

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**  
**CAMPUS DE CERRO LARGO**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**EMERSON SEBASTIÃO GOMES SANTIAGO**

**RADIAÇÃO DA LUZ UV-C PARA O CONTROLE DE MANCHAS FOLIARES**  
**NA CULTURA DO MORANGUEIRO**

**CERRO LARGO**

**2021**

**EMERSON SEBASTIÃO GOMES SANTIAGO**

**RADIAÇÃO DA LUZ UV-C PARA O CONTROLE DE MANCHAS FOLIARES  
NA CULTURA DO MORANGUEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Pedro Schneider.

**CERRO LARGO**

**2021**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Santiago, Emerson Sebastião Gomes  
Radiação da luz UV-C para o controle de manchas  
foliares na cultura do morangueiro / Emerson Sebastião  
Gomes Santiago. -- 2021.  
59 f.:il.

Orientador: Doutor Evandro Pedro Schneider  
Co-orientadora: Doutora Juliane Ludwig  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2021.

1. Controle físico, Escala visual, Fitossanidade,  
Patógeno, Trifólio. I. Schneider, Evandro Pedro, orient.  
II. Ludwig, Juliane, co-orient. III. Universidade  
Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

**EMERSON SEBASTIÃO GOMES SANTIAGO**

**RADIAÇÃO DA LUZ UV-C PARA O CONTROLE DE MANCHAS FOLIARES NA  
CULTURA DO MORANGUEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 24/05/2021.

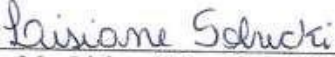
**BANCA EXAMINADORA**



Prof.º Dr.º Evandro Pedro Schneider – UFFS  
Orientador



Prof.ª Dr.ª Débora Leitzke Betemps – UFFS  
Avaliador



Ma. Lisiane Sobucki – UFSM  
Avaliador

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus mentores, agradeço pela proteção, ensinamentos, por guiar-me, iluminar-me e dar-me a humildade tolerância e amor. E as alegrias que me tem proporcionado durante esta jornada da minha vida.

Aos meus pais Natalino Gomes Santiago e Isabel Maria Sousa Vitor, pelo carinho, incentivo, orações, confiança e por tudo que fazem por mim. Amo vocês!

Aos meus irmãos Adilson, Adriano e Eduardo, que estão sempre a ajudar-me. A minha irmã Mislene, pelo apoio, conversas e ajudas nesse processo da minha formação.

Ao professor e orientador Dr<sup>o</sup>. Evandro Pedro Schneider, pelo incentivo e auxílio, pelo tempo dedicado e pelos ensinamentos profissionais, que certamente contribuíram para minha formação. A professora Dr<sup>a</sup>. Juliane Ludwig, pelo auxílio prestado, contribuições, incentivo para a melhor realização deste trabalho, meu muito obrigado.

A todos os professores do curso de Agronomia pela formação profissional, pessoal e apoio durante a graduação.

Aos amigos, Takeshi, Uerpe, Marcondes, Shinji, Jhone, José Edjailson, Cristiano, Everaldo, Jhonatan, Guilherme, Diego (In memoriam), Rogério, Bruno, Jhonatan, Alex, Charles, Lucas e amigas Taisa, Danieli, Larissa, Luciana, Aluanda, Regina, pela amizade e companheirismo, e pelas longas horas de conversas, apoio, ensinamentos ao longo de toda graduação.

À Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), seu corpo de docente, direção e administração pela oportunidade de estudo e pela infraestrutura concedida para a realização desta pesquisa.

À equipe técnica do laboratório e aos terceirizados do galpão de equipamentos da UFFS, Campus Cerro Largo, pela disposição, atenção e apoio prestado. A todos aqueles que, eventualmente, não tenham sido acima citados, mas que, de uma forma ou outra, contribuíram para a concretização deste trabalho.

Obrigado!

## RESUMO

A luz UV-C com radiação de 254 nm é uma alternativa para eliminar patógenos, sem causar contaminações e melhorar a qualidade funcional de proteção da planta através do estresse abiótico. O estresse abiótico, favorece na ativação dos metabolismos que atribuem as funções de defesa, através das antocianinas, carotenoides, flavonas, flavanóis, isoflavonas na cultura do morangueiro. A partir destas condições, objetivou-se com este trabalho identificar o efeito da luz ultravioleta-C de 254nm, para controle de manchas foliares dos trifólios, durante desenvolvimento vegetativo do morangueiro e avaliar manchas foliares, massa de matéria fresca e seca, área foliar, clorofila e cor do limbo foliar (escala de notas visual). Para tanto, o estudo foi baseado em um delineamento experimental inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 5 repetições por tratamento, durante 30 dias. Os tratamentos foram constituídos em diferentes intensidades de luz UV-C, sendo (T1 - 0 kJ m<sup>-2</sup>; T2 - 1,65, kJ/m<sup>-2</sup>; T3 - 3,3 kJ/m<sup>-2</sup>; T4 - 4,95 kJ/m<sup>-2</sup>; T5 - 6,6 kJ/m<sup>-2</sup> e T6 - 8,25kJ/m<sup>-2</sup>). Além disso, as análises estatísticas foram executadas através da regressão. Os resultados das avaliações de manchas foliares, massa de matéria fresca e seca, área foliar e clorofila as análises, não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos testados. Para cor do limbo foliar, ocorreu diferença significativa tendo o coeficiente de determinação de  $R^2 = 0,97$ . Concluindo assim, que não foi constatada a eficiência da utilização da luz UV-C nas intensidades testadas para redução de manchas foliares em morangueiro, sendo percebida somente alteração na coloração dos trifólios.

Palavras-chave: Controle físico, Escala visual, Fitossanidade, Patógenos, Trifólio.

## ABSTRACT

UV-C light with 254 nm radiation is an alternative to eliminate pathogens, without causing contamination and to improve the functional quality of plant protection through abiotic stress. Abiotic stress, favors the activation of metabolisms that attribute the defense functions, through anthocyanins, carotenoids, flavones, flavanols, isoflavones in strawberry cultivation. From these conditions, the objective of this work was to identify the effect of 254nm ultraviolet-C light, to control leaf spots of trefoil, during the vegetative development of the strawberry and to evaluate leaf spots, fresh and dry matter, leaf area, chlorophyll and leaf blade color (visual note scale). For this purpose, the study was based on a completely randomized design with 6 treatments and 5 repetitions per treatment, during 30 days. The treatments consisted of different intensities of UV-C light, being (T1 - 0 kJ m<sup>-2</sup>; T2 - 1.65, kJ / m<sup>-2</sup>; T3 - 3.3 kJ / m<sup>-2</sup>; T4 - 4, 95 kJ / m<sup>-2</sup>; T5 - 6.6 kJ / m<sup>-2</sup> and T6 - 8.25kJ / m<sup>-2</sup>). In addition, statistical analyzes were performed using regression. The results of the evaluations of leaf spots, fresh and dry matter mass, leaf area and chlorophyll analyze, no different difference between the treatments tested. For leaf blade color, there was a significant difference with the coefficient of determination of  $R^2 = 0.97$ . In conclusion, the efficiency of using UV-C light at the intensities tested to reduce leaf spots in strawberries was not verified, with only changes in the color of the trefoil being perceived.

Keywords: Physical control, Visual scale, Plant health, Pathogens, Trefoil.

## LISTA DE SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CHL	Clorofila
CSC	Carolina Soil
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
DNA	Ácido desoxirribonucleico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
ISR	Resistência sistêmica induzida
KJ	Quilojoules
LMR	Limite máximo de resíduos
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
NM	Nanômetro
PARA	Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos
PHY	Fitocromo
SAR	Resistência sistêmica adquirida
RNH	Ácido ribonucleico
ROS	Espécies reativas de oxigênio
UV	Radiação ultravioleta
UV-A	Radiação ultravioleta A
UV-B	Radiação ultravioleta B
UV-C	Radiação ultravioleta C



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Espectro eletromagnético .....	16
Figura 2 - Representação da radiação UV-C no DNA dos microrganismos .....	20
Figura 3 - Caixa para aplicação da luz UV-C, nos trifólios dos morangueiros .....	22
Figura 4 - Trifólios utilizados para as notas visual (0 a 5) níveis das manchas foliares submetidas a luz UV-C.....	24
Figura 5 - Processo das avaliações da matéria fresca e seca dos trifólios dos morangueiros .....	25
Figura 6 - Trifólios de morangueiros na última avaliação dos tratamentos T4 - 4,95 kJ/m <sup>2</sup> ; T5 - 6,6 kJ/m <sup>2</sup> e T6 - 8,25kJ/m <sup>2</sup> , tratados com aplicações de luz UV-C.....	33
Figura 7 - Trifólio de morangueiros da última avaliação dos tratamentos T1 – 0; T2 - 1,65, kJ/m <sup>2</sup> ; T3 - 3,3 kJ/m <sup>2</sup> , tratados com aplicações de luz UV-C .....	33
Figura 8 - Necrose e queda dos trifólios de morangueiro sob aplicação de 6,6 kJ/m <sup>2</sup> e 8,25kJ/m <sup>2</sup> de UV-C.....	34
Figura 9 - Comparação de cor dos trifólios dos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6 submetidos a luz UV-C, para utilização da escala de notas.....	36

