a condição adaptativa de cada cultivar ao ambiente de cultivo, permite a melhor conversão de fotoassimilados, refletindo no aumento do número de folhas por planta.

Em trabalho visando avaliar a eficiência agrônômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda, Almeida et al. (2015) encontraram número de folhas máximos de 6,4 folhas por planta.

No inverno, maior número de folhas encontrado foi de 10,22 aos 40 DAE no final do ciclo (Figura 10C). Importante ressaltar que as folhas são componentes morfométricos importantíssimos a serem avaliados, pois estão diretamente ligadas a absorção energética das folhosas e sua produtividade.

A redução do NF observada aos 35 DAE se deve a ocorrência de lagartas (*Ascia monuste orseis*) e pulgões (*Brevicoryne brassicae*) durante este período. Estes resultados assemelham-se aos obtidos em experimento de inverno utilizando diferentes espaçamentos, no qual foram encontradas 10,39 folhas (FREITAS et al., 2009).

No verão não houve diferença significativa para as interações dos tratamentos, apenas quando avaliados separadamente. O número de folhas ao longo do ciclo foi crescente, acontecendo uma diminuição na última avaliação (Figura 10D).

No outono, o número de folhas entre as plantas foi diferente apenas para aquelas cultivadas nos diferentes ambientes e ao longo do ciclo. Não havendo interação significativa. Ao longo do ciclo é possível observar acréscimos consecutivos no número de folhas, o que é uma característica da cultura (Figura 10E). Diferente do cultivo de verão não houve redução no número de folhas na última avaliação.

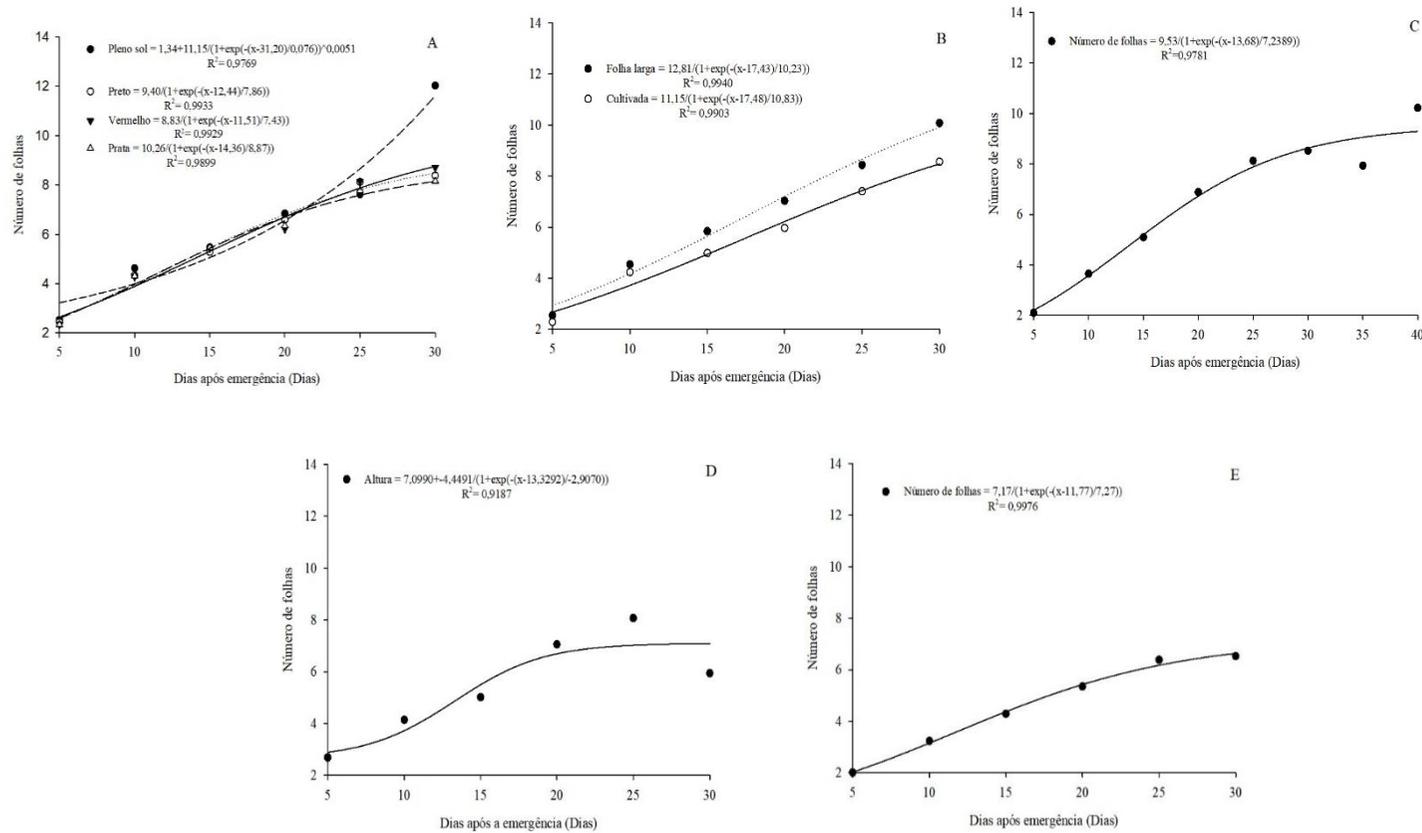


Figura 10- NF em rúcula em sob ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e tempo de avaliação (A); em cultivares Folha Larga e Cultivada e tempo de avaliação (B) na primavera; e dias de avaliação no inverno (C), no verão (D) e no outono (E).

No inverno as plantas da cv. Folha larga apresentaram maior NF quando a pleno sol (7,38 folhas), se diferenciando estatisticamente das plantas cultivadas nos demais ambientes. Para a cv. Cultivada, o NF em plantas de rúcula foi maior e nos ambientes pleno sol (6,63 folhas) e tela vermelha (6,59 folhas) (Tabela 10) não havendo diferença estatística entre esses tratamentos.

Comparando as duas cultivares dentro de cada ambiente, não foi observada diferença estatística apenas quando sob tela vermelha (6,54 folhas na cv. Folha larga e 6,59 folhas cv. Cultivada), nos demais ambientes o NF foi diferente entre as duas cultivares, sendo maior para a cv. Folha larga.

Tabela 10 - Inverno: Número de folhas em cultivares de rúcula aos 40 DAE, cultivadas sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.

Ambiente	Nº de folhas	
	Folha larga	Cultivada
Pleno sol	7,38 a A	6,63 a B
<b>Tela (50%)</b>		
Preta	6,70 b A	6,12 b B
vermelha	6,54 b A	6,59 a A
Prata	6,63 b A	5,94 b B
CV (%)	10,8	

\*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

No verão o número de folhas nas duas cultivares estudadas se diferiram estatisticamente pelo teste F. A cv. Folha larga apresentou maior média de folhas (5,74) que a cv. Cultivada (5,23). Nas plantas cultivadas nos diferentes ambientes, têm-se maior média naquelas cultivadas a pleno sol (5,74) e menor nas plantas sob tela preta (5,28) (Tabela 11).

Tabela 11 - Verão: Número de folhas em rúcula aos 40 DAE, cultivadas sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.

<b>Cultivar</b>	Número de folhas
Folha Larga	5,74 a*
Cultivada	5,23 b
<b>Ambiente</b>	
Pleno sol	5,74 a**
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	5,28 b
Vermelha	5,45 ab
Prata	5,46 ab
CV (%)	13,36

\*Significativo pelo teste F

\*\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV- Coeficiente de variação

No outono, as plantas de rúcula apresentaram maior número de folhas a pleno sol (4,71) e sob tela vermelha (4,76), e menor sob tela preta (4,44) (Tabela 12). A cobertura vermelha estimula o crescimento da planta, incrementando a radiação necessária para a fotossíntese. Diferente da tela preta, que apenas reduz a quantidade de luz, a tela vermelha ultranet altera o espectro da luz, transformando-a no que a planta precisa e também atua no controle térmico, pois, possui aditivos próprios para diminuição de temperatura.

Tabela 12 - Outono: Número de folhas em rúcula aos 40 DAE, cultivadas sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.

<b>Ambiente</b>	Nº de folhas
Pleno sol	4,71 a
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	4,44 b
vermelha	4,76 a
Prata	4,60 ab
CV (%)	10,6

\*as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.2.4 Área foliar

No inverno a AF de plantas da cv. Folha Larga aos 40 DAE foi maior no cultivo a pleno sol (32.490,47 cm<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>), tela prata (32.607,54 cm<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>) e preta (29.844,47 cm<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>). As plantas de rúcula cv. Folha Larga cultivadas sob tela vermelha começaram a apresentar menor

área foliar que as cultivadas nos demais ambientes a partir de 35 DAE. Neste ambiente, aos 40 DAE, a AF desta cultivar foi de 24.724,77 cm<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> (Figura 11A).

A AF da rúcula, aos 40 DAE, cultivada sob tela prata foi maior que a encontrada para cultivo sob tela preta e vermelha, resultado muito interessante. O uso de tela prata parece possibilitar maior retenção de ondas longas que os demais materiais empregados. Desta forma, é possível manter a temperatura da folha maior do que a temperatura do ar no período noturno, o que reduz a deposição de orvalho e o risco de geada de irradiação noturna. Fenômeno que é observado em noites de céu limpo, sem ventos e baixa temperatura do ar e que interfere diretamente no desenvolvimento das plantas.

As plantas da cv. Cultivada apresentaram maior AF a partir de 25 DAE sob tela vermelha (27.996,68 cm<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>), quando comparada aos demais ambientes de cultivo e menor sob tela preta (19.767,83 cm<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>) (Figura 11B). Sob esta condição de ambiente, em função de aditivos especiais na tela vermelha e pela redução de temperatura do ar por ela proporcionada, há estímulo para o crescimento da planta. Isto se deve ao incremento de parcela do espectro de radiação solar necessária à fotossíntese, gerando, desta forma, maior AF.

Os resultados acima podem ser confirmados por Guimarães et al. (2020) que trabalhando com consórcio rúcula / Nirá no período de inverno - outono, utilizando a cv. Cultivada obtiveram valor equivalente para AF (646,56 cm<sup>2</sup>), em um ciclo de 30 DAT.

O maior valor de AF nos ambientes tela prata para cv. Folha Larga e tela vermelha para a cv. Cultivada, demonstrou que a luminosidade proporcionada por este ambiente favoreceu o desenvolvimento do aparato fotossintético, principalmente em plantas da cv. Folha Larga.

No período de inverno, em virtude das baixas temperaturas do ar em todo o ciclo, principalmente aos 25 (4,40 °C pleno sol; 2,80 °C sob tela preta; 0,80 °C sob tela vermelha e 4,20 °C sob tela prata) e 35 DAE (2,90°C pleno sol; 5,00°C sob tela preta; 1,80 °C sob tela vermelha e 4,30 °C sob tela prata), o desenvolvimento de plantas de rúcula é mais lento.

No inverno, os dias são curtos, as temperaturas são mais baixas e a radiação solar é menor, assim, as plantas se desenvolvem em condições adequadas. As telas, podem ser um fator que resulta em impacto negativo na produtividade devido ao excesso de sombreamento

Na primavera, as médias de AF de plantas de rúcula cultivadas na primavera, foram significativas para os tratamentos quando avaliados separadamente e também para suas interações. O incremento em AF inicial foi lento para ambas cultivares, aumentando com o passar dos dias. No início a planta sobrevive das reservas da semente, a partir do desenvolvimento das primeiras folhas, a planta intercepta luz solar e gera acréscimos na atividade fotossintética.

Plantas cv. Folha Larga apresentaram máximo incremento de AF aos 30 DAE ( $30230,87 \text{ cm}^2 \text{ m}^{-2}$ ) a pleno sol. As plantas sob tela prata aos 30 DAE apresentaram AF média de  $25996,74 \text{ cm}^2 \text{ m}^{-2}$  (Figura 11C).

A máxima AF encontrada para cv. Cultivada foi obtida em plantas sob tela preta ( $23392,85 \text{ cm}^2 \text{ m}^{-2}$ ) (Figura 11D). A tela preta é responsável por reduzir a quantidade de luz que chega à planta. Este experimento por ter sido conduzido durante a primavera (temperatura do ar média a pleno sol durante o ciclo da cultura: 26,85; 25,99; 28,01; 21,95; 27,19 e 22,60°C), estação do ano, na qual se observam temperaturas do ar mais elevadas que no inverno (temperatura do ar média a pleno sol durante o ciclo da cultura: 17,85; 20,57; 14,83; 20,39; 12,18; 24,20; 13,04 e 20,96 °C) é esperado que plantas sob tela de sombreamento tenham maior AF por conta da menor incidência de danos (queima foliar), que normalmente são provocados pela incidência direta de radiação solar sob as folhas, associado a tempo seco, com pouca chuva e com altas temperaturas. Durante o ciclo da cultura o acúmulo de chuva foi de 95,20 mm.

No verão para as plantas da cv. Folha larga a variação de AF ao longo do ciclo é bem notória, sendo interessante destacar as plantas sob tela preta com menor AF aos 30 DAE ( $15990,45 \text{ cm}^2 \text{ m}^{-2}$ ) e as a pleno sol com maior AF por metro quadrado ( $27212,9550 \text{ cm}^2 \text{ m}^{-2}$ ) (Figura 11E). Por ser uma estação mais quente (50,80° de máxima e mínima de 13,90 °C ambas no telado prata) e com maior incidência de radiação solar ( $22,95 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  em fevereiro e  $22,75 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  em março), é possível observar maior variação na área foliar das plantas cultivadas nos ambientes do que nas demais estações estudadas.

As plantas sob tela vermelha e prata apresentaram valores intermediários de AF, no entanto, com melhor aspecto visual, isso porque, plantas de rúcula a pleno sol em estações com maior incidência de luz solar (primavera-verão) tendem a ficar com folhas rígidas, com a coloração verde escuro e sabor pungente, o que a torna menos palatável. Folhas com a coloração verde mais intensa que o normal, indica alta produção de pigmentos fotossintetizante (clorofilas), e esse excesso normalmente ocorre em resposta a estresse, neste caso, estresse oxidativo, devido a intensa incidência solar que as plantas foram expostas.

As plantas de rúcula cultivadas sob as telas de sombreamento apresentaram folhas maiores e mais tenras. Esse resultado é atribuído ao aumento da área foliar para otimizar a captação da luz. Plantas cultivadas sob telas de sombreamento apresentam aumento da área foliar para maior interceptação da luz (ESPINDOLA JUNIOR et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011; OTONI et al., 2012; SALES et al., 2014), enquanto plantas expostas ao sol apresentam menores áreas foliares, como defesa à transpiração e à elevação da temperatura (NIINEMETS; FLECK, 2002). Além disso, Ribeiro et al. (2012) apontam que a qualidade e a intensidade da

radiação que incide sobre as folhas das plantas também promovem modificações na espessura do mesófilo, dos tecidos vasculares, da epiderme, da cutícula, da densidade e das demais características estomáticas, para tolerância a essas condições.

Plantas da cv. Cultivada apresentaram maior AF sob tela vermelha ( $24666,39 \text{ cm}^2 \text{ m}^{-2}$ ) e menor nos ambientes tela prata pleno sol ( $18276,09$  e  $18706,07 \text{ cm}^2 \text{ m}^{-2}$ , respectivamente) (Figura 11F). Nas plantas sob tela vermelha devido a maior área foliar, maior será a interceptação de energia solar e, portanto, maior será a fotossíntese.

Para cultivo no verão (cv. Cultivada) o uso de tela vermelha apresentou ótimos resultados, isso porque propiciou plantas com maior AF e de melhor aspecto visual (Folhas aparentemente mais macias, de coloração mais clara e menos rígida. As plantas cultivadas sob intensa radiação solar (pleno sol) apresentaram folhas mais espessas e menores, mecanismo de proteção e redução da transpiração.

O uso de telas de sombreamento nos cultivos em locais de temperatura e luminosidade elevadas permite que as hortaliças folhosas sejam conduzidas dentro de uma variação ótima de luminosidade, reduzindo a intensidade da energia radiante com melhor ajuste na sua distribuição (ABADE, 2018).

No outono, as médias de AF de plantas de rúcula foram significativas para os tratamentos quando avaliados separadamente e também para suas interações. O outono-inverno de 2021, apresentou características atípicas aos anos anteriores, devido a isso, as plantas foram colhidas mais cedo (aos 30 DAE), por conta da previsão de ocorrência de geadas que se confirmaram, o que resultou em menores médias de AF que as demais estações estudadas. No entanto, as plantas colhidas encontravam-se já em padrões de comercialização.

Plantas da cv. Folha larga apresentaram aumento na AF similar entre os ambientes tela vermelha, pleno sol e tela prata ( $13339,20$ ;  $13152,62$  e  $12596,01 \text{ cm}^2 \text{ m}^{-2}$  de área foliar, respectivamente). A partir dos 25 DAE, as plantas sob tela preta não conseguiram acompanhar o incremento de AF dos demais ambientes, chegando ao final do ciclo com a menor AF ( $7550,24 \text{ cm}^2 \text{ m}^{-2}$ ) (Figura 11G).

Para plantas da cv. Cultivada há variações mais acentuadas na AF a partir dos 20 DAE entre os ambientes de cultivo, no entanto, é possível observar que desde o 10 DAE, as plantas sob tela preta apresentam maior AF se mantendo assim até o final do ciclo (Figura 11H). Neste ambiente, também foram observadas as plantas mais vigorosas, com folhas mais macias e verde mais claro, em ambas cultivares.