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Avaliação visual das porcentagens das severidades da área das manchas foliares na cultura do morangueiro submetidas a 5 tratamentos de intensidade de UV-C .....	26
Gráfico 2 - Medidas das análises das avaliações de matéria fresca dos trifólios dos morangueiros .....	27
Gráfico 3 - Medidas das análises das avaliações de matéria seca dos trifólios dos morangueiros .....	28
Gráfico 4 - Médias de área foliar em mm <sup>2</sup> nos folíolos tratados com luz UV-C.....	29
Gráfico 5 - Índice de clorofila (a), com tempo de 0, 30, 60, 90, 120 e 150 segundos de aplicação de luz UV-C.....	30
Gráfico 6 - Índice de clorofila (b), com tempo de 0, 30, 60, 90, 120 e 150 segundos de aplicação de luz UV-C.....	31
Gráfico 7 - Índice de clorofila (total), com tempo de 0, 30, 60, 90, 120 e 150 segundos de aplicação de luz UV-C.....	32
Gráfico 8 - Índice de cores dos folíolos (a, b e total), pela análise visual dos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6, submetidas a intensidades da luz UV-C.....	35

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
2.	OBJETIVOS.....	7
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>8</b>
3.1	MORANGO .....	8
3.2	COMPORTAMENTO VEGETATIVO DO MORANGUEIRO.....	8
3.3	DOENÇAS DO MORANGUEIRO .....	9
<b>3.3.1</b>	<b>Doenças fúngicas foliares do morangueiro .....</b>	<b>10</b>
3.3.1.1	Antracnose - ( <i>Colletotricum ssp.</i> ).....	10
3.3.1.2	Mancha de micosferela - ( <i>Mycosphaerella fragariae</i> ) .....	10
3.3.1.3	Mancha angular - ( <i>Xanthomonas fragariae</i> ) .....	11
3.3.1.4	Mancha de diplocarpon – ( <i>Diplocarpon earliana</i> ).....	11
3.3.1.5	Mancha de dendrofoma - ( <i>Dendrophoma obscurans</i> ) .....	12
3.3.1.6	Oídio – <i>Oidium</i> sp. ( <i>Sphaerotheca macularis</i> ) .....	12
3.3.1.7	Mancha de pestalotiopsis - ( <i>Pestalotiopsis sp</i> ) .....	13
3.3.1.8	Mofa cinzento - ( <i>Botrytis cinérea</i> ).....	13
3.4	TRATAMENTOS DAS MANCHAS FOLIARES.....	14
3.5	RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA EM ALIMENTOS .....	15
3.6	RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA .....	15
<b>3.6.1</b>	<b>Radiação UV-A .....</b>	<b>16</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Radiação UV-B .....</b>	<b>17</b>
<b>3.6.3</b>	<b>Radiação UV-C .....</b>	<b>17</b>

3.6.3.1	Radiação ultravioleta-C nas plantas .....	17
3.6.3.2	Radiação ultravioleta-C nos fungos .....	19
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
4.1	LOCAL DO EXPERIMENTO.....	21
4.2	IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	21
4.3	AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS DAS MANCHAS FOLIARES E ÁREA FOLIAR 23	
4.4	CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS E FOTOSSINTÉTICAS .....	24
<b>4.4.1</b>	<b>Área e massa foliar .....</b>	<b>24</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Clorofila e cor do limbo foliar .....</b>	<b>25</b>
4.5	PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS .....	25
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>26</b>
5.1	AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS DAS MANCHAS FOLIARES .....	26
5.2	CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS E FOTOSSINTÉTICAS .....	26
<b>5.2.1</b>	<b>Massa foliar.....</b>	<b>27</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Área foliar .....</b>	<b>28</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Clorofila.....</b>	<b>29</b>
<b>5.2.4</b>	<b>Cor do limbo foliar .....</b>	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>37</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>38</b>
	<b>APÊNDICE A - Imagens dos trifólios binarizadas, utilizadas para cálculos da área foliar .....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O morango (fruto do morangueiro – *Fragaria x ananassa* Duch), é uma espécie com diversas características, pois dispõem de vários sabores, colorações e aroma . No percentual de representatividade do consumo nacional de alimentos de origem vegetal incluídos no Plano Plurianual 2017-2020, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o morango tem uma taxa de consumo de 0,10% (ANVISA, 2019). No ano de 2017, segundo Antunes (2018), a produção alcançou 155mil toneladas e as maiores produções são registradas nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul.

Conforme expande a produção nacional de morangos, crescem também os problemas fitossanitários, entre esses, as doenças foliares. Os patógenos causadores de manchas foliares causam prejuízos significativos nas culturas do morangueiro, limitando a produção, comercialização e principalmente a exportação (OSHITA, 2012). Para o controle de doenças utilizam-se agrotóxicos, o que proporciona o seguimento de graves problemas, como o desenvolvimento de populações de patógenos resistentes a fungicidas, aumento do custo de produção, resistência ao consumo do fruto ocasionada pela conscientização da população, além dos problemas de ordem ambiental (TANAKA et al., 1997).

No Brasil, segundo a Anvisa (2019), avaliando o porcentual de resíduos de agrotóxicos encontrados em frutas, do total de 4.616 amostras analisadas, 3.544 amostras (77%) foram consideradas satisfatórias quanto aos agrotóxicos pesquisados, em 2.254 (49%) não foram detectados resíduos, 1.290 (28%) apresentaram resíduos com concentrações iguais ou inferiores. O limite máximo de resíduos (LMR), foi insatisfatória em 1.072 (23%) das amostras, apresentando contaminantes para a saúde humana. No morango foram detectados 48 agrotóxicos diferentes, sendo o carbendazim com maior índice de contaminantes, ressaltando-se que este é proibido na União Europeia para o sistema de produção por ser tóxico e mutagênico (STOPPELLI & MAGALHÃES, 2005).

Segundo a Embrapa (2011), para produzir alimentos visando eliminar o uso de agrotóxicos sintéticos, pode se utilizar do manejo orgânico. Orientação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, (2021), para converter o manejo tradicional para o sistema orgânico, deve-se esperar o ciclo de doze meses de manejo orgânico na produção vegetal de culturas anuais, para que a produção do ciclo subsequente seja considerada como orgânica; dezoito meses de manejo orgânico na produção vegetal

de culturas perenes, para que a colheita subsequente seja considerada como orgânica e doze meses de manejo orgânico ou pousio na produção vegetal de pastagens perenes.

A segunda alternativa para minimizar os impactos dos agrotóxicos contaminantes é o Sistema Produção Integrada, certificado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, que reduz o uso de insumos e produtos contaminadores, neste caso, o agrotóxico só é usado quando outros métodos de controle não funcionaram (EMBRAPA, 2011). Outras alternativas, seriam o uso do controle biológico, físico ou mesmo de plantas resistentes (MORANDI et al., 2005).

Plantas tem funções de detecção dos microrganismos, que atuam de forma isolada ou conjunta, os microrganismos normalmente não penetram em uma planta não hospedeiras por serem bloqueados pelas barreiras físicas de resistências das plantas (PINOSA, 2013). Segundo Pinto-Zevallo et al., (2013), em plantas, os compostos voláteis, tem a função de defesa contra agentes causadores de estresses, como o caso dos isoprenoides e terpenoides que protegem a planta contra agentes bióticos e abióticos

Para redução dos danos proporcionados pelos fungos fitopatogênicos, tem-se estudado o uso de estresse abiótico, utilizando radiação ultravioleta. Essa técnica trata do uso do manejo físico que se subdivide em aplicação de ondas UV-A, UV-B e UV-C, sendo empregadas em alimentos e para a prevenção de doenças (GOUVÊA, 2014). Em plantas, segundo Chen et al., (2019), a UV-A aumenta as concentrações de clorofila e carotenóide, tamanho da folha, comprimento do caule, e massa fresca e seca, e também promove o acúmulo de biomassa na cultura da alface.

A UV-B de 280 a 320 nm, em plantas tem como o principal efeito reduções de altura, número de folhas, raízes e da biomassa total (KATARIA et al., 2014). A UV-C de 254nm, aplicada em morangos, foi capaz de elevar a quantidade de compostos antioxidantes como pigmentos, vitamina C e compostos fenólicos, além de apresentar vantagens comparada a alguns métodos de desinfecção, pois não deixa resíduos na superfície do fruto e não gera efeitos negativos a saúde humana e meio ambiente (GUERRERO *et al.*, 2004).

O comportamento da UV-C, vem sendo estudada em indústrias de alimentos na utilização de desinfestação de microrganismos, atuando diretamente em fungos ou bactérias (BHAT *et al.*, 2015). Baka et al. (1999), testaram tratamentos com morangos com UV-C a 0,25 kJ / m<sup>2</sup> e 1,0 kJ / m<sup>2</sup> e verificaram aumento o nível de antocianinas em morangos frescos. A exposição a UV-C em diferentes intervalos de 1, 5 e 10 minutos

proporcionou resultados em relação a capacidade antioxidante com aumento de antocianinas e compostos fenólicos em morangueiros (ERKAN *et al.*, 2008).

A radiação UV-C, ao incidir sobre o órgão vegetal, gera espécies reativas, fazendo com que as células acionem mecanismos de proteção, seja por sistemas enzimáticos antioxidantes ou pela produção de moléculas com potencial antioxidante como os compostos terpênicos, fenólicos e ácido ascórbico (KUMARI *et al.*, 2010). Segundo Severo (2009), a utilização de UV-C atua diretamente sobre patógenos, destruindo esporos e micélios da epiderme da folha, estimulando o potencial funcional do morango. Baseados nesta lógica, será construído o seguinte projeto com aplicação de diferentes intensidades e frequência de luz UV-C, para avaliar os efeitos das características das folhas no controle de manchas foliares no morangueiro.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Identificar o efeito da luz ultravioleta-C de 254nm, para controle de manchas foliares dos trifólios, durante desenvolvimento vegetativo do morangueiro.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar os efeitos da luz UV-C sobre clorofila, a massa fresca, a massa seca dos trifólios dos morangueiros.
- Avaliar os efeitos de doses de luz UV-C sobre a coloração das folhas dos morangueiros.



### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 MORANGO

O morango (*Fragaria x ananassa*) é classificado como pseudofruto, pois origina-se de uma única flor com vários ovários, na qual cada ovário produz um fruto. Suas sementes são conhecidas como aquênio (fruto seco) e seu receptáculo flora como polpa. Pertence à família das Rosaceae, subfamília Rosoideae, possuindo gênero *Fragaria*, trata-se de uma planta rasteira com características de cultura perene, contudo é cultivada como uma cultura anual. É uma planta nativa da Europa, mais especificamente da França, tendo seu cultivo relatada desde a década de 1750 (SANTOS, 1999). Com grande importância na economia agrícola, o plantio de morangos se destaca entre as pequenas frutas comercializadas (ANTUNES *et al.*, 2011).

No Brasil, o morango tem sua apreciação nas mais variadas receitas, seja *in natura*, sucos, vitaminas, iogurtes, é consumido em todas as regiões, fazendo com que o país seja o maior produtor na América Latina. No ano de 2017 a produção brasileira atingiu 155mil toneladas e os maiores produtores são os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul (ANTUNES, 2018). As principais cultivares são: Camarosa, Caminho real, Oso grande e Festival que são de dias curtos e Albion, San Andreas que são de dias neutro (ANTUNES *et al.*, 2013).

Pela diversidade climática, o Brasil proporciona a produção de morango durante o ano todo, no entanto, sua diversidade de cultivares se baseia em cultivares importadas, providas de melhoramento genético dos Estados Unidos. Devido a edafoclimáticas existentes no país, a baixa quantidade de cultivares disponíveis tem sido o impasse para o desenvolvimento do morangueiro, caracterizando como extremamente importante o incentivar de programas de melhoramento genético para introdução de novas cultivares (ANTUNES *et al.*, 2016).

#### 3.2 COMPORTAMENTO VEGETATIVO DO MORANGUEIRO

A fase vegetativa do morangueiro, começa logo após o transplante das mudas. Durante o desenvolvimento, seu caule e estolhos tem entrenós curtos, torcidos e cilindros, com gemas terminais que surgem nas folhas compostas (trifólios). A propagação pode ser por mudas originada dos estolões (propagação assexuada) com crescimento mais rápido ou por sementes (propagação sexuada), onde o crescimento é mais lento (SILVA *et al.*, 2007).

Os estolões são caules, modificados com tecidos especializados em conduzir água e nutrientes. A forma de propagar morangueiros é por estolões, introduzidos no solo úmido, dessa forma, rapidamente surgem raízes adventícias na base das gemas e das folhas (SILVA *et al.*, 2007). Esses estolões desenvolvem-se depois da frutificação e tem a função de formar novas plantas. É recomendável retirar os estolões, por serem drenos de nutrientes da planta mãe, pode haver influência negativa na produção de frutos (RONQUE *et al.*, 1998).

As folhas do morangueiro são formadas por folíolos unidos no pecíolo, sendo estas folhas ricas em estômatos, que permitem uma intensa transpiração. As folhas novas formam-se nos nós da coroa, que ficam parecidas com um espiral, e isso maximiza a exposição a luz solar (FRANQUEZ., 2008). Portanto, fatores ambientais como temperatura e fotoperíodo exercem influência no desenvolvimento do morangueiro, além desta radiação é um fator indispensável para o morangueiro, resultando em aumento da massa seca da coroa, raiz e folhas, na fixação e sobre os frutos (SERÇE *et al.*, 2005).

O morangueiro é afetado pelo fotoperíodo, que consiste na sensibilidade ou na reação da planta com a variação da luminosidade e o comprimento do dia e da noite. O comprimento do dia e as temperaturas são fatores que exercem influência direta na folha, pois a folha leva respostas ao meristema, e a luz é absorvida pelo fitocromo (Phy) e pelo criptocromo (azul claro) fotorreceptores, que promovem a expressão de genes alterando o crescimento e sendo fonte para infestações de doenças (TAIZ & ZEIGER., 2004).

### 3.3 DOENÇAS DO MORANGUEIRO

O morangueiro em seu cultivo em canteiros ou estufas precisa ser renovado anualmente. Durante o seu crescimento forma touceiras, que aumentam gradativamente pela emissão de estolhos, os quais são responsáveis pela formação da planta mãe e propagação vegetativa (TOMITA, 2004). Dependendo do manejo, a planta fica suscetível a doenças que podem permanecer de um ciclo a outro (GIMÉNEZ *et al.*, 2008).

O sistema de produção do morango no Brasil é realizado principalmente em ambiente protegido (ANTUNES, 2013). Esse manejo traz benefícios ao produtor e proteção para a planta relacionada ao ataque de doenças e pragas (CALVETE *et al.*, 2008). Os sistemas de proteção mais utilizados na produção de morangos, são os túneis altos, médios e baixos (BORTOLOZZO *et al.*, 2007).

O morangueiro é suscetível a uma variedade de organismos fitopatogênicos podendo alguns desses causar manchas foliares. As doenças mais comuns no cultivo são:

Mancha Angular (*Xanthomonas fragariae*), Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* *C. fragariae* e *C. acutatum*), Mancha de diplocarpon (*Diplocarpon earliana*), Mancha de micosferela (*Mycosphaerella fragariae*), Mancha de dendrofoma (*Dendrophoma obscurans*), Oídio - *Oidium* sp. (*Sphaerotheca macularis*), Mancha de pestalotiopsis (*Pestalotiopsis* sp), Murcha de verticílio (*Verticillium dahliae*), Podridões de raízes (*Rhizoctonia* spp., *Fusarium* sp., *Sclerotium rolfsii.*, *Phytophthora* spp ) Podridão de phytophthora (*Phytophthora* spp), Podridão de rhizoctonia (*Rhizoctonia* spp), Mofo cinzento (*Botrytis cinerea*), Podridão de rizópús (*Rhizopus* spp). Mosquedo do morango (*Strawberry mottle* vírus, SMoV), Encrespamento do morangueiro (*Strawberry crinkle* vírus, SCV), Clorose marginal do morangueiro, SMYEV), Faixas de nervuras (*Strawberry vein banding* vírus, SVBV), Podridão de phytophthora (*Phytophthora cactorum*) e Podridão de sclerotinia (*Sclerotinia sclerotorum*) (TANAKA *et al.*, 2005).

### 3.3.1 Doenças fúngicas foliares do morangueiro

#### 3.3.1.1 Antracnose - (*Colletotricum* ssp.)

A doença é causada por várias espécies do gênero *Colletotrichum*, e também é chamada de mancha de coração vermelho ou chocolate, pois forma lesões de coloração morrom-claras, profundas e circulares nos frutos. Em condições de alta umidade é possível ver os acérvulos do patógeno, no centro das lesões, os quais formam uma massa gelatinosa rosada ou alaranjada que as vezes atinge todo o fruto, e adquirem um aspecto firme e seco (mumificado), podendo prejudicar estolões, rizomas e pecíolos, causando perdas severas na cultura. A ocorrência da doença pode causar perdas superiores a 50% da produção com o uso de cultivares suscetíveis (TANAKA *et al.*, 2005).

Por ser um patógeno necrotrofico, a sobrevivência de *Colletotrichum* ocorre nos restos culturais e no solo, em temperaturas entre 15- 27 °C e alta umidade do solo (AGROLINK, 2020). O ciclo de vida de conídio a conídio, completa-se de 5 a 8 dias (WIESE, 1977). Segundo Gava *et al.* (2014) o tempo entre a inoculação e a esporulação é de 5 a 6 dias.

#### 3.3.1.2 Mancha de micosferela - (*Mycosphaerella fragariae*)

O fungo *M. fragariae*, (fase assexuada *Ramularia tulasnei*), causa manchas nas folhas que iniciam com pequenas manchas roxas que aparecem nas brotações novas, pecíolo, cálice, atingindo de 3 a 5 mm de diâmetro e com o avanço do ciclo as manchas

aumentam, tornando-se necróticas no centro da folha e nas bordas. É uma doença que ocorre em todas as regiões onde há cultivo de morangos incidindo desde a fase inicial do plantio até o final do cultivo, sendo disseminada inclusive, na produção de mudas em viveiros (TANAKA *et al.*, 2005). Os danos da doença são maiores quando os espaçamentos entre as plantas são menores e a irrigação feita por aspersão, portanto, uma das formas de manejo é adquirir mudas resistentes e a principal é observar as variações do comportamento da doença na cultura. (COSTA, 2001).

A infecção desse fungo ocorre durante todo o ciclo da fase da cultura e os sintomas aparecem nas folhas, pecíolo, pedúnculos, cálices, estolhos e fruto. A reprodução, favorecida em temperaturas de 20°C a 25 °C e sua sobrevivência ocorre em restos culturais, solo e plantas suscetíveis, tendo a sua disseminação por mudas infectadas, por irrigações e vento (AGROLINK, 2020).

#### 3.3.1.3 Mancha angular - (*Xanthomonas fragariae*)

*X. fragariae*, é uma bactéria, e seus sintomas nas plantas são pequenas manchas angulares de coloração verde-clara que, com o passar do tempo adquirem uma coloração marrom-avermelhadas e de formato irregular, podendo apresentar exsudação das células bacterianas. A disseminação da bactéria se dá por irrigações por aspersão e respingos de chuvas e para o controle dessa doença, deve ser arranquio das plantas doentes (REIS *et al.*, 2011).

Nas infecções de *X. fragariae*, a bactéria inicia o desenvolvimento de pequenas manchas de aspecto encharcado, com contornos angulares delimitados por nervuras, após 24 horas da introdução na planta. A colonização se dá nos pedúnculos, limbo foliar, pecíolos e cálices. Na fase de reprodução, crostas bacterianas circundadas caracterizam a lesão. A sobrevivência se dá em restos de culturas no solo e a disseminação pela água das chuvas, por aspersão, perfurações de insetos e ferimentos por ferramentas em podas (AGROLINK, 2020).