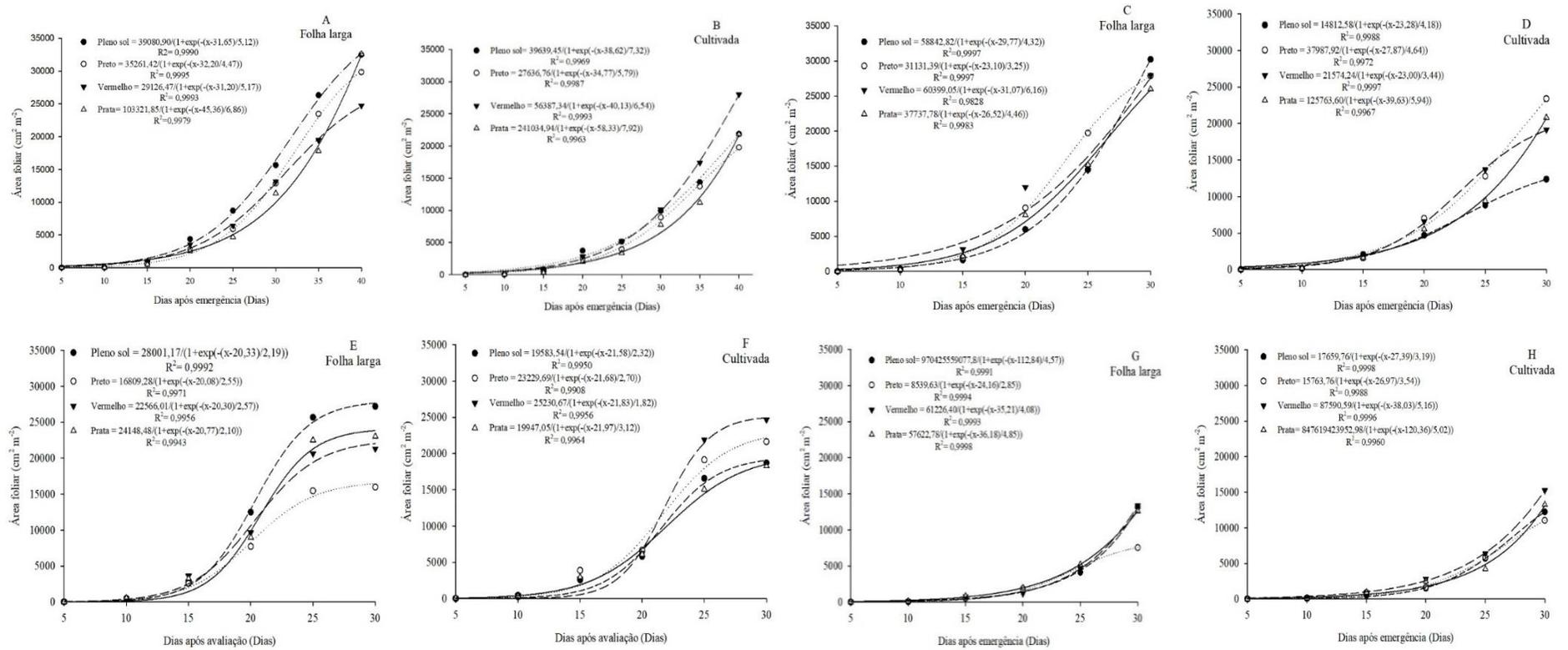


Figura 11- Área foliar em rúcula cultivar Folha Larga e cultivada, em função de ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e tempo de avaliação, no inverno (A e B), primavera (C e D), verão (E e F) e outono (G e H).

#### 4.2.5 Massa de matéria seca da parte aérea

Para MMSPA em plantas cultivadas no inverno houve diferença significativa para os tratamentos quando avaliados separadamente e também para as interações: cultivar e dias de avaliação; ambiente e cultivar.

Como característica fisiológica da cultura e em função da altura da planta, ambas cultivares apresentaram baixo incremento de matéria seca da parte aérea até os 20 DAE. Após essa data os valores de MMSPA aumentaram exponencialmente até os 40 DAE (cv. Folha Larga 215,11 g m<sup>-2</sup> e cv. Cultivada 172,88 g m<sup>-2</sup>) (Figura 12A).

As maiores médias de MMSPA na cv. Folha Larga demonstram maior eficiência na conversão de massa seca nas condições estudadas. A iluminação é essencial para a fotossíntese, que é a maior responsável por parte da formação de massa seca de rúcula.

O valor encontrado aos 40 DAE para MMSPA neste trabalho para cv. Cultivada se aproxima do apresentado por Oliveira et al. (2010). De acordo com estes autores, para cultivo solteiro durante o período de outono-inverno aos 50 DAE, a rúcula cv. Cultivada apresentou produtividade de 1,4 tha<sup>-1</sup> (140 g m<sup>-2</sup>). Por outro lado, a cv. Folha Larga superou esses resultados, sobressaindo-se por conta de suas características agrônômicas se adaptarem melhor a região onde foi cultivada.

Na primavera as médias de MMSPA foram significativas para os tratamentos separadamente e também para suas interações. No período inicial do ciclo (15 DAE) o crescimento foi lento, sendo que a massa seca das plantas representava apenas 5,40 % do total acumulado. O maior acúmulo de massa seca pelas plantas de rúcula (94,60%) foi observado no período de 20 a 30 DAE (Figura 12BC). Rezende et al. (2003), em experimento realizado em Jaboticabal-SP verificaram também, um baixo acúmulo de massa seca no início do ciclo, sendo que no período de 36 a 43 DAS o acúmulo correspondeu a 57,8% do total acumulado pela planta

As duas cultivares de rúcula apresentaram valores de MMSPA semelhantes até 20 DAE. Para esta característica, a cv. Folha Larga cultivada a pleno sol apresentou 292,73 g m<sup>-2</sup> aos 30 DAE. Enquanto a cv. Cultivada neste ambiente atingiu 178,45 g m<sup>-2</sup>. O cultivo sob tela prata resultou em menor eficiência na produção de MMSPA para a cv. Folha Larga (186,42 g m<sup>-2</sup>) (Figura 12B) e cv. Cultivada (145,14 g m<sup>-2</sup>) (Figura 12C) aos 30 DAE. De acordo com Taiz et al. (2017), uma diminuição na intensidade da luz causa redução da atividade fotossintética, com diminuição concomitante na produção de fotoassimilados pela planta, o que reduz o acúmulo de massa nas plantas.

A cv. Folha Larga se adapta melhor que a cv. Cultivada ao cultivo na primavera, pois a pleno sol apresentou massa seca da parte área superior aos obtidos em ambientes sombreados. As médias para MMSPA encontradas neste trabalho aproximam-se das encontradas por Oliveira et al. (2010). Em cultivo solteiro durante período de outono – inverno aos 50 DAE para rúcula cv. Cultivada estes autores obtiveram  $1,4 \text{ t ha}^{-1}$  ( $140 \text{ g m}^{-2}$ ).

No verão as médias de MMSPA foram significativas para os tratamentos quando avaliados separadamente e também para suas interações. A MMSPA das plantas apresentou valores de incrementos diferentes nos ambientes. Até os 15 DAE, fase de crescimento inicial das plantas, os valores de MMSPA foram muito próximos nos diferentes ambientes e para as duas cultivares.

Para a cv. Folha larga, as plantas à pleno sol apresentaram médias de MMSPA superior aos demais tratamentos, dos 15 DAE até o final do ciclo (30 DAE). Enquanto que as plantas que menos ganharam massa seca foram aquelas cultivadas sob tela preta (Figura 12D). As plantas da cv. Cultivada também chegaram ao final do ciclo com maior média de MMSPA quando cultivadas a pleno sol e menor quando sob tela prata (Figura 12E).

No outono, as médias de MMSPA de plantas de rúcula, foram significativas para os tratamentos quando avaliados separadamente e também para suas interações. Em plantas da cv. Folha larga, o incremento de massa seca ao longo do ciclo foi próximo para aquelas cultivadas a pleno sol, sob tela vermelha e prata, no entanto, as plantas sob tela preta apresentaram redução no incremento de massa seca aos 25 DAE, não alcançando as dos demais tratamentos até o final do ciclo (Figura 12F).

Plantas da cv. Cultivada apresentaram maior acúmulo de massa seca ao longo do ciclo sob tela vermelha ( $68,01 \text{ g m}^{-2}$ ) e pleno sol ( $65,26 \text{ g m}^{-2}$ ), enquanto que as sob telas preta ( $50,38 \text{ g m}^{-2}$ ) e prata ( $56,44 \text{ g m}^{-2}$ ) apresentaram os menores valores (Figura 12G).

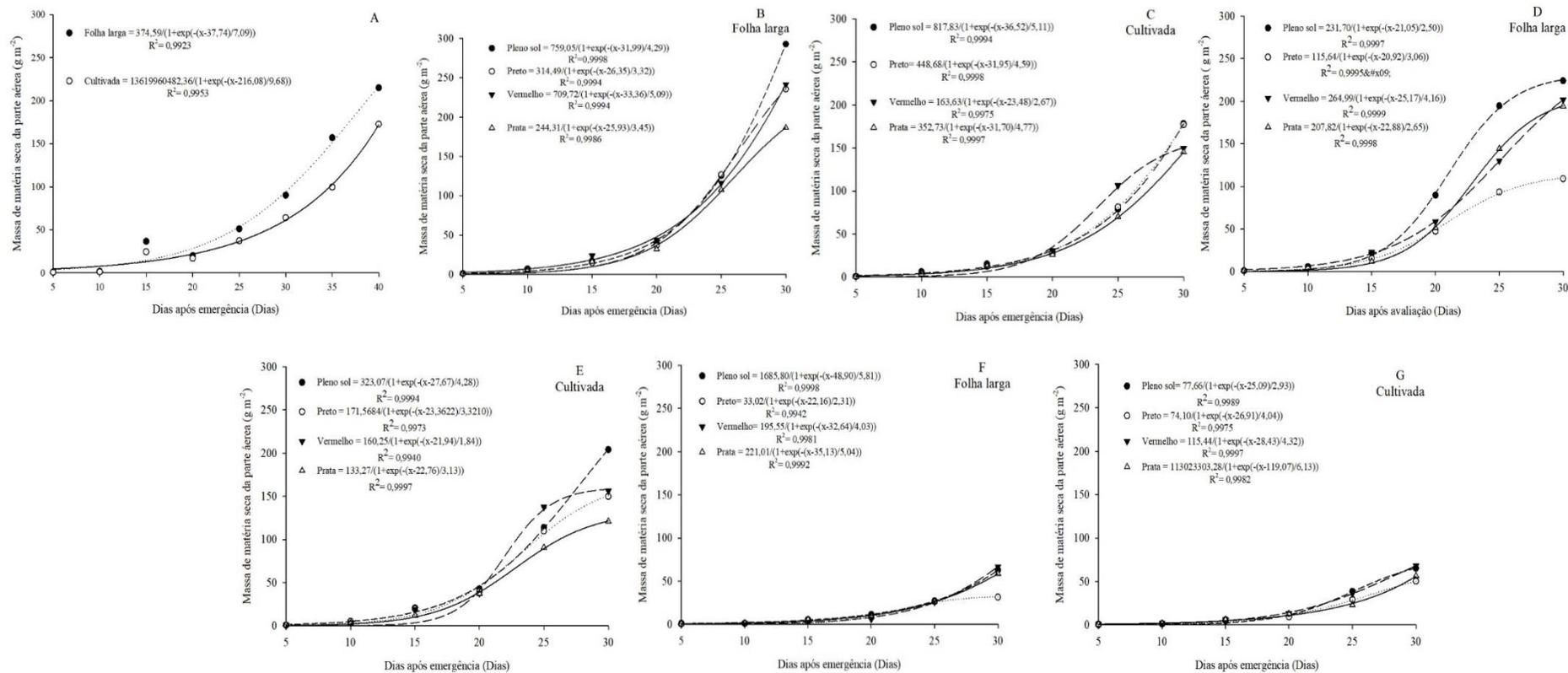


Figura 12- MMSPA em rúcula cultivar Folha Larga e Cultivada, em função do tempo de avaliação (A) no inverno; do ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e do tempo de avaliação na primavera (BC), verão (DE) e outono (FG).

Com relação aos ambientes, as médias de MMSPA variaram de 40,16 a 95,28 g m<sup>-2</sup>. As plantas da cv. Folha Larga obtiveram maior MMSPA a pleno sol (95,28 g m<sup>-2</sup>) e menor sob tela vermelha (62,72 g m<sup>-2</sup>). Já para cv. Cultivada a MMSPA das plantas foi a mesma para as plantas a pleno sol e sob tela vermelha (61,57 g m<sup>-2</sup>) (Tabela 13).

Os resultados obtidos demonstram que a produção de massa seca foi mais eficiente na cv. Folha Larga do que na cv. Cultivada no experimento de inverno, período no qual a incidência de radiação solar a pleno sol foi menor (12,15 e 15,5 MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> em julho e agosto, respectivamente) quando comparada ao verão (22,95 e 22,75 MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> em fevereiro e março, respectivamente). Esse resultado se deu provavelmente por esta cultivar apresentar características que permitem maior adaptação a essa condição de cultivo.

A cv. Cultivada, mesmo com a redução de 50% de luminosidade com uso de tela vermelha, quando comparada ao cultivo a pleno sol, manteve os valores de MMSPA. A tela vermelha tem maior transmitância em comprimentos de onda na faixa de 590 a 750 nm (vermelho e vermelho-distante), o que estimula a atividade fotossintética, refletindo em ganhos de massa seca.

Tabela 13 - Inverno: Massa de matéria seca da parte aérea de cultivares de rúcula aos 40 DAE, cultivadas sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.

Ambiente	Massa de Matéria Seca da parte área (g m <sup>-2</sup> )	
	Folha Larga	Cultivada
Pleno sol	95,28 Aa	61,57aB
<b>Tela (50%)</b>		
Preta	63,36 bA	45,16 abB
Vermelha	62,72 bA	61,57 aA
Prata	65,05 bA	40,16 bB
CV (%)	44,13	

\*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

#### 4.2.6 Produtividade

A produtividade, de maneira geral, é um fator primordial para mensurar o crescimento e desenvolvimento de uma planta ao longo do ciclo. No período de inverno, as cultivares de rúcula apresentaram produtividade variando de 1,84 a 3,23 kg m<sup>2</sup>, para uma colheita aos 40

DAE. A cv. Folha Larga apresentou a maior produtividade em ambiente a pleno sol (3,23 kg m<sup>-2</sup>) e a menor (2,39 kg m<sup>-2</sup>) sob ambiente telado da cor vermelha (Tabela 14).

A pleno sol as plantas receberam 12,15 e 15,72 MJ m<sup>-2</sup> dia de irradiância solar nos meses de julho e agosto, respectivamente, e nos ambientes sombreados esse valor caiu pela metade, ficando a baixo do limite trófico da cultura, condição que afetou o desempenho das cultivares. Sendo assim, o período de inverno é crítico para a produção de rúcula a 50% de sombreamento, uma vez que a temperatura do ar e radiação solar ficam abaixo dos limites estipulados.

As médias obtidas condizem com as produções obtidas por Purquerio et al. (2007), que trabalhando com diferentes doses de nitrogênio obtiveram 2,27 kg m<sup>-2</sup> em ambiente protegido e 2,05 g m<sup>-2</sup> em campo aberto aos 37 DAS, durante outono - inverno. A cv. Cultivada apresentou maior produtividade (2,83kg m<sup>-2</sup>) em ambiente com telas 50% na cor vermelha.

Dalastra et al. (2016), cultivando alface, concluiu que o plantio a campo aberto no período do inverno é o mais indicado por proporcionar maior produtividade, quando comparado com as telas de sombreamento.

No inverno, as temperaturas entre os ambientes não sofreram grandes variações, e as plantas a pleno sol ficaram expostas na maior parte do ciclo a temperaturas ideais para crescimento da rúcula (Tabela 14), que segundo Trani et al. (1992) estão entre 15 a 18 °C. Diante disso o fator mais limitante foi a radiação solar.

Tabela 14 - Inverno: Produtividade (kg m<sup>-2</sup>) aos 40 DAE de rúcula cultivada sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.

Ambiente	Produtividade (kg m <sup>-2</sup> )	
	Folha Larga	Cultivada
Pleno sol	3,23 aA	2,08 bB
<b>Tela (50%)</b>		
Preta	2,60 abA	1,64 bB
Vermelha	2,39 bA	2,83 aA
Prata	2,79 abA	1,84 bB
CV (%)	15,39	

\*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

Durante o período de primavera, as cultivares de rúcula apresentaram produtividade variando de 1,46 a 2,68 kg m<sup>-2</sup>. A cultivar Folha larga apresentou a maior produtividade sob ambiente telado da cor vermelha (2,33 kg m<sup>-2</sup>) e a pleno sol (2,68 kg m<sup>-2</sup>) para uma colheita aos 30 DAE. Para cv. Cultivada a produção foi ligeiramente superior em plantas sob tela preta, não havendo diferença estatística em relação aos demais tratamentos (Tabela 15).

Nesta estação, sob qualquer condição de cultivo, a cv. Folha Larga apresentou maior produtividade que a Cultivada. O cultivo na primavera possibilitou uma redução de 10 dias no ciclo.

Na primavera, a temperaturas do ar é mais elevada (maior temperatura média durante o ciclo foi 29,08 °C) que no inverno (maior temperatura média durante o ciclo foi 24, 20 °C). No entanto, o emprego de ambientes protegidos no cultivo de primavera possibilitou redução na temperatura do ar, resultando na produtividade apresentada na Tabela 15.

Neste experimento o cultivo de rúcula cv. Folha larga sob tela vermelha e pleno sol apresentou maior produtividade que sob os demais ambientes, sugerindo maior atividade fotossintética das plantas neste ambiente.

Tabela 15 - Primavera: Produtividade de rúcula (kg m<sup>-2</sup>) aos 40 DAE de rúcula cultivadas na primavera sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.

Ambiente	Produtividade (kg m <sup>-2</sup> )	
	Folha Larga	Cultivada
Pleno sol	2,68 aA	1,59 aB
<b>Tela (50%)</b>		
Preta	2,22 bA	1,77 aB
Vermelha	2,33 abA	1,57 aB
Prata	1,96 bA	1,46 aB
CV (%)	12	

\*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

Para a produtividade de plantas de rúcula no verão houve diferença significativa apenas para o tratamento ambientes de cultivo. As plantas de rúcula cultivadas sob tela

vermelha apresentaram maior produtividade ( $2,11 \text{ kg m}^{-2}$ ), que os demais tratamentos. Menor produtividade foi observada em plantas cultivadas sob tela preta ( $1,52 \text{ kg m}^{-2}$ ) (Tabela 16).

A maior produtividade no cultivo sob tela vermelha pode estar associada as características dessa malha, e comparando com as plantas a pleno sol onde as temperaturas elevadas do verão induzem o crescimento precoce, prejudicando a produção, tornando suas folhas menores, rijas, pungentes e amargas (FAHL et al., 1998).

Incrementos na produtividade com o cultivo sob telas de sombreamento, em comparação ao tratamento a pleno sol, também foram descritos para melissa (BRANT et al., 2009), guaco (ESPINDOLA JUNIOR et al., 2009), tomate (OTONI et al., 2012) e alface (SILVA et al., 2015).

No período da condução do experimento de verão (fevereiro e março) foi observada lâmina de chuva de 16,4 mm, que não atende à necessidade hídrica da cultura que é de 147,09 mm e uma média de 5,88 mm dia (SILVA et al., 2015), variando em decorrência do desenvolvimento da planta, sendo a fase de maior necessidade hídrica aos 30 dias após semeadura. Neste período a incidência de radiação solar a pleno sol foi de 22,95 e 22,75  $\text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  (fevereiro e março, respectivamente) e nos ambientes a 50% de sombreamento foi de 11,47 e 11,37  $\text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  (fevereiro e março, respectivamente).

A falta de chuva, associada a intensa radiação solar e altas temperaturas, podem ter favorecido a maior produtividade em plantas sob tela vermelha, pois além da redução em 50% da incidência de radiação solar o que reduz a temperatura interna do ambiente e ameniza a evaporação e transpiração, essa tela também funciona como foto seletiva favorecendo a fotossíntese.

Para hortaliças folhosas o cultivo sob telas de sombreamento é uma boa alternativa para minimizar os efeitos climáticos sobre as culturas. O emprego destes ambientes possibilita reduzir ou evitar os danos causados por excesso de radiação solar, chuvas intensas e granizo (DALASTRA et al., 2016).

Tabela 16 - Verão: Produtividade de rúcula ( $\text{kg m}^{-2}$ ) aos 40 DAE de rúcula cultivadas na primavera sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.

<b>Ambiente</b>	<b>Produtividade (<math>\text{kg m}^{-2}</math>)</b>
Pleno sol	1,95 ab
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	1,52 b
Vermelha	2,11 a
Prata	1,78 ab
CV (%)	20,80

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

No outono, assim como no verão não houve interação significativa entre cultivar e ambiente. Dentre as estações estudadas, o outono foi o que propiciou menor produtividade de rúcula. Mas como já foi citado anteriormente, devido a previsão de eventos climáticos (geadas sucessivas) a colheita foi antecipada, no entanto, as plantas já estavam em padrão de comercialização.

Nesta estação foi obtida maior produtividade em plantas cultivadas sob tela vermelha ( $1,08 \text{ kg m}^{-2}$ ) e pleno sol ( $0,97 \text{ kg m}^{-2}$ ) e menor sob tela preta ( $0,64 \text{ kg m}^{-2}$ ) (Tabela 17). As plantas mais vigorosas e com melhor aspecto visual, importante destacar, foram aquelas cultivadas sob tela vermelha (Figura 13).

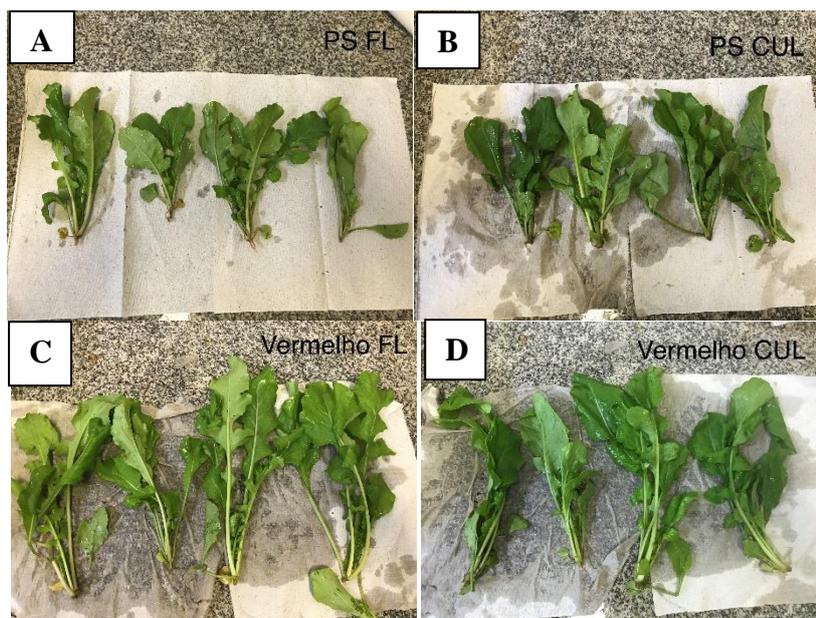


Figura 13 - Plantas da cv. Folha larga a pleno sol (A) e sob tela vermelha (C); plantas da cv. Cultivada a pleno sol (B) e sob tela vermelha (D) no outono

A produtividade das plantas é determinada pela luz interceptada e pela conversão eficiente desta luz em produto fotossintético (ABADE et al., 2019). A rúcula apresentou resposta positiva ao sombreamento no outono, no entanto, nem todas as espécies apresentam esse comportamento, em hortelã (CHAGAS et al., 2010) e hortelã pimenta (COSTA et al., 2014), há redução da produtividade com o sombreamento proporcionado pelas telas.

Tabela 17 - Outono: Produtividade de rúcula ( $\text{kg m}^{-2}$ ) aos 40 DAE de rúcula cultivadas na primavera sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.

<b>Ambiente</b>	<b>Produtividade (<math>\text{kg m}^{-2}</math>)</b>
Pleno sol	0,97 a
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	0,64 b
Vermelha	1,08 a
Prata	0,92 ab
CV (%)	25,00

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

### 4.3 RESULTADO DA ANÁLISE DE CRESCIMENTO DA RÚCULA AO LONGO DO CICLO

A ontogênese das plantas é reflexo da interação do seu genótipo com o ambiente ao qual foi exposta, sendo possível quantificar as alterações que uma mesma espécie sofre quando está em diferentes ambientes de cultivo. Isso é possível com o uso da análise quantitativa de crescimento.

A análise de crescimento permite avaliar as variações de ordem genética das plantas em resposta a variações no ambiente. Dentro da análise de crescimento são calculadas as variações advindas de componentes fisiológicos (Razão de área foliar- RAF) e componentes fisiológicos (Taxa de crescimento absoluto- TCA; taxa de crescimento relativo – TCR e Taxa de assimilação líquida- TAL) de crescimento vegetal. Por se tratarem de índices calculados, não foi possível criar um modelo para os tratamentos avaliados dentro de cada parâmetro da análise de crescimento.

#### 4.3.1 Taxa de crescimento absoluto (TCA)

Segundo Benincasa (2003), a TCA indica a variação ou incremento entre duas amostragens sucessivas. Oferecendo uma estimativa da velocidade média de crescimento das plantas ao longo do ciclo da cultura (AGUILERA; FERREIRA; CECON, 2004).

No inverno, a TCA em plantas de rúcula sofreu oscilações ao longo do ciclo da cultura, em resposta as condições ambientais. Para a cv. Folha larga, observou-se pequenas diferenças no comportamento das plantas nos diferentes ambientes de cultivo até os 20 DAE (Figura 14A). A velocidade de crescimento das mesmas foi semelhante, uma vez que a distância entre as curvas nesse período é pequena.

O pico de crescimento foi registrado aos 30 DAE, exceto para plantas a pleno sol que continuaram crescendo após esse período. Plantas a pleno sol apresentaram maior velocidade de crescimento após os 15 DAE (Figura 14A), indicando que no inverno plantas sob este ambiente possuem maior velocidade em atingir estágios finais de desenvolvimento.

As plantas sob tela prata tiveram um pico de crescimento aos 30 DAE atingindo valores de 18,40 g d<sup>-1</sup> (Figura 14A), superando as plantas a pleno sol, no entanto, esse pico foi seguido de queda acentuada. Ao longo do ciclo é possível observar que plantas sob tela vermelha foram as que tiveram menor velocidade de crescimento ao longo do período de cultivo, neste ambiente a temperatura média variou de 22,90 a 14,20 °C ao longo do ciclo.

A maior velocidade de crescimento em plantas cv. Folha larga a pleno sol, pode estar relacionada a temperatura do ar e incidência de radiação solar, neste ambiente a temperatura do

ar média ficou entre 24,20 e 12,18 °C (Tabela 3) e a irradiância solar global durante o ciclo foi 12,15 (Julho) e 15,72 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> (Agosto)(Tabela 2), enquanto que a irradiância solar no interior dos ambientes com 50% de sombreamento foi aproximadamente 6,08 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> em Julho e 7,85 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> em agosto (Tabela 2).

Para a cv. Cultivada o incremento em crescimento foi semelhante entre as plantas sob os ambientes pleno sol, telas vermelha e preta. Resultado diferente é observado nas plantas sob tela prata ao longo de todo o ciclo (Figura 14B).

Plantas sob tela prata apresentaram menor velocidade de crescimento até os 30 DAE, a partir dessa avaliação o incremento aumentou aproximando-se dos valores das plantas a pleno sol (Figura 14B). Neste ambiente foi observada umas das menores variações térmicas entre os ambientes (10,06 °C), as temperaturas médias variaram de 21,80 a 11,74 °C.

Essa menor variação térmica quando comparado aos ambientes pleno sol, e tela vermelha, deve-se a propriedade de retenção das ondas longas, características de tela prata fleshnet. Essa condição propicia a manutenção da temperatura da folha, maior que a temperatura do ar à noite, evitando o orvalho e diminuindo os riscos de geada por perda de energia radiante, o que é interessante para o período de inverno.

A partir dos 25 DAE é observado maior velocidade de crescimento em plantas sob tela vermelha. A tela vermelha Ultraret traz vários benefícios as plantas, pois permite a foto-conversão de luz, alterando seu espectro e incrementando a radiação necessária para a fotossíntese, o que estimula o crescimento da planta, além da diminuição da temperatura interna devido a aditivos próprios. Neste ambiente as temperaturas médias variaram entre 22,90 a 11,98 °C, enquanto a pleno sol a variação foi de 24,20 a 12,80 °C.

Na primavera, as plantas de rúcula apresentaram TCA constante e próxima até os 15 DAE para as duas cultivares (Figura 14CD). Inicialmente as plantas sobrevivem das reservas da semente, o que explica as menores TCA nesse período, pois a mesma é resultado do material vegetal acumulado pela planta.

Para a cv. Folha larga apenas as plantas sob tela vermelha tiveram maior incremento aos 10 DAE. A partir dos 15 DAE, as plantas já apresentavam folhas com área foliar maior, resultando em maior atividade fotossintética e incremento no crescimento. Ao final do ciclo os ambientes que proporcionaram plantas da cv. Folha larga com maior TCA foram pleno sol (33,45 g d<sup>-1</sup>) e tela vermelha (25,06 g d<sup>-1</sup>) e as plantas com menor foram aquelas sob tela prata (15,75 g d<sup>-1</sup>) (Figura 14C).

Embora as plantas cv. Folha larga a pleno sol tenham apresentado maior TCA que as sob tela vermelha, é importante destacar que além do crescimento, deve-se levar em

consideração a qualidade das folhas (tanto visual quanto química), e as plantas a pleno sol apresentavam folhas mais rígidas. Mesmo com menor TCA que as plantas a pleno sol, aquelas sob tela vermelha obtiveram maior produtividade.

Para a cv. Cultivada é observado uma redução brusca na TCA nas plantas sob tela vermelha aos 20 DAE. Na data dessa avaliação, houve elevação da umidade relativa do ar em relação aos dias anteriores e posteriores. No interior do ambiente coberto com tela vermelha foi observada maior temperatura do ar (21,50°C) (Tabela 14D) e menor umidade relativa do ar (91,59%), que nos demais ambientes. Essa condição pode ter gerado um estresse maior nas plantas, e estas não conseguiram se recuperar até a colheita.

As plantas a pleno sol e sob tela preta apresentaram maior velocidade de crescimento dos 15 aos 25 DAE. Porém, nestes ambientes as folhas estavam mais rígidas.

No verão, para ambas cultivares a TCA foi crescente até os 20 DAE, a partir deste ponto o incremento de crescimento começou a diminuir, permanecendo assim até a colheita. Essa característica é o que explica colheitas mais precoces em cultivos de verão, pois nessa época a maior incidência de radiação solar acelera o ciclo da cultura, vindo a antecipar a floração.

Para a cv. Folha larga, as plantas a pleno sol apresentaram maior velocidade de crescimento, no entanto, após o ápice de incremento aos 20 DAE (20,99 g d<sup>-1</sup>), as plantas sob esse ambiente sofreram uma redução drástica da TCA. Em contrapartida, as plantas sob tela preta foram as com menor TCA na colheita (3,11 g d<sup>-1</sup>) (Figura 14E). O menor incremento em plantas sob tela preta, pode ter ocorrido porque esse tipo de tela apenas reduz a quantidade de luz que entra no ambiente, enquanto as demais telas alteram o espectro de radiação.

As plantas da cv. Cultivada responderam diferente aos ambientes de cultivo. A partir dos 15 DAE as plantas sob tela vermelha se sobressaíram as demais, apresentando maior TCA aos 20 DAE (20,03 g d<sup>-1</sup>), sofrendo redução acentuada até os 25 DAE. As plantas sob as telas tiveram ápice de crescimento absoluto aos 20 DAE, já aquelas a pleno sol continuaram incrementando massa seca até o final do ciclo (Figura 14F).

As telas vermelhas favoreceram maior TCA nas plantas de rúcula cv. Cultivada provavelmente em função de aditivos presentes nas mesmas. As telas vermelhas transferem mais a luz do espectro nas ondas vermelho e vermelho distante, e a luz vermelha na faixa de 640- 720 nm estimula a fotossíntese.

No outono as plantas das duas cultivares apresentam velocidade de crescimento inicial lento, pois dependem das reservas contidas nas sementes aos 5 DAE. A TCA nas plantas das duas cultivares variou ao longo do ciclo e foi diretamente influenciada pelo ambiente.

Para a cv. Folha larga até os 10 DAE a diferença no incremento da TCA entre as plantas nos diferentes tratamentos foi pequena. No entanto, ao final do ciclo foi obtida maior TCA em plantas sob tela vermelha ( $8,15 \text{ g d}^{-1}$ ) e menor sob tela preta ( $1,03 \text{ g d}^{-1}$ ) (Figura 14 G).

De acordo com a literatura, as telas de sombreamento foto-seletiva (tela vermelha) mudaram o crescimento das plantas e a anatomia das folhas (BASTÍAS; CORELLI-GRAPPADELLI, 2012; OLIVEIRA et al., 2016; MARTÍNEZ-GUTIÉRREZ et al., 2016) favorecendo a fotossíntese. A cobertura vermelha estimula o crescimento da planta, incrementando a radiação necessária para a fotossíntese.

Para a cv. Cultivada também não houve diferença acentuada na TCA das plantas dos diferentes ambientes. Para esta cultivar foi observada maior crescimento absoluto ao final do ciclo em plantas sob tela prata e vermelha ( $6,70$  e  $6,34 \text{ g d}^{-1}$ , respectivamente) e menor sob tela prata ( $4,23 \text{ g d}^{-1}$ ) (Figura 14 H). As telas prata e vermelha possuem aditivos especiais que podem ter favorecido maior incremento de massa seca nas plantas sob esse ambiente.

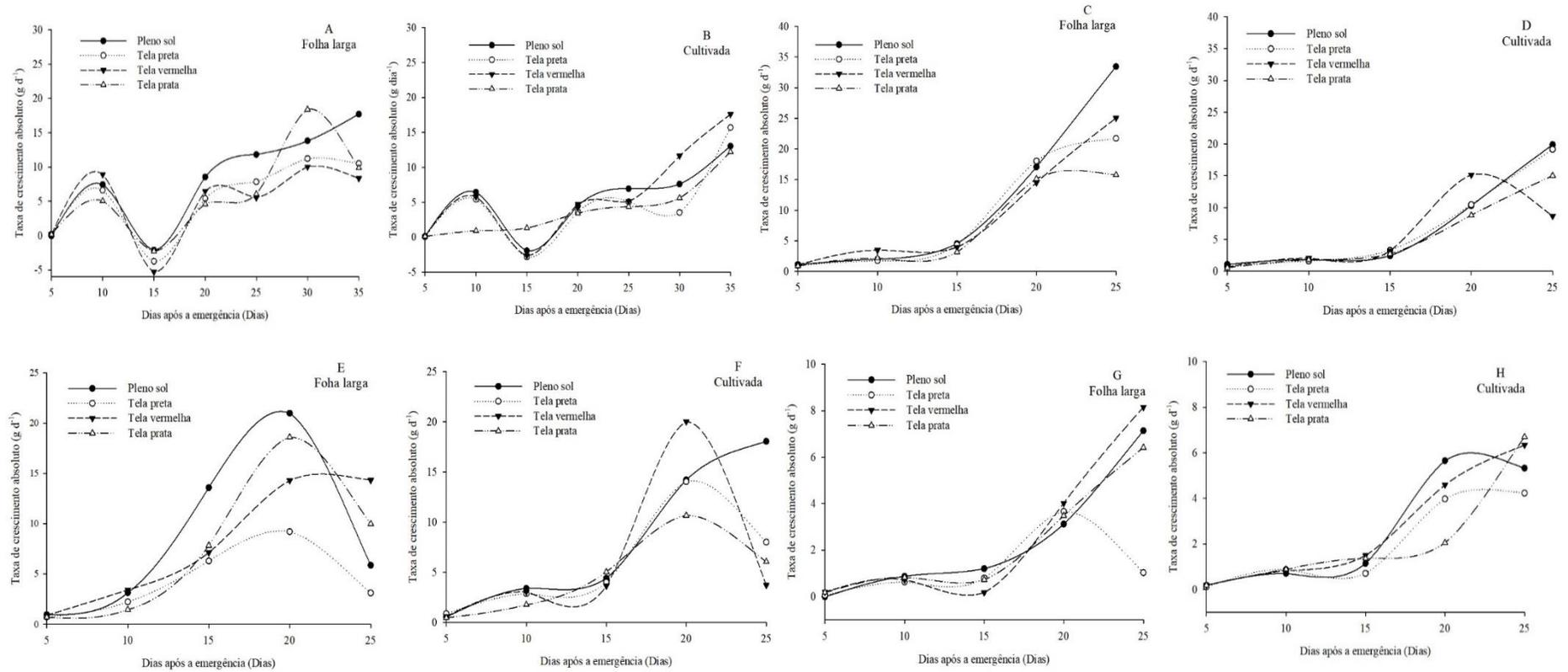


Figura 14- TCA em plantas de rúcula cultivares Folha Larga e cultivada, em função de ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e tempo de avaliação, no inverno (AB), na primavera (CD), no verão (EF) e no outono (GH).

### 4.3.2 Taxa de crescimento relativo (TCR)

A TCR é considerada um índice de eficiência da planta, sendo possível ter uma ideia da quantidade diária de biomassa produzida por grama de biomassa que a planta já tinha acumulado anteriormente (CHRISTOFFOLETI, 2001).

As curvas da TCA e TCR são distintas, enquanto a primeira apresenta um ponto de máxima, seguido de redução acentuada a segunda é apenas decrescente. A TCR de uma planta depende simultaneamente da eficiência assimilatória de suas folhas (TAL) e da proporção entre área foliar disponível e acúmulo de massa seca da planta (RAF) (GUIMARÃES, 1994).

No inverno, as plantas da cv. Folha larga apresentaram TCR muito próxima no decorrer de todo ciclo, com diferenças sutis entre os tratamentos (Figura 15A). Ao longo do ciclo é possível observar oscilações de máxima e mínima da TCR em plantas de todos os ambientes, esse resultado é devido em parte pelo incremento gradativo de tecidos não assimilatória (AUMOND et al., 2011)

Por se tratar de uma medida da velocidade média de crescimento das plantas, pode-se dizer que no inverno em cultivo a pleno sol ou sombreado a rúcula cv. Folha larga tem crescimento similar.