#### 3.3.1.4 Mancha de diplocarpon – (*Diplocarpon earliana*)

A doença causada pelo fungo *D. earliana* caracterizada pelas manchas foliares irregulares, amarronzadas ou púrpuras, podendo afetar pecíolos, pedúnculos, folhas, cálices florais e estolhos, as manchas evoluem e atingem 5 mm de diâmetro, O vento funciona como um agente de disseminação da doença e a renovação de mudas após a

colheita e o uso de fungicidas registrados são medidas importantes para o controle do fungo (REIS *et al.*, 2011).

*D. earliana*, corresponde a fase assexual de *Marsonina fragariae*. Na colonização os sintomas aparecem nas folhas mais velhas, pecíolo, pedúnculos, estolhos, frutos e cálices e em sua fase de reprodução, os conídios formados no interior dos acérvulos, são favorecidos em temperaturas de 20°C a 25 °C. A sobrevivência se dá em restos culturais, solo e plantas suscetíveis e a disseminação feita pela água das chuvas (AGROLINK, 2020).

#### 3.3.1.5 Mancha de dendrofoma - (*Dendrophoma obscurans*)

A doença causada pelo fungo *D. obscurans*, é uma doença de final de ciclo da cultura, apresentando sintomas em folhas velhas quando a temperaturas são elevadas. As manchas apresentam tamanho de 5 a 25 mm de diâmetro com centro marrom ou castanho, circundadas por uma zona purpúrea, sendo que a sua disseminação acontece por irrigações e chuvas, com método de controle por fungicidas registrados (REIS *et al.*, 2011).

Nas infecções de mancha de *D. obscurans*, há germinação de conídios que penetram na planta e durante a colonização os sintomas aparecem em folhas velhas em formato de “V”. Na fase de reprodução há formação de picnídios no centro, das lesões e, a sobrevivência de um cultivo a outro se dá em lesões foliares, que constituem a fonte de inóculo primário para iniciar a infecção e a disseminação, por impacto de gotas de água chuvas (AGROLINK, 2020).

#### 3.3.1.6 Oídio – *Oidium* sp. (*Sphaerotheca macularis*)

A doença causada pelo fungo *S. macularis*, é uma doença das mais comuns de morangueiro no Brasil, sendo este cultivado a campo ou em estufas. Como sintoma, ocorre um esbranqueamento sobre as folhas, flores, frutos e estolhos, tendo a maior incidência em condições de baixa luminosidade, clima quente e úmido. A infecção ocorre, na face inferior das folhas, surgindo sintomas de manchas brancas, abundante cobrindo toda a superfície da folha, em outras o crescimento é de difícil visão (AGROLINK, 2020)

Na infecção do fungo, os conídios, após germinarem penetram no tecido da planta, colonizando as folhas, flores e frutos em 24 horas (VIEIRA *et al.*, 2007). As temperaturas entre 15°C a 30°C favorecem o desenvolvimento da doença, a sobrevivência ocorre em folhas velhas e restos de cultura infectados e a disseminação, pelo vento e respingos das irrigações e chuvas (AGROLINK, 2020).

### 3.3.1.7 Mancha de pestalotiopsis - (*Pestalotiopsis sp*)

A doença causada pelo fungo *Pestalotiopsis sp*, tendo ocorrência recente no Brasil. Segundo Costa e Ventura (2006), ela foi relatada em cultivos a campo com baixa severidade no estado do Espírito Santo, porém, segundo os mesmos autores em janeiro de 2004 foram observados infecção em cultivos em viveiros causando desfolhas das mudas de cultivares de Camarosa. A doença causa lesões de coloração castanho-escuroe formação de acérvulos no centro das lesões, o fungo ataca os estolhos, pecíolo e frutos (CAMILI *et al.*, 2002). Sua disseminação acontece pelo impacto de gotículas e sobrevivência em restos de culturas sendo favorecida por alta temperatura entre 20 °C e 24°C (DIAS *et al.*, 2007). Não há controle via uso de fungicidas registrados para a doença, porém o uso de irrigação por gotejamento e cultivares resistentes com o “Dover” podem diminuir os danos (REIS *et al.*, 2011).

A colonização desses fungos é em folhas, flores e frutos e, a reprodução, em seu ciclo primário, forma picnídios ou acérvulos e no ciclo secundário conídios. A sobrevivência dos fungos ocorre em solos, plantas hospedeiras, restos culturais e sua disseminação, pelo vento, insetos, respingos de chuva, ferramentas contaminadas (AGROLINK, 2020).

### 3.3.1.8 Mofo cinzento - (*Botrytis cinérea*)

A doença, doença chamada de mofo cinzento devido a cor cinzenta característica que forma na lesão podendo colonizar as folhas e cálices como agente endófito e conídios infecta a flor e frutos (SIMON *et al.*, 2005).

Na infecção, os conídios, após germinados penetram no tecido da planta, os sintomas aparecem nas folhas, brotos, cálices jovens, flores e frutos. A sobrevivência se dá em restos culturais ou solo por um ano com temperaturas em torno de 25° C e alta umidade e, a disseminação pelo vento, atravésde insetos quepousam nas áreas lesionadas (SUSSEL, 2009).

As doenças acima citas (Antracnose, Mancha de micosferela, Mancha angular, Mancha de diplocarpon, Mancha de dendrofoma, Oídio, Mancha de pestalotiopsis, Mofo cinzento), podem ser agrupadas como doenças causadoras de manchas foliares. A quantificação de doenças (escala de notas), visa avaliar os sintomas e sinais dos tecidos doentes nas estruturas foliares causados pelo patógeno (MORAIS, 2007). Com o objetivo de estudar a importância das doenças na cultura afetada, determinar danos, perda, rendimento da cultura e elaborar modelos de prevenção de doenças. Através de métodos

diretos, que se baseia na avaliação dos sintomas e sinais através da proporção da severidade, incidência e intensidade de tecido da planta afetado (AMARAL, 1969).

### 3.4 TRATAMENTOS DAS MANCHAS FOLIARES

Devido as perdas causadas pelas doenças causadoras de manchas foliares os agricultores adotam estratégias de manejo químico, que segundo Oliveira et al. (1995), as aplicações, acarretam custos altos para o manejo, devido os valores altos dos produtos no mercado agrícola e impacto negativo para a saúde humana e meio ambiente.

Outro fator importante é o desenvolvimento de resistência dos patógenos (MICHEREFF, 2001). As estratégias de controle mecânico e variedades resistentes não se mostram com opções viáveis para o uso em larga escala, a busca por estratégias inovadoras na produção agrícola, tem levado ao desenvolvimento de estudos utilizando meios alternativos, como solarização, *Trichoderma*, radiação UV, extratos de plantas, tem se mostrado eficientes para controle de vírus, fungos e pragas, na agricultura (BARBOSA *et al.*, 2006).

O controle químico, é uma medida eficiente para não deixar perdas, porém, não econômica. Os defensivos químicos são utilizados para proteção, prevenção e desinfestação de insetos, fungos, bactérias, vírus e plantas espontâneas, sendo eles de contato, sistêmicos, ingestão, profundidade e fumegante (SANTOS., 2014).

O controle biológico é realizado mediante fungos, bactérias, vírus, parasitoides ou outro microrganismo na redução do inóculo presente na atividade agrícola (MORANDI *et al.*, 2009). Os microrganismos chamados de antagonistas associam-se com o patógeno interferindo no seu crescimento ou reduzindo seu potencial de infestação, a exemplo do *Trichoderma* (MELLO *et al.*, 2007).

O controle cultural pode ter efeitos que incrementam ou minimizam o manejo agrícola, como a escolha de cultivares resistentes, época de plantio e fertilizar o solo, favorecendo o manejo do solo aumentando a ocupação pela raiz, auxiliando a cultura na competição com plantas daninhas existentes no local (SILVA., *et al* 2006).

O controle mecânico engloba o uso de ferramentas e implementos tais como; sulcadores, encanteiradores, cultivadores e as capinas manuais com enxada ou sacho estes utilizados antes ou após a semeadura (SILVA, et al. 2006).

O controle genético, as cultivares resistentes normalmente são desenvolvidas pela transferência de alelos de resistência de fontes exóticas, muitas vezes não adaptadas, para cultivares elite. Devido à coevolução entre hospedeiro e patógeno e o consequente

surgimento de novas raças, cultivares resistentes necessitam ser continuamente desenvolvidos (ALZATE-MARIN *et al.*, 2005).

O controle físico, desenvolveu a solarização, método que visa eliminar do solo fitopatógenos, plantas daninhas e pragas. Esse método consiste na cobertura do solo com plástico transparente, preferencialmente com umidade durante o período de radiação solar. Assim, a luz solar altera a temperatura do solo, inativando as estruturas localizadas nas camadas mais profundas do solo, sendo que o período de tratamento é considerável com ciclo de 4 semanas no campo. Para o uso em estufas é eficaz pelo fato de estufas terem cobertura, elevando com mais precisão a temperatura (GHINI, 2011).

### 3.5 RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA EM ALIMENTOS

A radiação tem a finalidade de reduzir ou eliminar as contaminações por microrganismos, ocorridos na agricultura, além de conservar os alimentos (BARBOSA, 2015). Os estudos da radiação em alimentos iniciaram em 1895 por Roentgen e Becquerel, sendo que em 1921 utilizou-se a primeira vez para inativar triquinose em carne de porco, pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (DIEHL, 2002).

O efeito da aplicação de UV age diretamente no DNA do microrganismo, sendo um método artificial devido ao baixo poder de penetração nos tecidos (SOUZA, 2012). Segundo o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) 2010, uma extensão do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), utiliza-se radiação em alimentos como recurso para ionizar átomos com doses suficientes para atender as demandas de produção alimentícias.