Para a cv. Cultivada o comportamento da TCR é similar ao que aconteceu para cv. Folha larga, exceto para as plantas sob tela prata, pois essas apresentaram menores oscilações da TCA ao longo do ciclo, sendo praticamente constante após os 20 DAE. No ambiente prata, as plantas apresentaram velocidade média de crescimento menor na fase inicial (até 20 DAE), mas mesmo alcançou as plantas dos demais tratamentos no final do ciclo. Aos 35 DAE, teve-se os seguintes resultados de TCR para os ambientes pleno sol, telas preta, vermelha e prata: 0,09; 0,14; 0,11 e 0,11  $\text{g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ , respectivamente (Figura 15B).

Na primavera a taxa de crescimento relativo na Cv. Folha larga foi maior no início da ontogenia das plantas (5 DAE), indicando maior incremento de matéria seca em relação a pré-existente. Aos 5 DAE maior TCR foi obtida em plantas sob tela vermelha (0,37  $\text{g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) e menor em plantas a pleno sol (0,31  $\text{g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ). No início do ciclo é comum as plantas terem maior TCR, e este ir reduzindo com o passar dos dias (Figura 15C).

Aos 20 DAE as plantas apresentaram pico de TCR sob todos os ambientes sendo maior nas sob tela preta (0,25  $\text{g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) e menor sob tela vermelha (0,20  $\text{g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) (Figura 15C). Em ambos ambientes os dados climáticos foram próximos, naqueles cobertos com tela preta a temperatura média foi de 22,41 °C e umidade relativa do ar de 97,29%, e nos com tela vermelha a temperatura média foi 22,84 °C e umidade do ar 98,29% (Tabela 4).

Ao final do ciclo as condições pleno sol e tela vermelha proporcionaram as maiores médias de TCR nas plantas ( $0,17 \text{ g g}^{-1}\text{d}^{-1}$  pleno sol e  $0,15 \text{ g g}^{-1}\text{d}^{-1}$  tela vermelha), e as menores médias foram encontradas em plantas sob tela prata ( $0,12 \text{ g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) e preta ( $0,12 \text{ g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) (Figura 15C). Plantas com maior TCR ao longo do desenvolvimento, geralmente são as que desenvolvem mais rapidamente o índice de área foliar, então o uso de telados influencia no desenvolvimento da rúcula.

A TCR em plantas da cv. Cultivada também foi maior na primeira avaliação (5 DAE), sendo a maior média em plantas a pleno sol ( $0,41 \text{ g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) e menor para aquelas sob tela prata ( $0,29 \text{ g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) (Figura 15D). Depois a TCR caiu, começando a subir novamente aos 15 DAE, tendo pico aos 20 DAE, nessa avaliação maior crescimento foi em plantas sob tela vermelha ( $0,25 \text{ g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) e menor continuou em plantas sob tela prata ( $0,20 \text{ g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ). Ao final do ciclo o ambiente com tela vermelha propiciou plantas com menor TCR ( $0,07 \text{ g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) e nos demais tratamentos os valores ficaram próximos (Figura 15D). Durante todo o ciclo de cultivo, o ambiente coberto com tela vermelha apresentou maior umidade relativa do ar (Tabela 4).

No verão a TCR em plantas da cv. Folha larga aos 5 DAE foi maior em plantas a pleno sol e tela vermelha ( $0,34$  e  $0,33 \text{ g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ , respectivamente) e menor em plantas sob tela prata ( $0,28 \text{ g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) (Figura 15E). Ao longo do ciclo houve decréscimo da TCR, o que é normal, e segundo Urchei et al. (2000), esse decréscimo deve-se à elevação da atividade respiratória e auto sombreamento das plantas, cuja importância aumenta com o avanço do seu ciclo.

Ao longo do ciclo, maiores variações na TCR foram observadas em plantas à pleno sol e sob tela prata e menores em plantas sob tela vermelha e preta, nestes ambientes a redução no incremento de massa seca ao longo do ciclo não sofreu mudanças bruscas. Ao final do ciclo as plantas com maior TCR foram aquelas cultivadas sob tela vermelha ( $0,09 \text{ g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) e menor em plantas a pleno sol e sob tela preta ( $0,03 \text{ g g}^{-1}\text{d}^{-1}$  em ambos ambientes) (Figura 15E).

A maior TCR encontrada ao final do ciclo em plantas sob tela vermelha pode indicar que este ambiente conseguiu amenizar os efeitos das condições climáticas sob as plantas. O crescimento mais lento, reduziu o auto sombreamento, além de favorecer no final do ciclo plantas com folhas mais macias e com menor pungência, enquanto que as plantas a pleno sol com maior TCR, estavam mais rígidas e mais pungentes. Isso acontece porque o verão é a estação com a maior incidência de radiação solar, o resulta em altas temperaturas, fatores que juntos aceleram o desenvolvimento da rúcula.

Para a cv. Cultivada observa-se maiores oscilações da TCR para as plantas a pleno sol, sob tela vermelha e preta, já nas plantas sob tela prata o incremento de massa seca em relação

a já existente é pequeno, apresentando redução mais acentuada dos 20 aos 25 DAE (Figura 15F).

A menor TCR em plantas sob tela prata, pode estar relacionada a temperatura máxima no interior destes ambientes, que foi superior aos demais, aos 5 DAE a temperatura máxima chegou a 50, 80 °C, aos 15 DAE foi de 46, 50 °C e aos 30 DAE DE 39 °C (Tabela 5). Este ambiente apresentou temperaturas mais altas até mesmo que o ambiente pleno sol.

No outono, as plantas a pleno sol apresentaram TCR negativa aos 5 DAE, indicando que neste período não houve incremento de massa seca. Aos 25 DAE as plantas sob tela vermelha foram as com maior TCR ( $0,19 \text{ g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ), e as sob tela preta com menor ( $0,04 \text{ g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) (Figura 15G).

Diferente do que aconteceu com a cv. Folha larga, as plantas da cv. Cultivada apresentaram maior TCR inicial em plantas a pleno sol. Aos 15 DAE houve redução acentuada nas plantas em todos os ambientes, mantendo-se ao longo das demais avaliações apenas em plantas sob tela prata, neste ambiente foi observada menor TCR ao 25 DAE  $0,18 \text{ g g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) (Figura 15H).

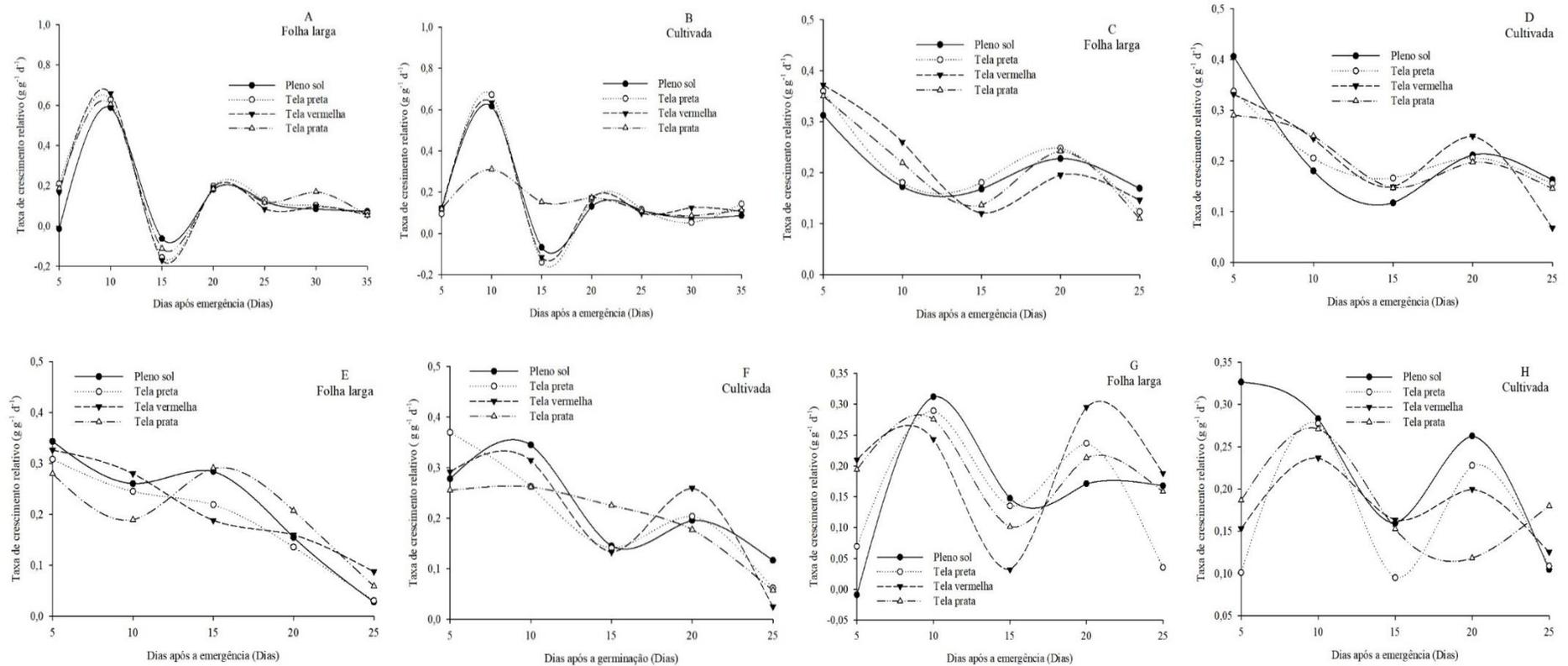


Figura 15- TCR em plantas de rúcula cultivares Folha Larga e cultivada, em função de ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e tempo de avaliação, no inverno (AB), na primavera (CD), no verão (EF) e no outono (GH).

### 4.3.3 Razão de área foliar (RAF)

A RAF expressa dimensão do aparelho assimilador útil para a fotossíntese, sendo a razão entre a área foliar e a massa seca total da planta (BENINCASA, 2003; MACHADO et al., 2006), essa medida é utilizada para as avaliações de efeitos genotípicos, climáticos e do manejo de comunidades vegetais.

Segundo Magalhães (1979), a RAF é um componente morfofisiológico, pois é a razão entre a área foliar (área responsável pela absorção de luz e CO<sub>2</sub>) e a massa seca total (resultado da fotossíntese líquida), ou seja, é a área foliar em cm<sup>2</sup> que é usada para produzir 1g de massa seca.

Os resultados obtidos para a RAF em plantas de rúcula no inverno evidenciam o que já foi comentado anteriormente. Tanto as plantas da cv. Folha larga quanto cv. Cultivada apresentaram maior RAF nas folhas a pleno sol. Nessas condições há um espessamento da parede celular, o que torna a folha mais rígida, pois quanto menor a RAF, menor a espessura das folhas e pecíolos.

Plantas da cv. Folha larga apresentaram maior razão de área foliar sob tela preta (156,37 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) (Figura 16A), nesse ambiente as folhas produziram massa seca em uma área foliar menor que aquelas sob os demais ambientes. No entanto, é importante destacar que quanto maior a RAF, menor é a competitividade da espécie (MARTINS, 2013), no caso da rúcula, as plantas sob tela preta estão mais suscetíveis a competição com plantas daninhas que as demais.

Nos ambientes com tela prata e vermelha os valores foram: 155,41 e 144,14 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 16A). A pleno sol as plantas precisaram de maior área foliar para produzir uma grama de massa seca que aquelas sob os demais ambientes.

Para a cv. Cultivada as plantas sob tela preta reduziram drasticamente a razão de área foliar dos 35 aos 40 DAE, enquanto que as sob tela prata apresentaram aumento nesse período. A RAF em plantas a pleno sol estabilizou aos 30 DAE permanecendo praticamente a mesma até o final do ciclo (Figura 16B), com base em Caron et al. (2007), esse resultado indica que neste período a maior parte do material fotossintetizado foi acumulado na fitomassa aérea da rúcula, para maior captação da radiação solar disponível, lembrando que no inverno a radiação incidente é reduzida quando comparada as demais estações.

Ocorreu declínio na RAF nas plantas das duas cultivares a partir dos 20 DAE, e segundo Benincasa (2003), esse decréscimo ocorre pelo aumento da interferência de folhas

superiores sobre as inferiores à medida que a planta cresce, sendo uma tendência a diminuição da AF útil de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta.

Para as duas cultivares de rúcula na primavera, houve um pico da RAF aos 20 DAE, seguido posteriormente por um decréscimo. As plantas cv. Folha larga, apresentaram maiores valores de RAF sob tela vermelha, chegando a  $274,13 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$  e menor a pleno sol ( $149,21 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ) (Figura 16C). No decorrer de todo o ciclo, as plantas a pleno sol apresentaram menor RAF, indicando que neste ambiente as plantas possuem maior capacidade de competição por água e nutrientes.

A menor RAF beneficia as plantas expostas a alta intensidade luminosa (primavera-verão), pois diminui a exposição dos tecidos foliares a radiação solar, reduzindo também a perda de água pela evapotranspiração e o auto sombreamento das folhas inferiores pelas superiores (CLAUSSEN, 1996).

Para a cv. Cultivada a maior RAF aos 20 DAE foi em plantas sob tela preta ( $240,44 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ) e menor sob tela prata ( $240,44 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ) (Figura 16D). Ao final do ciclo as plantas a pleno sol apresentaram menor RAF, assim como ocorreu para a cv. Folha larga. A redução da RAF é resultado da maior taxa fotossintética da planta, resultando na maior quantidade de drenos para a síntese de fotoassimilados (ABADE, 2018).

Plantas da cv. Folha larga no verão apresentaram maior RAF aos 15 DAE (Figura 16E) em todos os ambientes, nessa estação o pico ocorreu mais cedo que no inverno e na primavera (20 DAE), muito provavelmente porque as condições climáticas aceleram o ciclo da cultura, causando o auto sombreamento mais cedo.

As plantas sob o ambiente prata apresentaram maior RAF aos 15 DAE ( $273,18 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ) (Figura 16E). Neste ambiente foram observadas as maiores temperaturas médias entre os ambientes aos 5 ( $30,50 \text{ }^\circ\text{C}$ ) e 15 DAE ( $29,08 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Aos 5 DAE a temperatura máxima no interior do telado prata foi de  $50,80 \text{ }^\circ\text{C}$ , a mais alta de todo o ciclo. As condições ambientais principalmente a temperatura pode provocar alterações na RAF, por ser um fator determinante no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Para a cv. Cultivada ocorreram dois picos de máxima RAF, o primeiro aos 15 DAE nas plantas sob tela prata ( $244,16 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ) e preta ( $198,84 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ) e o segundo aos 20 DAE nas plantas a pleno sol ( $291,15 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ). As plantas sob tela vermelha apresentaram RAF crescente, mas sem grandes oscilações ao longo do ciclo. (Figura 16F).

No verão a radiação solar foi de  $22,95 \text{ MJ m}^2 \text{ d}^{-1}$  em fevereiro e  $22,75 \text{ MJ m}^2 \text{ d}^{-1}$  em março. Nestas condições as plantas foram expostas a radiação solar a cima do limite trófico ( $8,4$

MJ m<sup>2</sup> d<sup>-1</sup>) para desenvolvimento satisfatório da planta, até mesmo aquelas cultivadas com 50% de sombreamento.

No outono a menor RAF nas plantas a pleno sol é bem mais evidente do que das demais estações. Plantas da cv. Folha larga a pleno sol apresentaram RAF de 160,63 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> aos 20 DAE, seguida de uma diminuição (152,63 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>), voltando a crescer e chegando a 209,55 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> no final do ciclo. Aos 30 DAE, a maior RAF foi observada em plantas sob tela preta (239,66 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) e prata (215,03 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) (Figura 16G).

Para a cv. Cultivada as plantas a pleno sol tiveram um pico de mínima RAF aos 20 DAE (75,13 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) (Figura 16H), nesta avaliação o ambiente pleno sol apresentou a menor temperatura média (14,83 °C) e maior UR média (91,42%) entre os ambientes. Nesta condição a planta respondeu as condições do ambiente em função das alterações da temperatura e radiação solar, por meio de estratégias desenvolvidas ao longo do ciclo.

A rúcula por ser uma cultura de clima ameno, responde bem a baixas temperaturas e embora o outono seja uma estação com dias mais curtos que a primavera, por exemplo, as condições de luminosidade não prejudicaram o bom desenvolvimento na cultura, isso porque a radiação solar no período de cultivo foi superior ao limite trófico da cultura, foram observados os seguintes valores de radiação solar a pleno sol: 13,65 e 10,50 MJ m<sup>2</sup> d<sup>-1</sup> nos meses de maio e junho, respectivamente.

A máxima RAF foi observada em plantas sob tela prata (234,66 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) e vermelha (224,38 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) ao final do ciclo (Figura 16H).

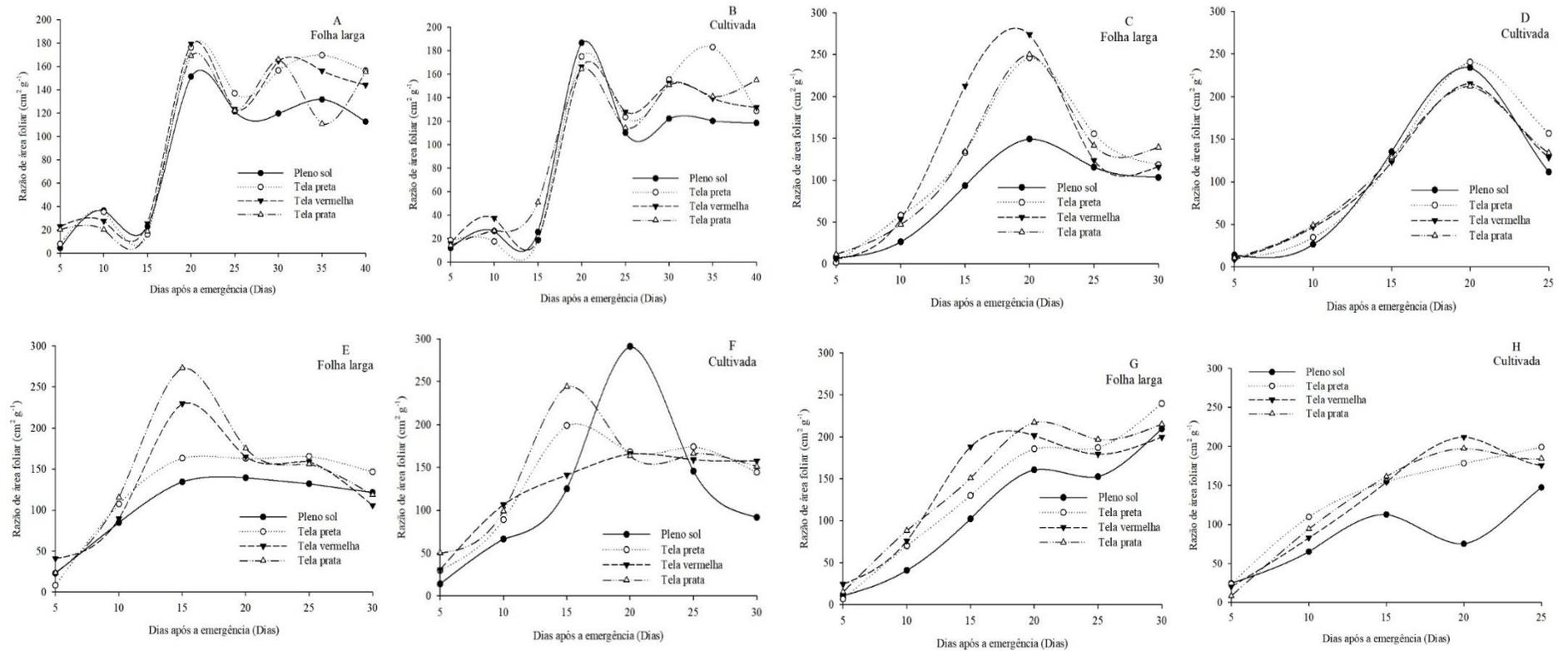


Figura 16- RAF em plantas de rúcula cultivares Folha Larga e cultivada, em função de ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e tempo de avaliação, no inverno (AB), na primavera (CD), no verão (EF) e no outono (GH).

#### 4.3.4 Taxa de assimilação líquida (TAL)

Segundo Benincasa (2003), a TAL reflete a eficiência fotossintética das folhas (fotossíntese líquida), ou seja, a quantidade de massa seca (g) produzida por unidade de área foliar ( $\text{cm}^2$ ).

No inverno, a TAL em plantas da cv. Folha larga foi decrescente a partir dos 10 DAE, mas no início do desenvolvimento foi maior em plantas sombreadas (telas preta, vermelha e prata) que a pleno sol (Figura 17A), o que indica que as plantas sombreadas possuem alta capacidade fotossintética nos estádios iniciais de desenvolvimento. A partir dos 20 DAE as plantas apresentaram TAL muito próxima em todos os ambientes.

Durante o inverno, a fotossíntese líquida (assimilação líquida) tem aumento acentuado devido as baixas temperaturas, ocasionado por incrementos diferenciados nos processos de fotossíntese e respiração (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017.).

Para a cv. Cultivada o pico na TAL ocorreu aos 10 DAE em plantas sob todos os ambientes, sendo maior em plantas sob tela preta ( $0,0366 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ) e menor sob tela prata ( $0,0077 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ) (Figura 17B). A partir dessa avaliação foi decrescente, no entanto, a redução foi menor em plantas sob tela prata, neste ambiente as variações foram pequenas ao longo do ciclo.

Aos 15 DAE a TAL foi negativa em plantas sob os ambientes pleno sol ( $-0,0010 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ), tela preta ( $-0,0023 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ) e vermelha ( $-0,0013 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ), neste período a eficiência fotossintética foi negativa, não havendo incremento de massa seca por unidade de área foliar. Apenas as plantas sob tela prata apresentaram TAL positiva ( $0,0015 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ). A partir dos 20 DAE a TAL foi próxima nas plantas de todos os ambientes (Figura 17B).

Na primavera, a TAL foi máxima no início do ciclo (5 DAE) para ambas cultivares, as plantas a pleno sol atingiram  $0,0180 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$  (cv. Folha larga) e  $0,0188 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$  (cv. Cultivada) (Figura 17CD), o que é explicado nesse período pela presença de folhas jovens e de elevada capacidade fotossintética, além do auto sombreamento ser reduzido (GONDIM et al., 2008).

Além das condições morfológicas, o clima também interfere na fotossíntese líquida das plantas. Aos 5 DAE, a temperatura máxima do ar foi observada a pleno sol ( $21,10 \text{ }^\circ\text{C}$ ), e é sabido que o comportamento da TAL pode ser influenciado por fatores climáticos e pelas variações intraespecíficas (RODRIGUES, 1990).

No período de avaliação, as únicas estações do ano em que as plantas não apresentaram valores negativos de TAL foi na primavera e verão, provavelmente devido a maior incidência de radiação solar, associada a irrigação, o que favoreceu a fotossíntese líquida nas plantas.

No verão, assim como na primavera a TAL aos 5 DAE foi maior em plantas das duas cultivares a pleno sol ( $0,0062 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$  para cv. Folha larga e  $0,0070 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$  para a cv. Cultivada) (Figura 17EF). Para a cv. Folha larga a TAL reduz a partir dos 5 DAE, comportamento que se mantém até o final do ciclo nas plantas de todos os ambientes (Figura 17E). A TAL diminui com a idade da planta devido ao sombreamento das folhas inferiores, esse resultado já foi encontrado para outras espécies, a exemplo a menta (VALMORBIDA et al., 2007; DAVID; BOARO, 2009).

Para a cv. Cultivada é possível observar aumento na TAL dos 20 aos 25 DAE nas plantas sob tela preta (Figura 17F). O ambiente coberto por tela preta apresentou menor temperatura máxima ( $30,20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  aos 20 DAE e  $33,80 \text{ }^{\circ}\text{C}$  aos 25 DAE) e menor mínima ( $18,80 \text{ }^{\circ}\text{C}$  aos 25 DAE) que os demais ambientes.

Neste período o ambiente mais quente foi aquele coberto com tela prata ( $35,20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $35,80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), e as plantas desse ambiente juntamente com as sob tela vermelha tiveram menor TAL ao final do ciclo.

A rúcula é uma espécie com metabolismo C3, e a eficiência fotossintética nas plantas desse grupo geralmente ocorre em temperaturas entre  $20$  a  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (TAIZ et al., 2017). No período do experimento os ambientes cobertos com tela prata foram mais quentes que os demais (temperatura máxima do ciclo foi  $50,80^{\circ}\text{C}$  aos 5 DAE e  $46,60$  aos 15 DAE) e como resultado as plantas desse ambiente juntamente com as sob tela vermelha tiveram menor TAL ao final do ciclo.

No outono, a cv. Folha larga teve pico de crescimento aos 10 DAE ( $0,0042 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$  nas plantas a pleno e  $0,0028 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$  nas sob tela preta) (Figura 17G). Para a cv. Cultivada as plantas a pleno sol apresentaram maior TAL durante todo o ciclo (Figura 17H).

Nessa estação, a radiação solar a pleno sol foi de  $13,65 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  em maio e  $10,50 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  em julho, enquanto que nos ambientes com 50% de sombreamento foi aproximadamente  $6,83 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  em maio e  $5,25 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  em junho. Os valores encontrados nos ambientes sombreados estão a baixo do limite trófico para a cultura ( $8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  equivalente a  $200 \text{ cal. cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ), o que pode ter reduzido a fotossíntese líquida nas plantas sob sombreamento.

A TAL representa o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e o perdido por meio da respiração, expressando dessa forma a eficiência das folhas na produção de massa seca e a estimativa da fotossíntese líquida (BENINCASA, 2003)

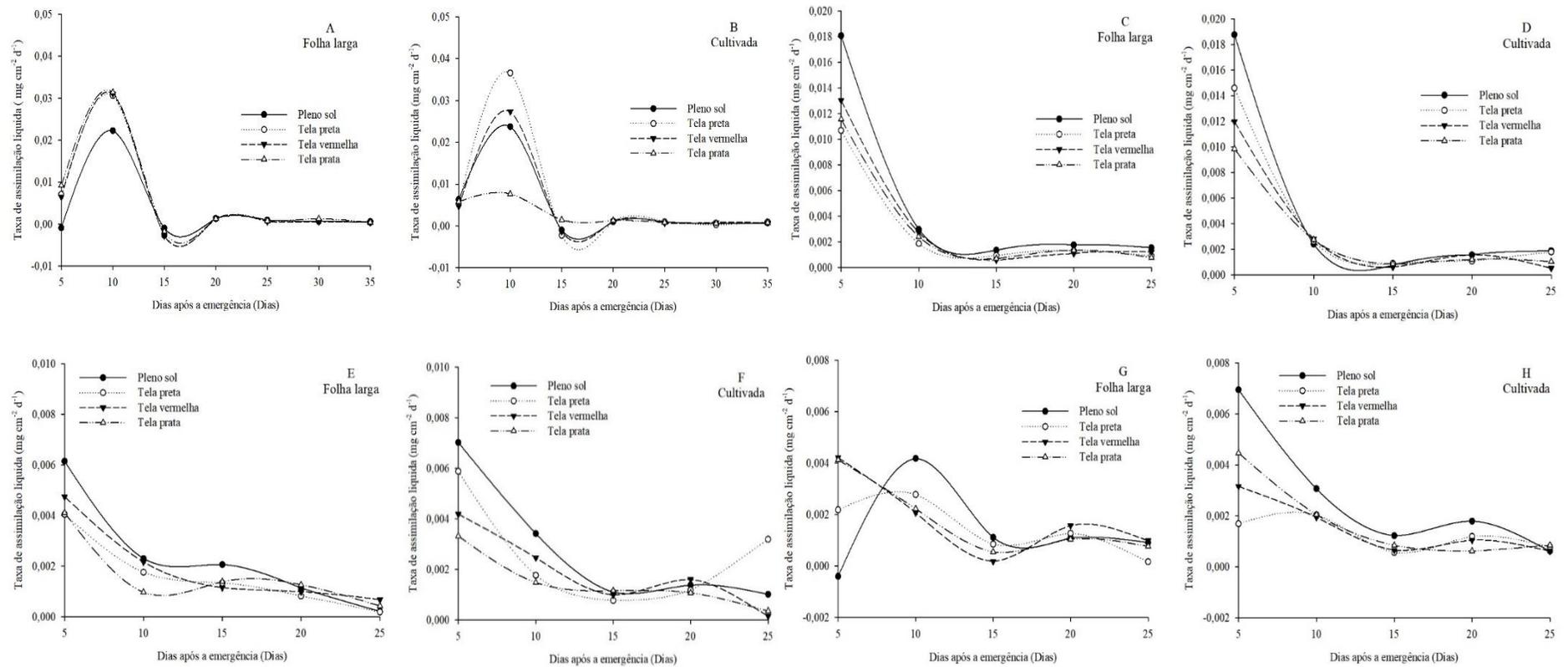


Figura 17- TAL em plantas de rúcula cultivares Folha Larga e cultivada, em função de ambientes de cultivo (pleno sol e tela preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento) e tempo de avaliação, no inverno (AB), na primavera (CD), no verão (EF) e no outono (GH).

## 4 RESULTADO DAS ANÁLISE FISIOLÓGICAS DA RÚCULA AO FINAL DO CICLO

### 4.4.1 Pimentos fotossintéticos

No inverno, houve interação significativa entre os tratamentos para clorofila *a*, *b*, total e também para carotenoides. Para teores de clorofila *a* em plantas de rúcula cv. Folha larga, não houve diferença significativa entre as plantas sob os diferentes ambientes. Já para a cv. Cultivada, plantas sob telas prata e vermelha apresentaram maior concentração deste pigmento (0,1696 e 0,1640 mg g<sup>-1</sup> de matéria fresca, respectivamente), e menor em plantas sob tela preta (Tabela 18).

Comparando as cultivares dentro de cada ambiente é possível observar diferenças estatísticas nos teores de clorofila *a* entre as mesmas, apenas quando cultivadas a pleno sol e sob tela preta (Tabela 18).

Para clorofila *b* também não houve diferenças entre plantas da cv. Folha larga cultivada nos diferentes ambientes. Para a cv. Cultivada plantas sob telas prata e vermelha apresentaram maior teor de clorofila *a*, enquanto as à pleno sol e tela preta apresentaram os menores teores (Tabela 18).

Quanto as cultivares dentro de cada ambiente, é possível observar que a cv. Folha larga apresentou maior teor que a cv. Cultivada quando as plantas estavam a pleno sol e sob tela preta, nos demais ambientes as plantas da cv. Cultivada apresentam maior concentração de clorofila *b*.

A maior concentração de clorofila *a* e *b* em plantas sob tela vermelha, é reflexo das características dos comprimentos de onda da luz vermelha (640-720 nm), pois essa faixa de luz estimula o crescimento do caule, a floração e a produção de clorofila.

Tabela 18 - Inverno: Teores de clorofila *a* e *b* (mg g<sup>-1</sup> de matéria fresca) aos 40 DAE em plantas de rúcula cultivadas no inverno sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.

Ambiente	Clorofila <i>a</i>		Clorofila <i>b</i>	
	Folha Larga	Cultivada	Folha Larga	Cultivada
Pleno sol	0,1277 aA	0,1292 bA	0,1848 aA	0,1490 bB
<b>Telas (50%)</b>				
Preta	0,1329 aA	0,0924 cB	0,1737 aA	0,1290 bB
Vermelha	0,1494 Aa	0,1640 aA	0,1794 aB	0,2684 aA
Prata	0,1539 Aa	0,1696 aA	0,1903 aB	0,2404 aA
CV (%)	12,27		11,66	

\*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

Quanto aos teores de clorofila total, repete-se o que aconteceu para as clorofilas *a* e *b*, não havendo diferenças para plantas da cv. Folha larga sob os diferentes ambientes. Para cv. Cultivada, plantas sob telas vermelha e prata apresentaram maiores concentrações deste pigmento e plantas a pleno sol e sob tela preta os menores.

O alto teor de clorofila total em plantas sob tela vermelha e prata é uma variável de qualidade importante para a rúcula, pois a cor verde intensa da mesma, proporcionada pela clorofila, torna-a atrativa para os consumidores (SANTOS et al., 2001).

Plantas das duas cultivares não se diferem nos teores de clorofila total quando a pleno sol, apenas sob tela preta (maior teor em plantas da cv. Folha larga), vermelha e prata (maiores teores na cv. Cultivada) (Tabela 19).

Para carotenoides há diferença entre as plantas das cultivares Folha larga e Cultivada nos diferentes ambientes. Maiores teores foram encontrados em plantas sob telas prata e vermelha para a cv. Folha larga e em plantas da cv. Cultivada a pleno sol, sob tela vermelha e prata.

Comprando as duas cultivares dentro de cada ambiente é possível observar que não há diferença entre as plantas quando sob tela prata. Mas a pleno sol, a cv. Cultivada apresentou maior teor de caroteno que a cv. Folha larga, enquanto que sob telas vermelha e prata o teor foi maior em plantas da cv. Folha larga (Tabela 19).

Tabela 19 - Inverno: Teores de clorofila total e carotenoides totais ( $\text{mg g}^{-1}$  de matéria fresca) aos 40 DAE em plantas de rúcula cultivadas no inverno sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.

Ambiente	Clorofila total		Carotenoides totais	
	Folha Larga	Cultivada	Folha Larga	Cultivada
Pleno sol	0,3125 aA	0,2782 bA	0,0287 bB	0,0411 aA
<b>Telas (50%)</b>				
Preta	0,3066 aA	0,2214 bB	0,0353 bA	0,0226 bB
Vermelha	0,3287 aB	0,4324 aA	0,0481 aA	0,0368 aB
Prata	0,3442 aB	0,4100 aA	0,0463 aA	0,0395 aA
CV (%)	10,11		13,88	

\*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

Na primavera a interação entre os tratamentos foi significativa apenas para clorofila *a* e total. Para clorofila *b* houve diferença estatística apenas entre os ambientes de cultivo e para carotenoides não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 20).

Para clorofila *a* na cv. Folha larga, os maiores teores foram observados em plantas a pleno sol e sob tela prata e menor em plantas sob tela preta. Para a cv. Cultivada encontrou-se maior teor em plantas sob tela vermelha e menor naquelas sob tela preta. Quanto as cultivares dentro de cada ambiente é possível observar que plantas da cv. Folha larga apresentaram maior clorofila à pleno sol que a cv. Cultivada. Já sob tela vermelha a cv. Cultivada apresentou maior teor que a cv. Folha larga (Tabela 20).

Quanto a clorofila total, a cv. Folha larga apresentou maior teor em plantas a pleno sol, sob tela prata e vermelha, e menor em plantas sob tela preta. Em plantas da cv. Cultivada maior teor foi observado em plantas sob tela prata e menor sob tela preta. Desdobrando as duas cultivares em cada ambiente, nota-se diferença apenas em plantas a pleno sol, neste ambiente plantas da cv. Folha larga apresentaram maior clorofila total que as da cv. Cultivada (Tabela 20).

Tabela 20 - Primavera: Teores de clorofila *a* e total (mg g<sup>-1</sup> de matéria fresca) aos 30 DAE em plantas de rúcula cultivadas na primavera sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.

Ambiente	Clorofila <i>a</i>		Clorofila total	
	Folha Larga	Cultivada	Folha Larga	Cultivada
Pleno sol	0,1093 aA	0,0930 bcB	0,2498 aA	0,2136 abB
<b>Telas (50%)</b>				
Preta	0,0775 bA	0,0901 cA	0,2014 bA	0,2054 bA
Vermelha	0,0970 abB	0,1137 aA	0,2068 bA	0,2349 abA
Prata	0,1079 aA	0,1099 abA	0,2471 aA	0,2476 aA
CV (%)	10,03		8,53	

\*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

Na primavera as plantas de rúcula sob tela prata apresentaram maior teor de clorofila *b*, e as sob tela vermelha o menor (Tabela 21). A clorofila *b* auxilia na absorção de luz e na transferência de energia radiante para os centros de reação (STREIT et al., 2005), em condições de alta energia a concentração desse pigmento aumenta, e a tela prata favorece a entrada de energia no sistema, podendo ter dado estímulo para maior produção de clorofila *b* em relação as plantas dos demais ambientes.

Tabela 21 - Primavera: Teores de clorofila *b* (mg g<sup>-1</sup> de matéria fresca) aos 30 DAE em plantas de rúcula cultivadas na primavera sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.

Ambiente	Clorofila <i>b</i>
Pleno sol	0,1306 ab
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	0,1196 ab
Vermelha	0,1155 b
Prata	0,1384 a
CV (%)	12,56

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

No verão, houve interação significativa entre os tratamentos para as variáveis clorofila *a*, total e carotenoides. Não havendo diferença estatística significativa para clorofila *b*.

Plantas da cv. Folha larga sob os ambientes pleno sol, tela preta e vermelha apresentaram maiores teores de clorofila *a*, e aquelas sob tela prata o menor. Para a cv. Cultivada, maiores teores foram obtidos em plantas sob tela vermelha, e menor nos demais ambientes (Tabela 22). A clorofila absorve fortemente nas regiões do azul e do vermelho do espectro, o que explica maiores teores deste pigmento em plantas cultivadas sob tela vermelha.

As duas cultivares se diferiram quando cultivadas a pleno sol e sob tela preta, nestes ambientes as plantas da cv. Folha larga apresentaram maior teor de clorofila *a* que a cv. Cultivada.