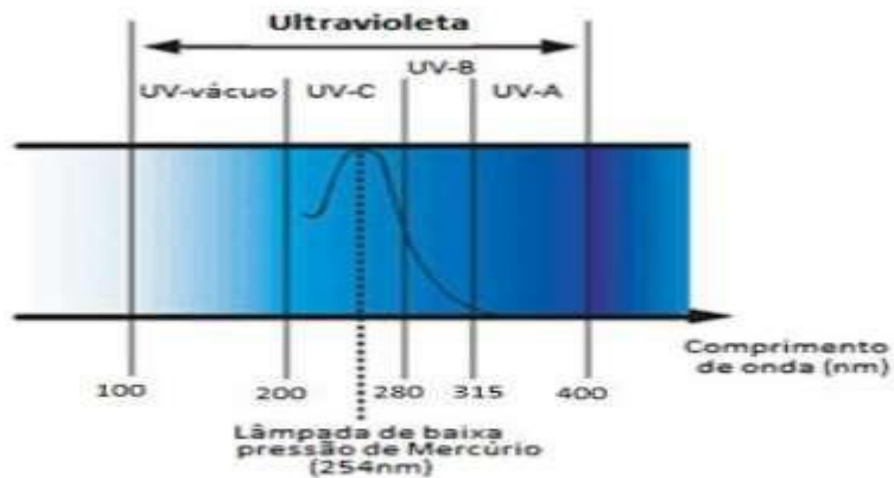
### 3.6 RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

As ondas eletromagnéticas são energias irradiadas pelo sol que viajam através do espaço. Essas energias são divididas em irradiações com intervalo de comprimentos de ondas, que são a radiação ultravioleta, visível e infravermelho, que apresentam variações de 56% de infravermelho, 39 % de luz visível e 5 % de radiação ultravioleta (BALOGH *et al.*, 2011).

A radiação UV é um espectro de luz logo abaixo da faixa do visível ao olho humano, portanto, a luz UV é inferior à do espectro azul da luz visível, assim, contribui com a região restrita do espectro da radiação eletromagnética e é subdividida tradicionalmente em UV-A (315-400nm), UV-B (280-315nm) e UV-C (200-280nm) (Figura 1), (BALOGH *et al.*, 2011).



Figura 1 - Espectro eletromagnético



Fonte: MOTA (2011)

A luz UVC, pode reduzir drasticamente microrganismos no ar, superfícies, alimentos, água e em plantas. Essa induz a formação de rupturas nas moléculas de DNA, impedindo a reprodução e a síntese proteica dos microrganismos, assim eliminando infecções patogênicas (BINTSIS *et al.*, 2000).

A radiação ultravioleta também pode ser utilizada como método de desinfecção, aproveitando uma porção do espectro eletromagnético que varia de 100 a 400nm, essa radiação é subdividida em UV-A, UV-B e UV-C (KOUTCHMA *et al.*, 2009).

### 3.6.1 Radiação UV-A

A radiação UV-A, sendo bem próxima da radiação visível, é menos danosa as células de microrganismos, plantas e animais, sendo utilizada no ambiente (CALDWELL *et al.*, 1989). Chen *et al.*, (2019), relata que UV-A aumenta as concentrações de clorofila e carotenóide, tamanho da folha, comprimento do caule e massa fresca e seca, também promovem o acúmulo de biomassa, na alface. Porém, a exposição ao UV-A restringe a expansão da área foliar e impede a acumulação de biomassa em soja (VERDAGUER, *et al.*, 2017).

### 3.6.2 Radiação UV-B

Segundo Paul, (2000), lâmpadas fluorescentes que são usadas em estudos experimentais de radiação UV-B emitem radiação fora das faixas de ondas UV-B solar. A radiação UV-B, é influenciada pelo ozônio estratosférico.

Desse modo, em plantas o principal efeito é alterações fotomorfológicas induzidas nas folhas, causam redução do tamanho e enrolamento foliar, clorose e necrose dos tecidos, alterações na anatomia com aumento da espessura foliar, degradação de pigmentos fotossintéticos (INOSTROZA-BLANCHETEAU *et al.*, 2014).

### 3.6.3 Radiação UV-C

A radiação UV-C apresenta vantagens comparada a alguns métodos de desinfecção, pois, não deixa resíduos na superfície do fruto e não gera efeitos negativos a saúde humana e meio ambiente (GUERRERO *et al.*, 2004). O método não tem restrições legais e tem baixo custo (RIVERA-PASTRANA *et al.*, 2014).

As lâmpadas são fabricadas com mercúrio, quartzo ou vidro devido ao bom índice de transmitância da UV-C (BARBOSA, 2015), a radiação emitida pela lâmpada é suficiente para causar danos no DNA dos microrganismos e, esse dano altera o metabolismo e reprodução, levando as células a morte (URBAN, 2016). Portanto, em microrganismos a UV-C impede sua replicação, com vantagens de não deixar resíduos químicos no alimento (GUERRERO *et al.*, 2004).

#### 3.6.3.1 Radiação ultravioleta-C nas plantas

As plantas, podem ter reguladores com ativação de respostas defensivas, assim se houver infecção por algum, patógeno são capazes de induzir mecanismos imunológicos que estimula resposta no local penetrado de forma a fornecer resistência no local atacado através de sinais móveis, onde há acúmulo de hormônios de defesa, sendo ácido salicílico e secreção de proteínas antimicrobianas, nesse caso sendo chamado de a Resistência Sistêmica Adquirida (SAR) (FU *et al.*, 2013) Já a Resistência Sistêmica Induzida (ISR), é separada por organismos não patogênicos ou abióticos, que proporcionam uma resistência ao ataque de patógenos pela ativação da defesa celular mediados pela via jasmonato e etileno (SHORESH *et al.*, 2010).

Segundo Embrapa (2015), as plantas para sobreviver, defendem-se dos inimigos naturais produzindo compostos químicos simples, como etileno e metanol, à extremamente

complexas como terpenóides e alcalóides. Portanto, elas evoluem, criando resistência via mecanismos de defesa (DUDAREVA *et al.*, 2006).

A resistência pode ser causada por antixenose e antibiose, a antixenose são compostos químicos que afeta algum fitopatógeno natural por fazerem ferimento superficiais. Já a antibiose, ocorre quando o patógeno tenta introduzir-se, afetando-o em crescimento, desenvolvimento, fecundidade e tolerância, sendo um conjunto genético que permite a sobrevivência da planta com o hospedeiro ou recuperação de um dano gerado pelo patógeno (SMITH, 2012).

As plantas reconhecem ataques de microrganismos e podem produzir respostas como os metabólicos secundários tóxicos, que atuam como defesa direta, sendo os glicosídeos, cianogênicos, inibidores de enzima digestiva, lectinas, glicosinolatos, alcalóides e terpenóides, ou defesa indireta, que produz compostos orgânicos voláteis que são liberados pela planta se houver algum ataque por insetos, parasitas ou patógenos (VOELCKEL *et al.*, 2004).

Os compostos voláteis, são liberados em todas as partes das plantas, como terpenóides, carotenóides, aminoácidos e hormônio gasoso etileno (DUDAREVA *et al.*, 2004). Esses compostos, normalmente são líquidos e liberados no solo ou ar, e estimulados pela luz solar (PICHERSKY *et al.*, 2006). A função dos voláteis talvez seja para defesa da planta contra patógenos e outros organismos (PICHERSKY *et al.*, 2002).

Os compostos enviados aos tecidos vegetais podem repelir ou intoxicar microrganismos (VANCANNEYT *et al.*, 2001). Esses compostos também podem ser alertas para plantas vizinhas, a respeito do ataque de patógenos (SHULAEV *et al.*, 1997). Assim, as plantas ficam alertas para ataques de patógenos futuros (ENGELBERTH *et al.*, 2004).

Portanto, os compostos voláteis desempenham defesa direta contra estresses abióticos e bióticos, sendo que os voláteis de folha verde são compostos que protegem folhas e frutos de ataques de patógenos (BALDWIN *et al.*, 2006). Assim, fitormônios, como salicilato de metila, jasmonato de metila e etileno, são liberados afetando outras plantas, porém, protegem a planta de soltura, de competição por nutriente, água, entre outros, conhecido como alelopatia (PIRES *et al.*, 2011).

Os compostos fenólicos surgem dos metabolismos secundários para defesa das plantas ou da coloração dos alimentos como pigmentação (SILVA *et al.*, 2010). Na sua composição química possuem um anel aromático ligado a grupos hidroxilas (ALU'DATT *et al.*, 2016). Dessa forma, podendo ser derivados de reações de carbono com açúcares

(glicosídeos), ácidos orgânicos, ácidos carboxílicos, lipídios e aminas (YANG, 2009). Os compostos fenólicos apresentam ação antioxidante, porém depende da estabilidade do composto e localização das hidroxilas (PODSEDEK, 2007). Os fenólicos também ocorrem sobre duas rotas à ácido chiquímico, comum em plantas superiores e ácido malônico, em fungos e bactérias (TAIZ; ZEIGER., 2004).

Os compostos fenólicos têm classificação de flavonoides (polifenóis), encontrados em frutas e vegetais, e não flavonoides (fenóis simples ou ácidos) que são atribuídas as funções de pigmentação e função de defesa. Dentre estas substâncias encontram-se as antocianinas, flavonas, flavanóis, isoflavonas (GIAMPIERI *et al.*, 2012).