Durante o verão a clorofila total não houve diferença estatística entre plantas da cv. Folha larga nos diferentes ambientes. Já para a cv. Cultivada, as plantas sob tela vermelha apresentaram maior concentração de clorofila total. As duas cultivares só se diferiram quando cultivadas a pleno sol, neste ambiente as plantas da cv. Folha larga apresentaram maior teor que as da cv. Cultivada (Tabela 22).

Os teores de carotenoides em plantas da cv. Folha larga não se diferiram estatisticamente entre plantas sob os diferentes ambientes de cultivo. Nas plantas da cv. Cultivada obteve-se maior teor em plantas a pleno sol e sob tela preta e menor em plantas sob tela prata. As duas cultivares se diferiram apenas quando sob tela prata, neste ambiente, plantas da cv. Folha larga, tiveram maiores concentrações de carotenoides (Tabela 22).

Os carotenoides são capazes de dissipar o excesso de energia (ARAÚJO; DEMINICIS, 2009), o que pode explicar seu maior teor em plantas a pleno sol, sendo que neste ambiente as plantas receberam maior radiação solar e ficaram expostas a temperaturas mais elevadas que aquelas sob os demais ambientes.

Tabela 22 - Verão: Teores de clorofila *a*, total e carotenoides totais (mg g<sup>-1</sup> de matéria fresca), aos 30 DAE em plantas de rúcula cultivadas no verão sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.

Ambiente	Clorofila <i>a</i>		Clorofila total		Carotenoides totais	
	Folha Larga	Cultivada	Folha Larga	Cultivada	Folha Larga	Cultivada
Pleno sol	0,0780 abA	0,0622 Bb	0,1132 aA	0,0989 bB	0,0293 aA	0,0328 aA
<b>Telas (50%)</b>						
Preta	0,0777 abA	0,0699 bB	0,1162 aA	0,1079 bA	0,0292 aA	0,0309 aA
Vermelha	0,0801 aA	0,0843 aA	0,1177 aA	0,1231 aA	0,0281 aA	0,0280abA
Prata	0,0678 bA	0,0717 bA	0,1052 aA	0,1079 bA	0,0292 aA	0,0246 bB
CV (%)	7,13		6,47		9,45	

\*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

No outono, houve interação significativa entre os tratamentos apenas para clorofila *a* e total. Para clorofila *a* em plantas da cv. Folha larga, encontrou-se maiores teores em plantas sob tela prata e menor sob tela vermelha e preta. Plantas da cv. Cultivada apresentaram maior teor sob tela vermelha e menor a pleno sol e sob tela prata. Comparando as cultivares nos ambientes, a cv. Folha larga apresentou maior teor sob tela prata e a cv. Cultivada sob tela vermelha, nos demais ambientes ambas cultivares tiveram comportamento igual (Tabela 23).

Para clorofila total, as plantas da cv. Folha larga apresentaram maior concentração quando cultivadas sob tela prata e menor sob as telas preta e vermelha. Já plantas da cv. Cultivada apresentaram maior teor de clorofila total sob tela vermelha e menor a pleno sol (Tabela 23).

Quanto as cultivares dentro de cada ambiente, observou-se que a cv. Folha larga apresentou maior teor de clorofila total que a cv. Cultivada, quando ambas estão a pleno sol e sob tela prata. Já a cv. Cultivada apresentou maior teor que a cv. Folha larga quando cultivadas sob tela vermelha (Tabela 23).

As alterações na intensidade qualidade luminosa no ambiente com tela vermelha pode ter proporcionado ajustes do aparato fotossintético da rúcula cv. Cultivada aumentando a produção de clorofilas, para resultar na maior eficiência de absorção e transferência de energia. Devido a isso, os pigmentos cloroplastídeos podem ser utilizados como importantes marcadores de ambientação do vegetal (SOUZA et al., 2011).

Tabela 23 - Outono: Teores de clorofila *a* e total ( $\text{mg g}^{-1}$  de matéria fresca), aos 30 DAE em plantas de rúcula cultivadas no outono sob pleno sol e telas de sombreamento preta, vermelha e prata a 50% de sombreamento.

Ambiente	Clorofila <i>a</i>		Clorofila total	
	Folha Larga	Cultivada	Folha Larga	Cultivada
Pleno sol	0,0850 abA	0,0788 Ba	0,1345 bA	0,1198 cB
<b>Tela (50%)</b>				
Preta	0,0822 bA	0,0878 abA	0,1317 bA	0,1389 abA
Vermelha	0,0801 bB	0,0965 aA	0,1262 bB	0,1466 aA
Prata	0,0981 aA	0,0763 bB	0,1535 aA	0,1218 bcB
CV (%)	8,35		6,89	

\*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

No outono, houve diferença estatística apenas no teor carotenoides entre as cultivares. Nesta estação as plantas da cv. Folha larga apresentaram maiores concentrações deste pigmento que as da cv. Cultivada (Tabela 24).

Os carotenoides são pigmentos das clorofilas, pois a energia da luz é primeiro absorvida por este pigmento, para depois ser transferida à clorofila para o processo de fotossíntese. Esses pigmentos ajudam a proteger o tecido vegetal dos danos causados pela luz (TAIZ et al., 2017).

Tabela 24 - Outono: Teores de carotenoides totais ( $\text{mg g}^{-1}$  de matéria fresca), aos 30 DAE em plantas de rúcula cultivadas no outono. Marechal Cândido Rondon, 2021.

<b>Cultivar</b>	<b>Carotenoides totais</b>
Folha Larga	0,0333 a
Cultivada	0,0286 b
CV (%)	11,03

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

#### 4. 5 RESULTADO DAS ANALISE DE QUALIDADE PÓS-COLHEITA DA RÚCULA AO FINAL DO CICLO

##### 4.5.1 Sólidos solúveis

No inverno e na primavera, houve diferença significativa quanto ao teor de sólidos solúveis para cultivar e ambiente, quando avaliados separadamente, não havendo diferença para sua interação. Em ambas estações, as plantas da cv. Folha larga apresentaram maior teor de SS (0,66 °Brix no inverno (Tabela 25) e 1,19 °Brix na primavera (Tabela 26)) do que a cv. Cultivada (0,48 °Brix no inverno (Tabela 25) e 0,91 °Brix na primavera (Tabela 26)).

No inverno e primavera foi encontrado maior teor de SS nas plantas a pleno sol (0,83 °Brix no inverno (Tabela 25) e 1,43 °Brix na primavera (Tabela 26)), que aquelas cultivadas nos demais ambientes. De acordo com Silva et al. (2011), trabalhando com outra folhosa, a alface, afirmam que quanto maior o teor de sólidos solúveis da alface recém-colhida, maior o período em que sua qualidade pode ser preservada, resultado que pode ser extrapolado para a rúcula.

Para a maioria dos consumidores o teor de SS não é uma característica de qualidade para a rúcula, pois não esperam que ela rúcula seja adocicada, ao contrário da expectativa de experimentar uma fruta, por exemplo. O consumidor visa mais o aspecto visual das folhas, e neste quesito as plantas sombreadas ganharam.

Tabela 25 - Inverno: Teor de sólidos solúveis (SS) em plantas de rúcula cultivares Folha larga e Cultivada, sob diferentes ambientes de cultivo.

<b>Cultivar</b>	<b>Sólidos solúveis (°Brix)</b>
Folha Larga	0,66 a*
Cultivada	0,48 b
<b>Ambiente</b>	
Pleno sol	0,83 a**
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	0,56 b
Vermelha	0,48 b
Prata	0,43 b
CV (%)	19,14

\*Significativo pelo teste F

\*\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV- Coeficiente de variação

Tabela 26 - Primavera: Teor de sólidos solúveis (SS) em plantas de rúcula cultivares Folha larga e Cultivada, sob diferentes ambientes de cultivo.

<b>Cultivar</b>	<b>Sólidos solúveis (°Brix)</b>
Folha Larga	1,19 a*
Cultivada	0,91 b
<b>Ambiente</b>	
Pleno sol	1,43 a**
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	1,05 b
Vermelha	0,94 b
Prata	0,78 b
CV (%)	22,15

\*Significativo pelo teste F

\*\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV- Coeficiente de variação

No verão, houve diferença significativa apenas entre as plantas cultivadas nos diferentes ambientes. Assim como no inverno e na primavera, no verão também foi encontrado maior teor de SS em plantas a pleno sol (1,16 °Brix), não havendo diferença estatística com as plantas sob tela preta e vermelha (Tabela 27). Nesta estação, plantas sob tela prata, apresentaram os menores teores de SS.

A concentração de SS em plantas a pleno sol e sob telas preta e vermelha não se diferiu estaticamente provavelmente porque o sombreamento influencia na taxa fotossintética e, conseqüentemente, no acúmulo de carboidratos, que constituem a maior parte do conteúdo de sólidos solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em trabalhos realizados por Fabri et al. (2004) com diferentes variedades de rúcula encontraram valores de SS de 3,6 °Brix e Santos et al. (2010), estudando a qualidade da alface do grupo crespa, produzida em sistema hidropônico, comercializada no município de Botucatu/SP, obtiveram valores de 3,61 °Brix, ambos trabalhos encontraram valores superiores aos observados neste trabalho.

Tabela 27 - Verão: Teor de sólidos solúveis (SS) em plantas de rúcula, sob diferentes ambientes de cultivo.

<b>Ambiente</b>	<b>Sólidos solúveis (°Brix)</b>
Pleno sol	1,16 a
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	0,93 ab
vermelha	0,97 ab
Prata	0,75 b
CV (%)	25,9

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

No outono, houve interação significativa entre os tratamentos estudados. Plantas de rúcula cv. Folha larga a pleno sol apresentaram maior teor de SS, sendo estatisticamente diferente do encontrado em plantas sob os demais ambientes. Para a cv. Cultivada, não houve diferenças estatística entre os ambientes de cultivo (Tabela 28).

As cultivares apresentaram teores de SS estatisticamente diferente apenas sob tela vermelha e pleno sol, sendo que a cv. Folha larga apresentou maior teor de SS nestes ambientes do que a cv. Cultivada. Nos demais ambientes não houve diferença significativa entre as plantas das duas cultivares (Tabela 28).

Os valores de SS nas folhas de rúcula em todas as estações, estão abaixo do encontrado por Pereira et al. (2015), em seu trabalho de pós-colheita com rúcula em sistema orgânico (2,4 °Brix).

Tabela 28 - Outono: Teor de sólidos solúveis (SS) em plantas de rúcula cultivares Folha larga e Cultivada, sob diferentes ambientes de cultivo.

Ambiente	Sólidos solúveis (°Brix)	
	Folha Larga	Cultivada
Pleno sol	0,83 aA	0,58 aB
<b>Tela (50%)</b>		
Preta	0,53 bA	0,50 aA
Vermelha	0,65 bA	0,53 aB
Prata	0,53 bA	0,53 aA
CV (%)	12,66	

\*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

De maneira geral o ambiente pleno sol proporcionou maior expressão das atividades fisiológicas, por meio de uma maior fotossíntese líquida e, conseqüentemente maior acúmulo de carboidratos, que resultam no incremento de massa seca e açúcares redutores e não redutores (TAIZ et al., 2017; KERBAUY, 2019), compostos que em altas concentrações melhoram as características físico-químicas dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

#### 4.5.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

De acordo com Feltre (1992), pH é a acidez real ou atua da solução, indica a concentração dos íons  $H^+$  que estão ionizados no equilíbrio ou dissociados na solução, enquanto que a acidez titulável ou potencial, é a concentração de ácidos não ionizados ou não dissociados, mas que poderão ionizar-se no futuro.

Para a cultura da rúcula em cultivo de inverno e primavera, houve diferença significativa no pH das folhas apenas para ambientes de cultivo, não sendo diferente entre as cultivares. No inverno, plantas sob tela preta apresentaram maior pH (5,72), e aquelas sob tela vermelha e pleno sol o menor (5,55) (Tabela 29). O menor pH indica plantas mais ácidas e com sabor mais pungente, característico de plantas de rúcula.

Tabela 29 - Inverno: Potencial Hidrogeniônico (pH) em folhas de rúcula, sob diferentes ambientes de cultivo.

<b>Ambiente</b>	<b>pH</b>
Pleno sol	5,55 bc
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	5,72 a
vermelha	5,55 c
Prata	5,71 ab
CV (%)	2,09

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

Na primavera, foi observado maior pH (5,39) nas plantas a pleno sol e menor sob tela preta e vermelha (5,21 e 5,25, respectivamente) (Tabela 30). Resultado associado a alta incidência de radiação solar neste período.

Tabela 30 - Primavera: Potencial Hidrogeniônico (pH) em folhas de rúcula, sob diferentes ambientes de cultivo.

<b>Ambiente</b>	<b>pH</b>
Pleno sol	5,39 a
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	5,21 b
vermelha	5,24 b
Prata	5,30 ab
CV (%)	1,8

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

No verão, as médias de pH em plantas de rúcula se diferiram estatisticamente apenas entre cultivar e ambiente, não havendo interação significativa entre os tratamentos. A cv. Folha larga apresentou maior pH que a cv. Cultivada.

Quanto aos ambientes, plantas a pleno sol e sob tela preta apresentaram maior pH, enquanto que aquelas sob tela vermelha apresentaram os menores valores (Tabela 31).

Os valores de pH encontrados em plantas de rúcula, no inverno, primavera e verão estão próximos aos relatados por Pereira et al. (2015), que estudando a qualidade pós-colheita de rúcula cultivada de forma orgânica, obteve valores de pH de 5,6.

Na condição de verão, as temperaturas elevadas induzem o crescimento precoce, tornando as folhas mais pungentes e amargas devido ao pH mais ácido.

Tabela 31 - Verão: Potencial Hidrogeniônico (pH) em folhas de rúcula cultivares Folha larga e Cultivada, sob diferentes ambientes de cultivo.

<b>Cultivar</b>	<b>pH</b>
Folha Larga	5,51 a*
Cultivada	5,41 b
<b>Ambiente</b>	
Pleno sol	5,55 a**
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	5,55 a
Vermelha	5,35 b
Prata	5,40 ab
CV (%)	2,16

\*Significativo pelo teste F

\*\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV- Coeficiente de variação

No outono houve diferença estatística para a interação ambiente e cultivar. Comparando as duas cultivares nos diferentes ambientes é possível afirmar que plantas da cv. Folha larga apresentaram maior pH quando a pleno sol e menor sob tela prata. Para a cv. Cultivada foi encontrado maior pH em plantas sob tela prata.

As cultivares apresentaram diferença significativa para pH apenas quando cultivadas a pleno sol, neste ambiente as plantas da cv. Folha larga apresentaram maior pH que as da cv. Cultivada. Nos ambientes sombreados não houve diferença significativa entre as cultivares (Tabela 32).

Em relação as demais estações, as plantas cultivadas no outono apresentaram maior pH que as cultivadas na demais estações, indicando sabor menos ácido e menor pungência.

Tabela 32 - Outono: Potencial Hidrogeniônico (pH) em folhas de rúcula cultivares Folha larga e Cultivada, sob diferentes ambientes de cultivo.

<b>Ambiente</b>	<b>pH</b>	
	Folha Larga	Cultivada
Pleno sol	6,35 aA	6,20 bB
<b>Tela (50%)</b>		
Preta	6,26 abA	6,39 aA
Vermelha	6,10 bcA	6,08 bcA
Prata	6,07 Ca	5,99 cA
CV (%)	1,55	

\*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

#### 4.5.3 Acidez titulável

A AT é uma quantidade total de ácido na solução, e no experimento de inverno esse total se diferiu apenas para cultivares e ambientes, não havendo interação significativa. Plantas da cv. Folha larga apresentaram maior AT que as da cv. Cultivada. Quanto aos ambientes, plantas a pleno sol tiveram maior AT que aquelas sob os demais ambientes (Tabela 33).

A acidez encontrada nas hortaliças indica sabor ácido ou azedo, o que é representado pela presença de ácidos orgânicos nos vegetais. Com raras exceções, hortaliças possuem baixa acidez (PASCHOALINO, 1997). Em comparação com as demais estações, as plantas no inverno apresentaram menor AT, indicando plantas mais ácidas.

Tabela 33 - Inverno: Acidez Titulável em folhas de rúcula cultivares Folha larga e Cultivada e sob diferentes ambientes de cultivo.

<b>Cultivar</b>	<b>Acidez titulável (g de ácido cítrico/100 mL)</b>
Folha Larga	0,04 a*
Cultivada	0,03 b
<b>Ambiente</b>	
Pleno sol	0,0464 a**
<b>Tela</b>	
Preta	0,0352 b
Vermelha	0,0328 b
Prata	0,0312 b
CV (%)	20,62

\*Significativo pelo teste F

\*\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV- Coeficiente de variação

Na primavera e no verão houve diferença significativa apenas nos teores de AT em plantas submetidas aos diferentes ambientes, não havendo diferença entre as cultivares estudadas, nem interação ambiente e cultivar.

Em ambas estações, as plantas a pleno sol apresentaram maior AT, enquanto aquelas sob tela prata o menor (Tabela 34 e 35). A AT é resultado do acúmulo de ácidos orgânicos, formados durante a fotossíntese mais especificamente na fase de carboxilação, por isso, maior

AT foi encontrado em plantas a pleno sol, assim como o maior teor de pigmentos fotossintetizantes.

Resultados parecidos aos encontrados em plantas a pleno sol, também foram relatados por Sigrist (2003), que em seu trabalho com rúcula cv. Folha larga minimante processada e armazenada em diferentes tipos de embalagem, encontraram teores de AT variando de 0,07 a 0,11 g de ácido málico 100 g<sup>-1</sup> de folha.

Tabela 34 - Primavera: Acidez Titulável em folhas de rúcula, sob diferentes ambientes de cultivo.

<b>Ambiente</b>	<b>Acidez titulável (g de ácido cítrico/100 mL)</b>
Pleno sol	0,0736 a
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	0,0600 ab
vermelha	0,0552 b
Prata	0,0384 c
CV (%)	19,63

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

Tabela 35 - Verão: Acidez Titulável em folhas de rúcula, sob diferentes ambientes de cultivo.

<b>Ambiente</b>	<b>Acidez titulável (g de ácido cítrico/100 mL)</b>
Pleno sol	0,0664 a
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	0,0539 ab
vermelha	0,0491 ab
Prata	0,0448 b
CV (%)	26,72

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

No outono houve interação significativa. Analisando os ambientes dentro de cada cultivar, observa-se diferença significativa apenas para a cv. Folha larga a pleno sol. As plantas da cv. Folha larga a pleno sol apresentaram maior acidez titulável que as sob tela sombreada (Tabela 36).

O menor teor em plantas sombreadas no outono pode ser resultado do consumo do próprio vegetal, na tentativa de manter suas funções metabólicas ativas, utilizando os ácidos orgânicos como fonte de energia para permanecer vivo, resultando na redução do teor de acidez titulável (NUNES et al., 2013). Todos os ambientes propiciaram plantas com teores de AT sem diferença estatística na cv. Cultivada.