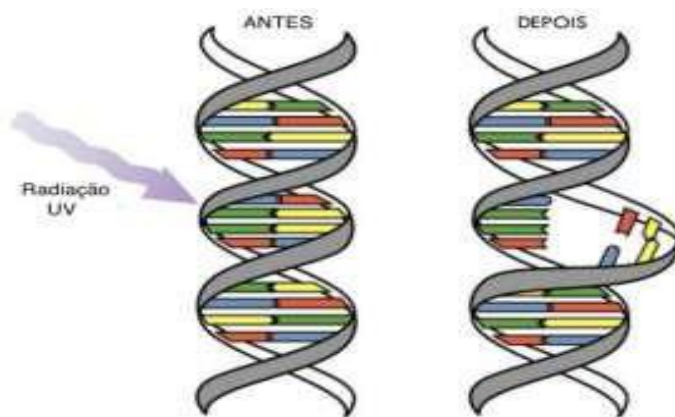
A luz UV-C, induz as plantas a características de proteção, se destacando por inativar radicais livres que reparam e protegem a intensidade do material genético. Esses compostos são produzidos como mecanismo de adaptação e proteção das células vegetais contra estresses bióticos e abióticos, como por exemplo, variações de temperatura, excesso de radiação solar (raios UV), falta de água, excesso de minerais e introdução de microrganismos (FAN *et al.*, 2012). A UV-C promove estresse abiótico nos tecidos das plantas ativando seus mecanismos de defesa, esses efeitos modificam a parede celular, aumentando a atividade antioxidante, compostos fenólicos e o acúmulo de compostos antimicrobianos (TIECHER, 2010).

### 3.6.3.2 Radiação ultravioleta-C nos fungos

A radiação UV-C é considerada ionizante, através da descarga elétricas os íons da fase gasosa das lâmpadas se ionizam liberando fótons responsáveis pela alteração no DNA do patógeno (OTTO *et al.*, 2011).

A UV-C, que é um espectro não visível em torno de 254nm, é indicada para eliminar microrganismos que tem comprimento de onda de 253,7nm (BAGNATO, 2020). A radiação é suficiente para penetrar no corpo do microrganismo pela parede celular até o núcleo da célula, causando danos físicos e quebra de ligação no ácido desoxirribonucleico (DNA e RNA) (RODRIGUES, 2020) (Figura 2). A radiação penetra no corpo do microrganismo pela parede celular até o núcleo da célula, causando quebra de moléculas e/ou pela catálise de reações químicas das moleculares dos microrganismos, especialmente, por atingir os ácidos nucleicos, impedindo a reprodução deles (LEGAN, 1982).

Figura 2 - Representação da radiação UV-C no DNA dos microrganismos



Fonte: RODRIGUES (2020)

Segundo Moy (1983), em maçãs a dose de UV-C de  $1,10 \text{ kJ}^{-2}$  é suficiente para reduzir conídios de *Rhizopus stolonifer*. Camili et al. (2004) mostraram que doses de  $0,84 \text{ kJm}^2$  apresentou efeitos sobre conídios de *Botrytis cinérea* e doses de  $0,2$  e  $0,6 \text{ kJ m}^2$  retardaram e diminuíram a germinação *in vitro*. Para Gonzalez-Aguilar et al. (2004), tratamentos realizados com radiação UV-C por 3, 5 e 10 minutos reduziram os danos de *Monilinia fructicola* em pêssegos, com mais eficiência que tratamentos com tempo de 15 e 20 minutos.

Marquenie et al. (2002), em morangos, verificaram que a combinação de calor e UV-C com doses variando  $0,01$  a  $1,50 \text{ J/cm}^2$  obteve inativação dos conídios do *Botrytis cinerea* e *Monilinia fructigena*. Já segundo Bravo et al. (2013), em tomates, houve aumento de compostos bioativos (licopeno e compostos fenólicos). E conforme Cia et al. (2009), em uva, teve redução de *Colletotrichum gloeosporioides* nas bagas alterando seus atributos físico-químicos.

Considerando as características do problema que é a contaminação dos morangueiros pelo uso do controle químico, para prevenção das manchas foliares identificam-se que os tratamentos utilizando os controles físico (UV-C), insididos sobre frutos de diversas espécies e plantas, podem ocasionar efeitos positivos na redução dos danos e inclusive incrementar características positivas conforme os trabalhos realizados no controle de doenças com diversas espécies, estabelece a possibilidade do uso de UV-C no controle de manchas foliares do morangueiro.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

A condução do experimento foi feita em local privado, situado nas coordenadas de 28° 8'49.41" de latitude Sul e 54°44'50.80" de longitude Oeste e altitude de 198 m, cidade de Cerro Largo, Rio Grande do Sul. As mudas de morangueiro foram adquiridas em viveiro comercial, transplantadas em sacolas de 16x22x100 micras, com volume de 1,7 litros, com substrato Carolina Soil (CSC) e irrigadas 2 vezes ao dia. Dois dias após o plantio, foram adubadas com adubação mineral, recomendadas a utilizar 4 colheres de sopa ou 50g/m<sup>2</sup> (Fertilizante especial para flores – OUROGARDEN), fabricado por AGRIBRÁS AGRO INDÚSTRIA LTDA, e realizado uma vez na semana até o último dia de avaliação.

### 4.2 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Foram utilizadas mudas de morangueiro da cultivar de dia neutro San Andreas, os tratamentos foram constituídos pelo tempo de exposição à radiação-C, que foi aplicada através de uma lâmpada de 55 watts (Osram HNS L UV-C radiação 254nm, com 3,8 cm de largura e 53,3 de comprimento, fabricadas com quartzo), colocada a 14 cm de altura. Para a conversão do tempo de exposição à radiação UV-C, pela potência da lâmpada e recomendação de Martinez (2012).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com 6 tratamentos e 5 repetições da aplicação de luz UV-C, sendo determinada a aplicação de UV-C a cada 5 dias, durante 25 dias (5 aplicações), e avaliações da presença de manchas foliares (6 avaliações), sendo a última avaliação realizada cinco dias após a última exposição à radiação.

Os tratamentos foram: Tratamento 01 - Testemunha, sem radiação UV-C,  $E = 0$  kJ/m<sup>2</sup>; Tratamento 02 - 30s UV-C,  $E = 1,65$ , kJ/m<sup>2</sup>; Tratamento 03 - 60s UV-C,  $E = 3,3$  kJ/m<sup>2</sup>; Tratamento 04 - 90s UV-C,  $E = 4,95$  kJ/m<sup>2</sup>; Tratamento 05 120s UV-C,  $E = 6,6$  kJ/m<sup>2</sup> e Tratamento 06 - 150s UV-C,  $E = 8,25$  kJ/m<sup>2</sup>.

As aplicações de UV-C foram baseadas no ciclo dos fungos causadores de manchas foliares, sendo determinada a aplicação de UV-C, devido aos ciclos dos fungos estarem completo em 5 a 8 dias e esporulação de 5 a 6 dias (GAVA *et al.*, 2014). A seleção dos trifólios foram os folíolos totalmente expandidos, para identificação foram amarradas com fitas coloridas como modo de distinção entre tratamentos.

Para a aplicação da luz UV-C nos trifólios, foi construída uma estrutura medindo 80 cm de comprimento, 19 cm de largura, 16 cm de altura, feita de papelão, com furo em um dos lados para introdução da lâmpada e no fundo outro furo para entrada dos trifólios, no interior da caixa foi revertido com papel alumínio (Figura 3).

Figura 3 - Caixa para aplicação da luz UV-C, nos trifólios dos morangueiros



**a)** Caixa com aberturas para introdução dos trifólios de morangueiro. **b)** Trifólios dos morangueiros introduzidos, recebendo a aplicação da irradiação UV-C. Foto. **c)** Interior da caixa com lâmpada da aplicação da luz UV-C, forrada com papel alumínio para a irradiação ser uniforme sobre os trifólios. **d)** Abertura na caixa para a introdução dos trifólios de morangueiro, pra receberem a irradiação da Luz UV-C.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

#### 4.3 AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS DAS MANCHAS FOLIARES E ÁREA FOLIAR

Para a avaliação das severidades das manchas foliares foram avaliadas as manchas características da ação dos fungos *Xanthomonas fragariae*; *Colletotrichum gloeosporioides* *C. fragariae* e *C. acutatum*; *Diplocarpon earliana*; *Mycosphaerella fragariae*; *Dendrophoma obscurans*; *Sphaerotheca macularis*; *Pestalotiopsis sp*; *Verticillium dahliae*; *Botrytis cinerea* (TANAKA *et al.*, 2005), presentes nos trifólios no momento da aplicação de cada tratamento de radiação UV-C e cinco dias após o último tratamento.

Foi inoculação fungos causadores de manchas foliares nos trifólios dos morangueiros, pegou-se folhas com foco de patógenos, macerou-se as folhas com 200 ml de água. Após macerar, o líquido com foco foi irrigado sobre os trifólios. E esperado o tempo de infecção, sendo ocorrida em 24 horas (VIEIRA *et al.*, 2007). Após o tempo de infecção foi feita a primeira aplicação da radiação UV-C sobre os trifólios dos morangueiros.

A avaliação se concentrou na identificação das manchas foliares sem a caracterização do agente causal. A mensuração da severidade das manchas foliares, utilizou-se escala de notas, com notas de 0 a 5 (0= nenhuma mancha, 1=15%; 2= 35%; 3 = 65%; 4= 85% e 5 = 100% de manchas foliares), conforme Costa et al. (2012). Dessa forma, identificando visualmente as manchas foliares dos trifólios de cada tratamento, sendo 6 tratamentos contendo 30 trifólios, a partir da análise das imagens de fotografia. Seguindo, uma ilustração das imagens obtidas de cada tratamento. (Figura 4).



Figura 4 - Trifólios utilizados para as notas visual (0 a 5) níveis das manchas foliares submetidas a luz UV-C



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A captação da imagem foi realizada por celular, com uma resolução de imagem de 1136x640 pixels, que permite tirar fotos com uma resolução de 3264x2448 pixels, as fotos foram tiradas com a distância de 14 cm de altura, a cada avaliação do tratamento.