Para o desdobramento cultivar dentro de cada nível de ambiente, houve diferença significativa apenas entre plantas das cultivares Folha larga e Cultivada a pleno sol. Ambas cultivares apresentaram resultado sem diferença estatística para as plantas sob os demais ambientes de cultivo (tela preta, vermelha e prata) (Tabela 36).

Tabela 36 - Outono: Acidez Titulável em folhas de rúcula cultivares Folha larga e Cultivada, sob diferentes ambientes de cultivo.

Ambiente	Acidez titulável (g de ácido cítrico/100 mL)	
	Folha Larga	Cultivada
Pleno sol	0,0656 aA	0,0352 aB
<b>Tela (50%)</b>		
Preta	0,0320 bA	0,0224 aA
Vermelha	0,0288 bA	0,0288 aA
Prata	0,0272 bA	0,0288 aA
CV (%)	31,59	

\*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

#### 4.5.4 Vitamina C

No inverno e no outono os teores de vitamina C foram diferentes estatisticamente apenas entre os ambientes estudados. Em ambas estações as plantas à pleno sol foram as que mais produziram vitamina C, não havendo diferença entre as plantas dos demais tratamentos (Tabela 37 e 38).

A vitamina C é o antioxidante mais abundante em plantas, ajudando-as a lidar com estresses causado pela falta de água e radiação UV, isso explica o seu maior teor em plantas a pleno sol, nesse ambiente as mesmas ficam mais sujeitas as condições climáticas e sofrem estresses, principalmente luminoso, então a ação antioxidante dessa vitamina auxilia seu metabolismo, favorecendo seu crescimento.

Quando se compara os valores de Vitamina C aqui encontrados com a literatura, as plantas deste experimento apresentaram maior teor (variando de 16, 25 a 10,50 mg/100g) que

os encontrados por Pereira et al. (2015), (2,7 mg/100g) e menor que os de Fabri et al. (2004) (49,62 mg/100g).

Tabela 37 - Inverno: Teores de vitamina C em folhas de rúcula, sob diferentes ambientes de cultivo.

Ambiente	Vitamina C (mg ácido ascórbico g <sup>-1</sup> amostra)
Pleno sol	16,25 a
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	11,25 b
Vermelha	12,00 b
Prata	10,50 b
CV (%)	16,93

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

Tabela 38 - Outono: Teores de vitamina C em folhas de rúcula, sob diferentes ambientes de cultivo.

Ambiente	Vitamina C (mg ácido ascórbico g <sup>-1</sup> amostra)
Pleno sol	26,00 a
<b>Tela (50%)</b>	
Preta	20,75 ab
vermelha	16,25 b
Prata	15,50 b
CV (%)	22,67

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

Na primavera e no verão as plantas de rúcula não apresentaram diferença significativa nos teores de vitamina C em nenhum tratamento e nem em suas interações. Na primavera o teor encontrado para a cv. Folha larga foi de 16,75 mg ácido ascórbico g<sup>-1</sup> amostra e para cv. Cultivada de 18,36 mg ácido ascórbico g<sup>-1</sup> amostra. No verão o teor encontrado foi de 20,86 mg ácido ascórbico g<sup>-1</sup> amostra na cv. Folha larga e 19,0 mg ácido ascórbico g<sup>-1</sup> amostra na cv. Cultivada.

#### 4.5.5 Ratio

A *ratio* é a relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável, expressa o balanço entre os dois no vegetal. O balanço dessa relação confere sabor, o qual pode ser mais ou menos

ácido em função da época e região de cultivo e das características de cada cultivar (TAVARES, 2004).

No inverno houve interação significativa entre os tratamentos para *ratio*. Para a cv. Folha larga a *ratio* não se diferiu estatisticamente entre plantas dos tratamentos tela preta (18,62), pleno sol (18,14) e tela prata (14,55), as quais diferiram das plantas sob tela vermelha (13,95). Para a cv. Cultivada menor *ratio* foi encontrada em plantas sob tela prata (12,70), as plantas dos demais ambientes não diferiram entre si (Tabela 39).

Comparando as cultivares dentro de cada ambiente observa-se diferença apenas quando cultivadas sob tela preta, nos demais ambientes as plantas das duas cultivares não se diferiram estatisticamente com relação ao *ratio*.

Tabela 39 - Inverno: *Ratio* em folhas de rúcula cultivares Folha larga e cultivada, sob diferentes ambientes de cultivo.

Ambiente	<i>Ratio</i>	
	Folha Larga	Cultivada
Pleno sol	18,14 abA	17,38 aA
<b>Tela (50%)</b>		
Preta	18,62 aA	13,38 abB
Vermelha	13,95 bA	15,63 abA
Prata	14,55 abA	12,70 bA
CV (%)	15,07	

\*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação

Na primavera, verão e outono a *ratio* nas plantas de rúcula não apresentou diferença significativa em nenhum tratamento e nem em suas interações. Em avaliações pós-colheita o balanço entre SS e acidez (*ratio*) é imprescindível e por vezes serve como parâmetro tecnológico para seleção de hortaliças, por isso conhecer a acidez é importante.

## 5 CONCLUSÕES

O uso de telas de sombreamento interfere na morfometria, crescimento e qualidade pós-colheita da rúcula. No inverno, em condições de radiação limitada, maiores produtividades são obtidas em cultivo a pleno sol para a cv. Folha larga e sob tela vermelha para a cv. Cultivada.

A pleno sol e sob tela vermelha a cv. Folha Larga, de modo geral, apresentou melhor desempenho agrônômico que a cv. Cultivada. No entanto, se a cultivar escolhida para plantio for a Cultivada, o ambiente mais indicado seria a tela vermelha, devido aos bons resultados que esse ambiente propiciou nas plantas dessa cultivar.

Na primavera, os ambientes apresentaram diferentes efeitos sobre o desenvolvimento e produtividade das plantas. Quando a pleno sol e sob tela vermelha a cv. Folha Larga apresentou maior produtividade.

No verão e outono as plantas sob tela vermelha apresentaram maior produtividade não havendo diferença entre as cultivares, sendo o uso dessa tela uma alternativa para cultivo de rúcula na região do experimento.

No outono, embora as plantas a pleno sol tenham apresentado as melhores características químicas, isso não lhe garante mercado, pois o produtor ganha em peso/volume e o consumidor não avalia a qualidade nutricional antes de comprar, leva em consideração apenas o aspecto físico e, ao final do ciclo, o aspecto visual das plantas cultivadas sob tela vermelha era mais atraente que o das plantas cultivadas nos demais ambientes.

O plantio de rúcula nas quatro estações do ano apresentou resultados positivos para o uso de tela vermelha, no entanto, no inverno as plantas sob essa tela apresentaram maior produtividade apenas para a cv. Cultivada. Na primavera os resultados de produtividade não se diferiram estatisticamente entre as plantas dos ambientes pleno sol e tela vermelha, no entanto, as plantas a pleno sol estavam mais tenras, com folhas mais duras e mais ácidas, além de aspecto físico menos atraente que as sob tela vermelha. No verão e outono, independente da cultivar escolhida (cv. Folha larga ou Cultivada), a melhor opção é a utilização de tela vermelha.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABADE, M. T. R. et al. Morfometria de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e pleno sol na primavera. **Agrometeoros**, Passo Fundo, RS, v. 27, n. 1, p. 217-226, set. 2019. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/agrometeoros/article/view/26578>> Acesso em: 20 jan. 2021.

ABADE, M. T. R. **Desempenho agrônômico de cultivares de rúcula em cultivo de primavera e inverno sob sombreamento**. 2018. 112 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2018.

AGUIAR, A. T. E. et al, (Ed.) Rúcula. In: \_\_\_\_\_ **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Boletim Técnico Instituto Agrônômico de Campinas. Campinas, n. 200, 2014. p. 362-364.

AGUIAR, R. **Cultivo em ambiente protegido: histórico, tecnologia e perspectivas**. Viçosa: Editora UFV, 2004. 322p.

AGUILERA, D. B.; FERREIRA, F. A.; CECON, P. R. Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n.1, p.43-51, 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pd/a/cnWpKXPWzmDVQnQtMGrfWqq/>> Acesso em: 20 abril 2021.

AL-HELAL, A. M.; ABDEL-GHANY, I. M. Measuring and evaluating solar radiative properties of plastic shading nets. **Solar Energy Materials & Solar Cells**, v. 95, p. 677-683, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927024810005799>> Acesso em: 14 mar. 2020.

AL-HELAL, I. M.; ABDEL-GHANY, A. M. Responses of plastic shading nets to global and diffuse PAR transfer: Optical properties and evaluation. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**, v.57, p.125-132, 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1573521410000114>>. Acesso em: 28 mar. 2020.

ALMEIDA, A. E. DA S. Eficiência agrônômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 28, n. 3, p. 79 – 85, jul. – set., 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rcaat/a/SbJF3pvh9YhdpCNz4vC4qjb/?format=pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. Disponível em: <[http://www.leb.esalq.usp.br/agmfacil/artigos/artigos\\_sentelhas\\_2013/2013\\_MeteorolZeitsch\\_22\(6\)\\_711-728\\_KoppensClimateClassBrazil.pdf](http://www.leb.esalq.usp.br/agmfacil/artigos/artigos_sentelhas_2013/2013_MeteorolZeitsch_22(6)_711-728_KoppensClimateClassBrazil.pdf)> Acesso em: 19 abr. 2019.

ALVES, T. N.; ECHER, M. DE M.; COUTINHO, P. W. R.; MACEDO JÚNIOR, E. K.; KLOSOWSKI, E. 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. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, PR, v. 6, n. 10, p. 79987-80001, oct. 2020. Disponível em: <<https://1library.org/document/y9g407vq-consorcios-quiabeiro-caracteristicas-quimicas-organico-consortiums-characteristics-management.html>> Acesso em: 20 abr. 2020.

ANGLÉS M. 2001. **Control climático y ciclo de cultivo**. Horticultura 152: 1-7.

ANTUNES, O. T; CALVETE, E. O; ROCHA, C.; NIENOW, A. A.; CECCHETTI, D.; RIVA, M. R. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.1, p.60-65, 2007. Disponível em < <https://www.scielo.br/j/hb/a/m8wKqy5vywjHRTJzxGFH33d/> > Acesso em: 20 abr. 2020.

ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B. Fotoinibição da fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v.7, n.4, p. 463-472, out./dez. 2009. Disponível em: < <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1009> >. Acesso em: 20 agos. 2020.

ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A. de.; CASTRO, E. M. de. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.

AUMONDE, T. Z.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; PEIL, R. M. N.; PEDÓ, T. Análise de crescimento do híbrido de mini melancia Smile enxertada e não enxertada. **Interciência**, v.36, n.9, p.677-681, set. 2011.

AYALA-TAFOYA, F. et al. Growth and yield of tomato in response to sun radiation transmitted by shade nets. **Terra Latinoamericana**, v.29, n.4, p.403-410, 2011.

BANZATTO, D. A; KRONKA, S. N. 1989. Experimentação agrícola. Jaboticabal, UNESP. 247p.

BASTÍAS, R.M.; CORELLI-GRAPPADELLI, L. Light quality management in fruit orchards: physiological and technological aspects. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.72, n.4, p.574-581, 2012. Disponível em: <<http://www.bioline.org.br/pdf?cj12087>>. Acesso em: 23 Mar. 2021.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, PR, v.34, p. 507-513, 1988.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal, 2. ed., Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2003. 42 p.

BERGAMASCHI, H. Temperatura do ar. In: BERGAMASCHI, H; BERGONCI, J. I. **As plantas e o clima: princípios e aplicações**. Guaíba: Agrolivros, 2017.352. p.

BEZERRA NETO, F.; ROCHA, R.C.C.; NEGREIROS, M.Z. de; ROCHA, R.H.C.; QUEIROGA, R.C.F. de. Produtividade de alface em função de condições de sombreamento e temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.23, p.189-192, 2005.

BHERING, A. S. **Efeito das malhas termorreletores, difusora e Sombrite no crescimento e produtividade de brócolis**. 2013. 48p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, SP, v.12, p.123-130, 1999.

BORGES, C. T.; DEUNER, C.; RIGO, G. A.; OLIVEIRA, S. DE; MORAES, D. M. de. O estresse salino afeta a qualidade fisiológica de sementes de rúcula? **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, GO, v.10, p.1049-1057, 2014.

BOTREL, N. **Pós-colheita de hortaliças**. Embrapa hortaliças, p. 1-5. 2017.

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

BUTHELEZI, M. N. D. et al. Spectral quality of photoselective nets improves phytochemicals and aroma volatiles in coriander leaves (*Coriandrum sativum* L.) after postharvest storage. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v.161, p.328-334, 2016. Disponível em:<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27295414>>. Acesso em: 15 Mar. 2021.

CARON, B. O.; SOUZA, V. Q.; TREVISAN, R.; BEHLING, A.; SCHMIDT, D.; BAMBERG, R.; ELOY, E. Eficiência de conversão de radiação fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, V. 36, n. 5, p.1248-1254, set./out.2007.

CARVALHO, K. DOS S.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVEIRA, M. H. D.; CABRAL, C. E. A.; LEITE, N. Rúcula submetida à adubação nitrogenada via fertirrigação. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, GO, v.8, p.1545-1553, 2012.

CASA DA AGRICULTURA. **Produção em ambiente protegido**, Campinas, Ano 14. n. 2, p.10-18, 2011.

CASTELLANO, S.; SCARASCIA MUGNOZZA, G.; RUSSO, G.; BRIASSOULIS, D.; MISTRIOTIS, A.; HEMMING, S.; WAAIJENBERG, D. Plastic nets in agriculture: a general review of types and applications. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 24, n. 6, p. 799- 808, 2008.

CHAGAS, J. H.; RIBEIRO, A. S.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; SANTOS, F. M.; BOTREL, P. P. Acúmulo de biomassa seca em plantas de *Mentha arvensis* cultivada sob diferentes malhas e níveis de sombreamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.28, p.S3457-S3463, 2010.

CHAUDHARY, P., SHARMA, A., SINGH, B., NAGPAL, A. K. Bioactivities of phytochemicals present in tomato. **Journal of food science and technology**, v. 55, n. 8, p. 2833-2849, 2018.

CHRISTOFFOLETI, P. J. Análise comparativa do crescimento de biótipos de picão-preto (*bidens pilosa*) resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da als. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.19, n.1, p.75-83, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pd/a/8NJFFrPwjFvgckBc4xhwrRb/?lang=pt&format=pdf>> Acesso em: 21 sept. 2021.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. 2. ed. ESAL/FAEPE, Lavras, Brasil. 2005.

CLAUSSEN, J.W. Acclimation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. **Forest Ecology and Management**, v.80, n. 1-3, p.245-255, 1996.

COSTA, A. G.; CHAGAS, J. H.; BERTOLUCCI, S. K. V.; PINTO, J. E. B. P. Níveis de sombreamento e tipos de malha no crescimento e produção de óleo essencial de hortelã-pimenta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.32, p.194-199, 2014

COSTA, L. C. B.; PINTO, J. E. B. P.; CASTRO, E. M.; ALVES, E.; BERTOLUCCI, S. K. V.; ROSAL, L.F. Effects of coloured shade netting on the vegetative development and leaf structure of *Ocimum selloi*. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 69, n. 2, p. 349-359, 2010.

COSTA, C. M. F.; SEABRA JÚNIOR, S.; ARRUDA, G. R.; SOUZA, S. B. S. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 32, n.1, p. 93-102, jan./mar. 2011.

COSTA, V. M. **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro produzidas em tubetes, sob malhas termorrefletoras e malha negra**. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2004.

CORRÊA, R. M.; PINTO, J. E. B.; REIS, É. S.; MOREIRA, C. M. Crescimento de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de folhas de orégano sob malhas coloridas. **Global Science and Technology**, v.5, p.11-22, 2012.

CORREIA, L. F. M.; FARAONI, A. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, SP, v.19, n.1, p.83-95, 2008. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewArticle/204#:~:text=Efeitos%20do%20processamento%20industrial%20de%20alimentos%20sobre%20a,mudan%C3%A7as%20e%20intera%C3%A7%C3%B5es%20entre%20os%20constituintes%20de%20alimentos>> Acesso em: 20 abr. 2020.

COZZOLINO, S.M.F. The influence of processing and preservation on the retention of health-promoting compounds in broccoli. **J. Food Sci.**, v.72, p.130- 135, 2009.

CUNHA, F. F.; SOUZA, I. P.; CAMPOS, W. O.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; MAGALHÃES, T. A.; ALEMAN, C. C. Desempenho de genótipos de rúcula sob lâminas de irrigação no Cerrado brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 42, n.3, p.271-280, May/Jun. 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v42n3/1981-1829-cagro-42-03-271.pdf>> Acesso em: 03/07/2019.

DALASTRA, G. M.; HACHMANN, T. L.; ECHER, M. M.; GUIMARÃES, V. F.; FIAMETTI, M. S. Características produtivas de cultivares de alface mimosa, conduzida sob diferentes níveis de sombreamento, no inverno. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, PR, v. 15, n. 1, jan./mar., p.15-19, 2016.

DANTAS, R. T.; ESCOBEDO, J. F. Índices morfo-fisiológicos e rendimento da alface (*Lactuca sativa* L.) em ambientes natural e protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, PB, v.2, p. 27-31, 1998.

DAVID, E. F. S.; BOARO, C. F. S. Translocação orgânica, produtividade e rendimento de óleo essencial de *Mentha piperita* L. cultivada em solução nutritiva com variação dos níveis de N, P, K e Mg. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Botucatu, SP, v. 11, n.3, p. 236-246, 2009.

ESPINDOLA JUNIOR, A.; BOEGER, M.R.T.; MACCARI JÚNIOR, A.; REISSMANN, C.B.; RICKLI, F.L. Variação na estrutura foliar de *Mikania glomerata* Spreng. (Asteraceae) sob diferentes condições de luminosidade. **Brazilian Journal of Botany**, v.32, p.749-758, 2009.

FABRI, E. G., SALA, F. C., FABRÍCIO, F., RONDINO, E., MINAMI, K., COSTA, C., JACOMINO, A. Avaliação da qualidade variedades de rúcula. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.22, n.2 .2004.

FARIAS, J.R. et al. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v. 1, n. 1, p. 51-62, 1993.

FAHL, J.I. et al. (Eds.) **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas, Instituto Agrônomo, 6.ed. rev. atual. 1998. 396p. (Boletim 200).

FAO. **Protected cultivation in the mediterranean climate**. Roma: FAO, 2013. 313p. (FAO Plant Production and Protection Paper, 90).

FELTRE, R. **Química (físico-química)**, 3. ed. v. 2, 474p. 1992.

FELTRIM, A. L.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARBOSA, J. C. Produção de chicória em função do período de cobertura com tecido de polipropileno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, p. 249-254, 2006.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV. 421 p. 2013.