Para as análises de área foliar, utilizou-se binarização das imagens dos trifólios de cada tratamento submetida a luz UV-C. A binarização, que permite calcular a área foliar dos trifólios do morangueiro com maior precisão foi utilizado o software gratuito, Safira (JORGE & SILVA., 2010).

#### 4.4 CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS E FOTOSSINTÉTICAS

##### 4.4.1 Área e massa foliar

A avaliação da área foliar foi através da digitalização das imagens de todos os tratamentos ao final do experimento (30 dias após o primeiro tratamento). As imagens foram digitalizadas no software Safira (Apêndice A).

A massa de matéria fresca foi obtida após a retirada dos trifólios, separação dos pecíolos e mensuração da massa em balança analítica com precisão de 0,01g (Marte científica).

Já a determinação de massa de matéria seca foi efetuada após realizar as avaliações de matéria fresca, sendo as partes colocadas em sacos de papel e colocados na estufa de circulação de ar forçada à 75°C por 48 horas (Figura 5).

Figura 5 - Processo das avaliações da matéria fresca e seca dos trifólios dos morangueiros



**a)** Matéria fresca do trifólio (em balança de precisão de 0,01g); **b)** Trifólio colocado em papel para pesagem do material antes da secagem; **c)** Secagem na estufa de circulação de ar forçada à 75°C por 48 horas; **d)** Pesagem da matéria seca em balança de precisão pós 48 horas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

#### 4.4.2 Clorofila e cor do limbo foliar

Para as análises de clorofila foram realizadas as determinações dos parâmetros de leitura do índice de clorofila *a* clorofila *b* e clorofila *a + b* (total), mensurada a partir da segunda aplicação de luz UV-C, por meio do medidor indireto de clorofila SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development, Minolta®, Japão).

Para os mesmos folíolos utilizados nas análises de clorofila, foram realizadas análises de cor ao final do experimento. Para cada folíolo, foi mensurada por escala de notas de 0 a 5 (0= folhas cor coloração verde clara e 5 = para folhas verdes mais escuras).

#### 4.5 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

Para as análises estatísticas, foi realizada regressão para os valores de significância ( $p < 0,05$ ), com o auxílio do programa SISVAR (SILVA, 2007), e LibreOffice (BORGES, 2010).

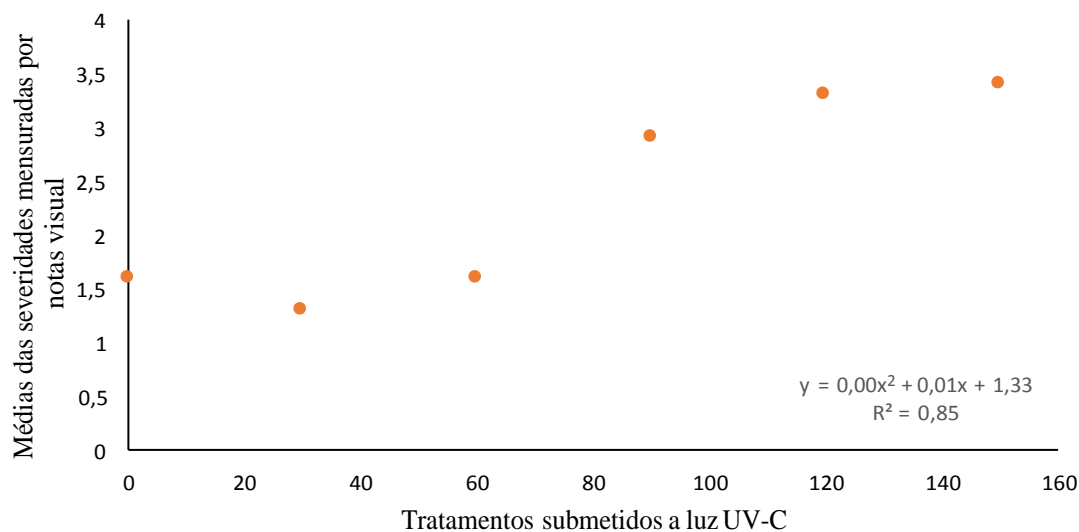
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS DAS MANCHAS FOLIARES

Nas avaliações de manchas foliares do morangueiro, não houve diferença significativa entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). A partir das avaliações, utilizou-se a regressão para determinação da dispersão dos pontos em função dos tratamentos para o controle de manchas foliares do morangueiro, o resultado do coeficiente de determinação ficou em  $R^2 = 0,83$  (Gráfico 1).

No presente trabalho, foi identificado uma severidade de 1,6 para o tratamento testemunha ( $0 \text{ kJ/m}^2$ ), se elevando até a ( $8,25 \text{ kJ/m}^2$ ), para a maior intensidade de luz UV-C, o coeficiente de determinação ficou com  $R^2 = 0,83$ , não sendo significativos os dados de diferença entre os tratamentos.

Gráfico 1 - Avaliação visual das porcentagens das severidades da área das manchas foliares na cultura do morangueiro submetidas a 5 tratamentos de intensidade de UV-C



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

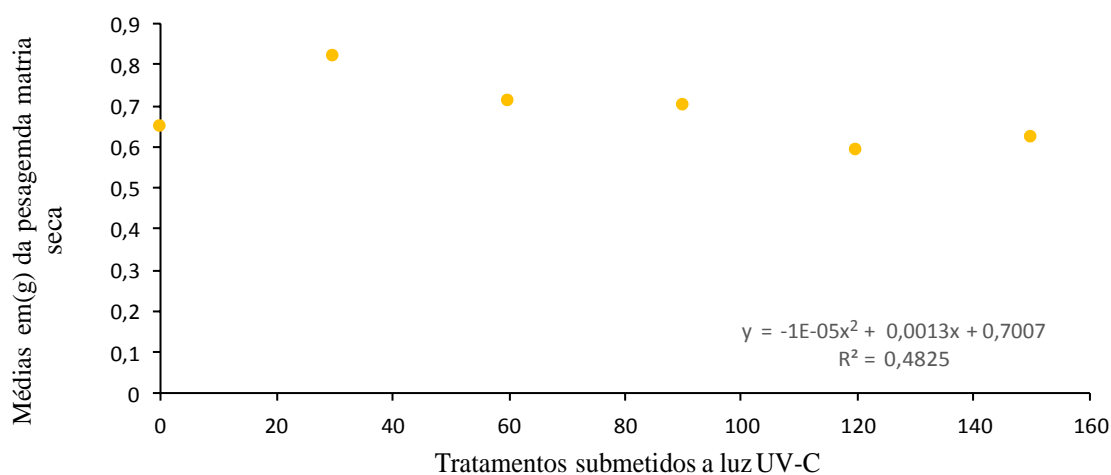
O tratamento T2 com  $1,65 \text{ kJ/m}^2$  teve o menor índice de severidade das manchas foliares comparada aos outros tratamentos submetidos a luz UV-C, sem apresentar diferença significativa.

### 5.2 CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS E FOTOSSINTÉTICAS

### 5.2.1 Massa foliar

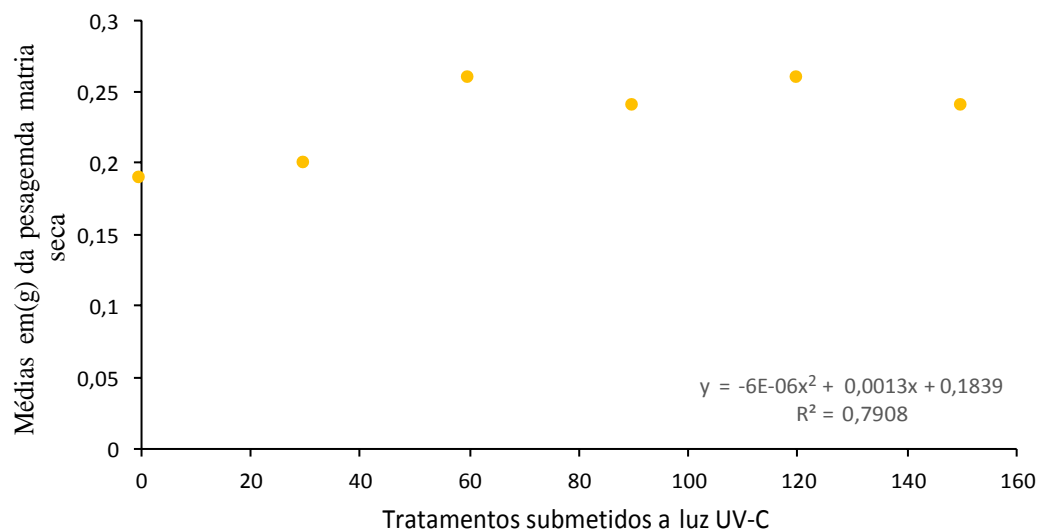
Nas avaliações de massa fresca e seca, não ocorreu diferença significativa. As avaliações indicaram coeficiente de determinação entre as avaliações, para massa fresca com ( $R^2 = 0,48$ ) e para massa seca ( $R^2 = 0,79$ ), (Gráfico 2 e 3).