FREITAS, E. M. et al. Arugula production as a function of irrigation depths and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.21, n.3, p.197-202, 2017.

FREITAS, K. K. C. et al. Desempenho agrônomo de rúcula sob diferentes espaçamentos e épocas de plantio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v.40, p. 449-454, 2009.

FURLAN, R. A.; FOLEGATTI, M. V.; SENTELHAS, P. C. Efeito da nebulização e ventilação natural na redução da temperatura do ar em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v.9, n.2, p.181-186, 2001.

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

GEORGÉ, S.; BRAT, P.; ALTER, P.; AMIOT, M. J. Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant derived products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 5, p. 1370-1373, 2005.

GINEGAR POLYSACK BRASIL. **Malhas termorrefletoras Aluminet®**. Disponível em: <<https://www.ginegar.com.br/agricultura/telas/aluminet-j>>. Acesso em: 17 agosto de 2021.

GONDIM, A. R. O.; PUIATTI, M.; VENTRELLA, M. C.; CECON, P. R. Plasticidade anatômica da folha de taro cultivado sob diferentes condições de sombreamento. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 67, n. 4, p. 1037- 1045, 2008.

GONZALEZ, A. F.; AYUB, R. A.; REGHIN, M. Y. Conservação de rúcula minimamente processada produzida em campo aberto e cultivo protegido com agrotêxtil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 3 p.360-360, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/rZVjZTyPhdJXPkrv4cn9vNq/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 20 agos. 2020.

GRUDA, N. Impact of environmental factors on product quality of greenhouse vegetables for fresh consumption. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.24, n.3, p.227-247, 2005. Disponível em:<<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07352680591008628>>. Acesso em: 10 dec. 2020.

GUIMARÃES, M. A; 2020. Agronomic performance of arugula/ nira intercropping in different cultivation arrangements. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n.3. p. 329-333, july-sept., 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620200315>>. Acesso em: 21 sept. 2020.

GUIMARÃES, R. J. **Análise do crescimento e da quantificação de nutrientes em mudas de cafeiro (*Coffea arabica* L.), durante seus estádios de desenvolvimento em substrato padrão**. 1994. 113 p. Dissertação. (Mestrado em Fitotecnia). ESAL, Lavras, MG, 1994.

GUISELINI, C. **Microclima e produção de gérbera em ambientes protegidos com diferentes tipos de cobertura**. 2002. 53 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

HEALEY, K. D.; RICKERT, K. G.; HAMMER, G. L.; BANGE, M. P. Radiation use efficiency increases when the diffuse component of incident radiation is enhanced under shade. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 49, p. 665-72, 1998.

HIRATA, A. C. S.; HIRATA, E. K. Desempenho produtivo do agrião d'água cultivado em solo sob telas de sombreamento. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v.50, n.10, p.895-901, out. 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/SwVrYHBHDbxCCV5VQCgKkQn/#>> Acesso em: 30 out. 2020.

HIRATA, E. K. **Respostas fisiológicas da rúcula ao cultivo sob telas fotoconversoras no inverno e no verão**. 2014. 48 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Unoeste, Presidente Prudente, 2014.

HUERTAS, L. Control ambiental em el vivero. **Horticultura Internacional**, n. extra, p. 77-84, 2006.

ILIĆ, Z. S.; MILENKOVIC, L.; STANOJEVIC, L.; CVETKOVIC, D.; FALLIK, E. Effects of the modification of light intensity by color shade nets on yield and quality of tomato fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 139, p. 90–95, 2012.

ILIĆ S. Z., et al. Effect of coloured shade-nets on plant leaf parameters and tomato fruit quality. **Journal of Science Food and Agriculture**, v.95, n.13, p.2660-2667, 2015. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25389124/>> Acesso em: 13 sept. 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ- IAL. 2008. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. In: ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (coord). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 1020 p.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 3º ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2019, 452p.

KNEKT, P.; KUMPULAINEN, J.; JARVINEN, R.; RISSANEN, H.; HELIOVAARA, M.; REUNANEN, A.; HALULINEN, T.; AROMAA, A. Flavonoids intake and risk of chronic diseases. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, p. 560-568, 2002.

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

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

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Meth Enzymol**, p. 350-382, 1987.

LIGOR, M.; TRZISZKA, T.; BUSZEWSKI, B. Study of antioxidant activity of biologically active compounds isolated from green vegetables by coupled analytical techniques. **Food Analytical Methods**, v. 6, n. 2, p. 630-636, 2013.

LIMA, M. C.; AMARANTE, L. do; 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, RS, v.41, p.45-50, 2011.

LUNZ, A. M. P.; SILVA JÚNIOR, E. C.; DE OLIVEIRA, L. C. Efeito de diferentes níveis de sombreamento no crescimento inicial de Unha de gato (*Uncaria tomentosa* Willd.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, p.866-873, 2014.

MACHADO, A. F. L. et al. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n.4, p.641-647, dez. 2006.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI. M.G. **Fisiologia Vegetal**. EPU/EDUSP. São Paulo. 1979. v. 1. p. 331-350.

MAGGI, M. F.; KLAR, A. E.; JADOSKI, C. J.; ANDRADE, A. R. S. Produção de variedades de alface sob diferentes potenciais de água no solo em ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu, SP, v. 11, n. 3, p. 415-427, 2006.

MARAFON, A. C. Análise quantitativa de crescimento em cana-de-açúcar: uma introdução ao procedimento prático. **Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2012.

MARTÍNEZ-GUTIÉRREZ, G.A. et al. Growth and oil content of basil (*Ocimum basilicum* L.) grown under colored shade nets. **Interciencia**, v.41, n.6, p.428-432, 2016. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33945816010>>. Acesso em: 12 Mar. 2021.

MARTINS, J. F. Aspectos ecofisiológicos e genéticos de biótipos de *Digitaria insularis* resistente e suscetível ao glyphosate. Universidade Estadual Paulista- UNESP, 20 set. 2013.

MARTINS, G. Cultivo em ambiente protegido- o desafio da plasticultura. In: NEVES, A. M. A. S.2006. Condições climáticas de Cáceres/MT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA- Os climas e a produção do Espaço no Brasil.2006. Rondonópolis/MT. **Anais/artigos do Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. V. 20006.

MEDEIROS, M. C. L.; MEDEIROS, D. C.; LIBERALINO FILHO, J. Adubação foliar na cultura da rúcula em diferentes substratos. **Revista Verde**, Mossoró, RN, v. 2, n. 2, p. 158-161, jul./dez. 2007.

MORAIS, P. L. D.; DA SILVA, D. N.; BEZERRA, A. M. L.; ABRANTES, S. J. D.; DE SOUSA O. N. N. Qualidade pós-colheita da alface hidropônica em ambiente protegido sob malhas termorrefletoras e negra. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 58, n. 1, p. 638- 644, 2011.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Japanese Society for Food Science and Technology**, v. 39, n.10, p. 925-928, 1992.

NIINEMETS, U.; FLECK, S. Petiole mechanics, leaf inclination, morphology, and investment in support in relation to light availability in the canopy of *Liriodendron tulipifera*. **Oecologia**, v.132, p.21-33, 2002.

NITSCHKE, P. R. et al. (2019). **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR. Disponível em:<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em 10 de abril de 2019.

NOMURA, E. S.; LIMA, J. D.; RODRIGUES, D. S.; GARCIA, V. A.; FUZITANI, E. J.; SILVA, S. H. M. G. Crescimento e produção de antúrio cultivado sob diferentes malhas de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 39, n. 5, p. 1394-1400, 2009.

NOVO, M. C. S. S.; TRANI, P. E.; MINAMI, K. Desempenho de três cultivares de almeirão sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 84-87, 2003.

NUNES, C. J. S.; SOUZA, M. L.; FERREIRA, R. L. F. Qualidade e pós-colheita da rúcula orgânica armazenada sob refrigeração. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, GO, v.9, n.17, p. 2231-2240, 2013.

OLIVEIRA, G. C. et al. Photosynthetic behavior, growth and essential oil production of *Melissa officinalis* L. cultivated under colored shade nets. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.76, n.1, p.123-128, 2016. Disponível em: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-58392016000100017](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-58392016000100017)>. Acesso: 21 mar. 2021.

OLIVEIRA, F. L. de; ARAÚJO, A. P.; GUERRA, J. G. M. Crescimento e acumulação de nutrientes em plantas de taro sob níveis de sombreamento artificial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.29, p.292-298, 2011.

OLIVEIRA, E. Q. et al. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.28, p. 36-40, 2010.

OTONI, B. da S.; MOTA, W.F. da; BELFORT, G.R.; SILVA, A.R.S.; VIEIRA, J.C.B.; ROCHA, L. de S. Produção de híbridos de tomateiro cultivados sob diferentes porcentagens de sombreamento. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.59, n. 6, p.816-825, 2012.

PASCHOALINO, J. E. **Hortalças acidificadas em conserva: riscos e cuidados**. Informativo Fruthotec, Campinas, v. 3, n. 2, 1997.

PEIXOTO, C. O. Dinâmica do crescimento vegetal: princípios básicos. **Tópicos em ciências agrárias**, p. 38, 2009.

PEREIRA, E. M. et al. Qualidade pós-colheita de frutas e hortaliças cultivadas de forma orgânica. **Revista Verde**, Pombal, PB, v. 10, n.2, p. 56 - 60, abr-jun, 2015.

POLJAKOFF-MAYBER, A; GALE, J. 2012. Base fisiológica e problemas práticos de redução da transpiração. In: KOZLOWSKI, TT (ed). **Déficits hídricos e crescimento das plantas** v. 3. Amsterdã: Elsevier. p.277-306.

PUIATTI, M.; FINGER, F.L. Fatores climáticos. In: FONTES, P.C.R. (Ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: Ed. da UFV, 2005. p.17-30.

PURQUERIO, L. F. V.; DEMANT, L. A. R.; GOTO, R.; VILLAS BOAS, R. L. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. **Horticultura Brasileira**, Brasileira, DF, v. 25, n. 3, p. 464-470, jul./set. 2007. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/hb/v25n3/a28v25n3.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

QUEIROGA, R. C. F.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; OLIVEIRA, A. P.; AZEVEDO, C. M. S. B. Produção de alface em função de cultivares e tipos de telas de sombreamento nas condições de Mossoró. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.19, p.192-196, 2001.

QUEIROZ, J. P. da S.; COSTA, A. J. M. da; NEVES, L. G.; SEABRA JUNIOR, S.; BARELLI, M. A. A. Estabilidade fenotípica de alfaces em diferentes épocas e ambientes de cultivo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v.45, p.276-283, 2014.

RAMPAZZO, R.; SEABRA JÚNIOR, S.; NUNES, M. C. M.; NEVES, S. M. A. S.; FERREIRA, R. F. Eficiência de telas termorrefletoras e de sombreamento em ambiente protegido tipo telado sob temperaturas elevadas. **Engenharia na Agricultura**, v. 22, n. 1, p. 33-42, 2014.

RIBEIRO, M. de N.O.; CARVALHO, S. P. de; PEREIRA, F. J.; CASTRO, E. M. de. Anatomia foliar de mandioca em função do potencial para tolerância a diferentes condições ambientais. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v.43, p.354-361, 2012.

RODRIGUES, B. N.; PITELLI, R. A.; BELLINGIERI, P. A. Efeitos da calagem do solo no crescimento inicial e absorção de macronutrientes por plantas de trapoeraba (*Commelina benghalensis*). **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 13, n. 2, p. 59-68, 1995.

RODRIGUES, J. D. **Influência de diferentes níveis de cálcio, sobre o desenvolvimento de plantas estilosantes (*Stylodanthes guyanensis* (Aubl.) Swartz cv cook), em cultivo hidropônico**. 1990. 180p. Tese (Livre docência em Fisiologia vegetal) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1990.

RYDER, E. J. **Crop production science in horticulture: Lettuce, endive and chicory**. US Department of Agriculture. Agricultural Reserach Service. Salinas.USA.1999.208P.

SALA, F. C. et al. Caracterização varietal de rúcula. In: **Anais do 44º Congresso Brasileiro de Olericultura**. Horticultura Brasileira, Campo Grande, v.22, n.2, jul. 2004. Suplemento 2. CD-ROM.

SALES, F. A. de L.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; BARBOSA, J. P. R. A. D.; VIANA, T. V. de A.; FREITAS, C. A. S. de. Telas agrícolas como subcobertura no cultivo de alface hidropônica. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.44, p.1755-1760, 2014.

SALLES, J. S.; STEINER, F.; ABAKER, J. E. P.; FERREIRA, T. S.; MARTINS, G. L. M. Resposta da rúcula à adubação orgânica com diferentes compostos orgânicos. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 2, p. 35-40, abr./jun. 2017.

SANTOS, H. G. dos; ALMEIDA, J. B. de; LUMBREAS, J. F.; ANJOS, L. H. C. dos; COELHO, M. Z.; JACOMINE, P. K. T.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, V. A. O. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353 p.

SANTOS, O. D.; HAESBAERTI, F. M.; PUHLI, J. Suficiência amostral para alface cultivada em diferentes ambientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 40, n. 4, p. 800-805, 2010.

SANTOS, L. L.; JUNIOR, S. S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade. Temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**. Alta Floresta, MT, v.8. n.1.p.83-93, 2010.

SANTOS, C. M. G; BRAGA, C. L; VIEIRA, M. R. S, CERQUEIRA, R. C; BRAUER, R. L.; LIMA, G. P. P. Qualidade da alface comercializada no município de Botucatu SP. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 11:67-74, 2010.

SANTOS, R. H. S.; SILVA F.; CASALI, V. W. D.; CONDÉ, A. R. Conservação pós-colheita de alface cultivada com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, p.521-525, 2001.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO (SEAB) - Departamento de Economia Rural (DERAL). **Divisão de Conjuntura Agropecuária Prognóstico Olericultura** - Novembro de 2020. <[https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2021-01/Olericultura\\_2021.pdf](https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-01/Olericultura_2021.pdf)> Acesso em: 20/08/2021.

SENTELHAS, P.C.; SANTOS, A.O. Cultivo Protegido: aspectos microclimáticos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, SP, v. 1, n. 2, p. 108-115, 1995.

SEEMANN, J. Greenhouse climate. In: Seemann, Journal Agrometeorology. New York: Springer-Verlag, 1979. p. 165-178.

SIGRIST, J. M. M.; SARANTOPOULOS, C. I. G.L.; SILVEIRA, N. F. A.; CALEGARIO, F. F.; PRESTES, E. B.; MINAMI, K. Influência de embalagens com filmes flexíveis na qualidade de rúcula minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, 2003.

SILVA, E. M. N. C. de P. da; FERREIRA, R. L. F.; RIBEIRO, A. M. A. de S.; ARAÚJO NETO, S. E. de; KUSDRA, J. F. Desempenho agrônômico de alface orgânica influenciado pelo sombreamento, época de plantio e preparo do solo no Acre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.50, p.468-474, 2015.

SILVA, C. B. da; SILVA, J. C. da; SANTOS, L. de A.; OLIVEIRA, A. N. de; SANTOS, D. P. dos; SANTOS, M. A. L. dos. Necessidade hídrica da cultura da rúcula (*Eruca sativa* L.) cultivada no agreste alagoano. XXV CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem 08 a 13 de novembro de 2015, UFS - São Cristóvão/SE.

SILVA, R. A. da.; VARGAS, P. F.; FERRARI, S.; PAVARINI, G. M. P. Telas de sombreamento no desempenho de cultivares de alface. **Nucleus**, v.11, n.2, p. 433-442 out. 2014.

SILVA, E. M. N. C. P.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E. D. A.; TAVELLA, L. B.; SOLINO, A. J. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 1, p. 242-245, abr./jun. 2011.

SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, v.81, n.1, p.337-354, 2002.

SGANZERLA, E. Nova Agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos. 5. ed. Guaíba: **Agropecuária**, 1995. 342p.

SHAHAK, Y.; GUSSAKOVSKY, E. E.; COHEN, Y.; LURIE, S.; STERN, R.; KFIR, S.; NAOR, A.; ATZMON, I.; DORON, I. Greenblat Avron Color Nets: a new approach for light manipulation in fruit trees. **Acta Horticulturae**, n. 636, p. 609-616, 2004.

SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J. S.; FERREIRA, D. dos R. Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura dos cloroplastos de plantas jovens de *Mikania laevigata* Schultz bip. Ex baker (guaco) cultivadas sob malhas coloridas. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, GO, v. 7, n.12, p.1-14,2011.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W. do.; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 35, n. 3, p. 748-755, mai./jun.2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v35n3/a43v35n3.pdf>. Acesso em: 02 agos. 2020.

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

TAVARES, S.; CASTRO, P.; SILVA, G. P.; SASAKI, F. F. Manutenção da Qualidade Pós-colheita da lima ácida 'Tahiti' com N-Large. In: I Workshop Internacional de Pós-colheita de Frutas e II Workshop Internacional de Pós-colheita de Citros, 2004, Cordeirópolis - SP. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. v. 16. p. 21-22, 2004.

TSIROGIANNIS, I. L. et al. Relationships between reflectance and water status in a greenhouse rocket (*Eruca sativa* Mill.) cultivation. **European Journal of Horticultural Science**, v. 78, n.6, p.275-282, 2013.

TRANI, P. E., PASSOS, F. A. Rúcula (Pinchão) *Eruca vesicaria sativa* (Mill.) Thell. In: congresso brasileiro de olericultura, 45°. Fortaleza, Ago. 2005 – Suplemento CDROM.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. Van. **Hortaliças**. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: IAC, p.157-186, 1996. (Boletim técnico, n. 100).

TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B.; LISBÃO, R. S. (1992). Cultura da rúcula. Campinas: IAC.8p. (Boletim técnico 146).

TINYANE, P. P.; SIVAKUMAR, D.; SOUNDY, P. Influence of photo-selective netting on fruit quality parameters and bioactive compounds in selected tomato cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 161, p. 340–349, 2013.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. V. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n.3, p.497-506, 2000.

VIEIRA FILHO, P. et al. Fertirrigação com nitrogênio na cultura da rúcula. **Agrarian**, v.10, p.304-310, 2017.

VALMORBIDA, J.; BOARO, C. S. F.; SCAVRONI, J.; DAVID, E. F. S. Crescimento de *Mentha piperita*, cultivada em solução nutritiva com diferentes doses de potássio. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Botucatu, SP, v. 9, n.4, p. 27-23, 2007.

WILHELM, W.W.; McMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v. 35, p. 1-3, 1995.

ZÁRATE, N. A. H; et al. Cobertura do solo com cama de frango, com e sem amontoa, na produção de beterraba. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.34, p. 1598-1603, 2010.

ZORZETO, T. Q.; ARAÚJO, H. F. DE; LEAL, P. A. M. Produção de alface baby leaf sob telas de sombreamento em casa de vegetação em diferentes volumes de substrato. XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015 13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro-SP, Brasil.