Gráfico 2 - Medidas das análises das avaliações de matéria fresca dos trifólios dos morangueiros



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Gráfico 3 - Medidas das análises das avaliações de matéria seca dos trifólios dos morangueiros

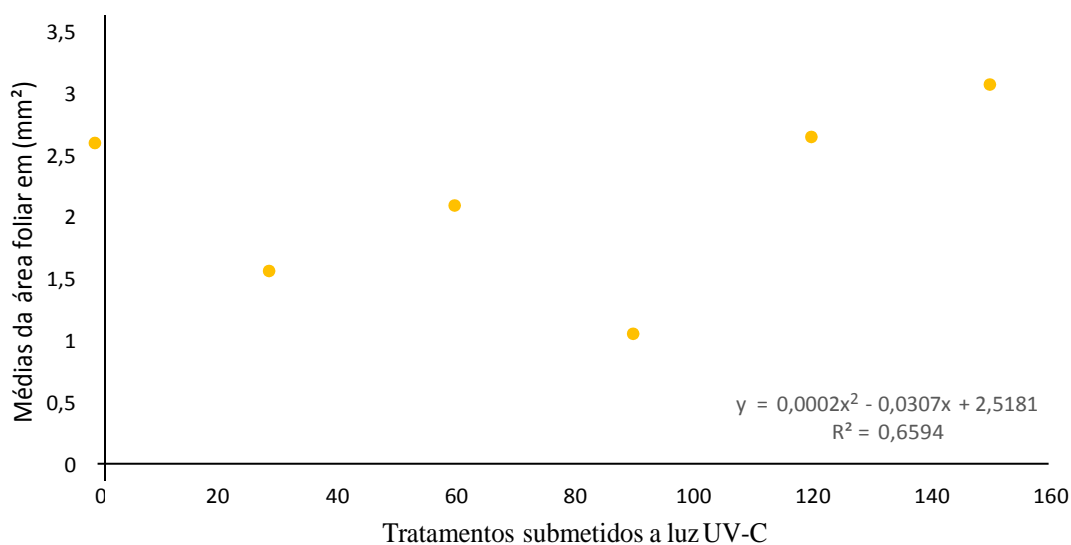


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Não há estudos que permitam a comparação do uso de UV-C em outros trabalhos sobre o acúmulo de matéria fresca e seca dos trifólios de morangueiro. No entanto, a expectativa no presente trabalho era que a variedade San Andreas obtivesse massa de matéria fresca e seca com acúmulos adequados para ocorrer efeitos significativos.

### 5.2.2 Área foliar

Os trifólios que receberam luz UV-C, independente da intensidade luminosa fornecida, não tiveram área foliar alterada significativamente com  $R^2 = 0,65$  (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Médias de área foliar em mm<sup>2</sup> nos folíolos tratados com luz UV-C

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Segundo Delazeri (2017), estudando San Andreas em Cerro largo, identificou uma área de 1.0748 mm<sup>2</sup>. E essa se equivale ao encontrado na testemunha, indicando que o trabalho corrobora com a literatura, mas não apresenta efeito significativo entre os tratamentos.

### 5.2.3 Clorofila

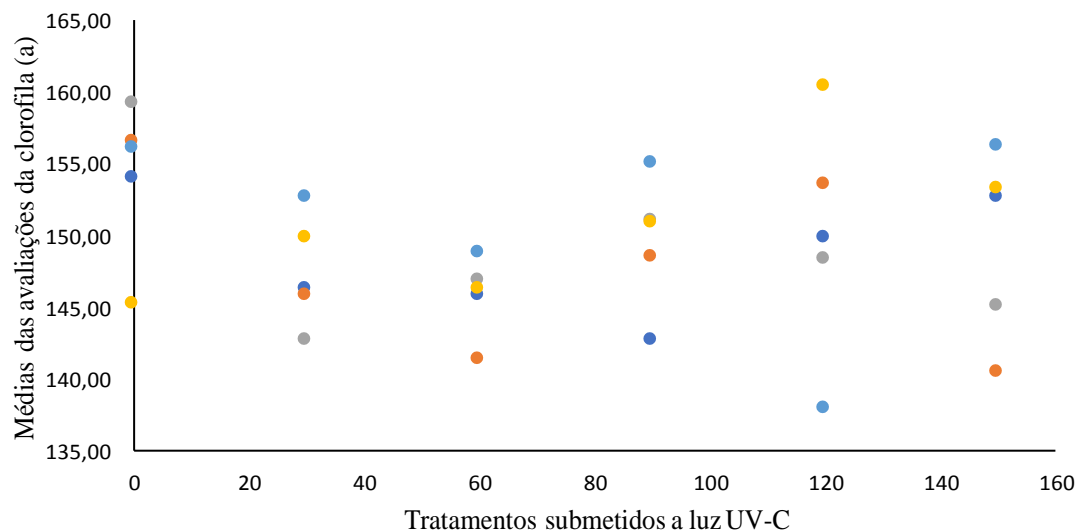
Quanto as análises dos tratamentos obtidas do teor de clorofila (a, b e total), nos trifólios expandidos tratados com luz UV-C. Não houve diferença significativa para o período dos analisados. O coeficiente de determinação, entre as cinco avaliações da clorofila a se ajustaram entre  $R^2 = 0,21$  a  $0,86$ , clorofila b  $R^2 = 0,04$  a  $0,76$  e clorofila total,  $R^2 = 0,11$  a  $0,65$  (Gráficos 5, 6 e 7).

Oliveira et al., (2011), relatam que houve aumento de clorofila a, b e total, após a sétima aplicação de radiação UV-C, esse aumento teve parecer pelo desbalanço oxidativo do morangueiro, gerado pelo estresse da planta pela radiação UV-C, pelo tempo de 30 min e com intensidade de  $3,7 \text{ kJ m}^{-2}$ .

Com nesse trabalho, só foram realizadas cinco aplicações, os resultados encontrados se assemelham aos encontrados com Oliveira et al., (2011), até a quinta

aplicação, a continuidade nas aplicações semanais desses tratamentos poderia resultar em efeitos semelhantes.

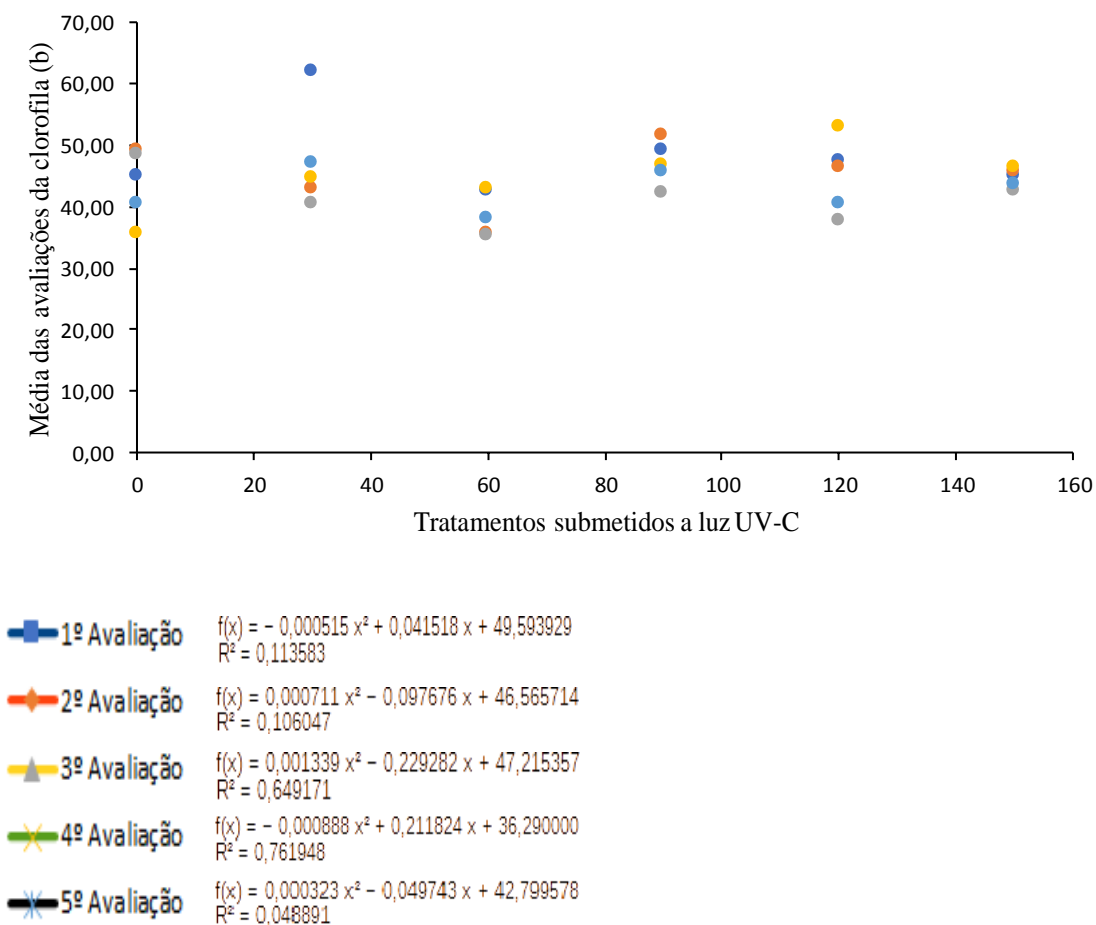
Gráfico 5 - Índice de clorofila (a), com tempo de 0, 30, 60, 90, 120 e 150 segundos de aplicação de luz UV-C



- 1ª Avaliação  $f(x) = 0,000772 x^2 - 0,163183 x + 154,827857$   
 $R^2 = 0,317765$
- 2ª Avaliação  $f(x) = -0,000130 x^2 + 0,092324 x + 145,162857$   
 $R^2 = 0,556215$
- 3ª Avaliação  $f(x) = 0,001629 x^2 - 0,243681 x + 153,447143$   
 $R^2 = 0,862034$
- 4ª Avaliação  $f(x) = 0,000510 x^2 - 0,124700 x + 152,915714$   
 $R^2 = 0,212069$
- 5ª Avaliação  $f(x) = -0,001360 x^2 + 0,050638 x + 154,455429$   
 $R^2 = 0,630928$

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

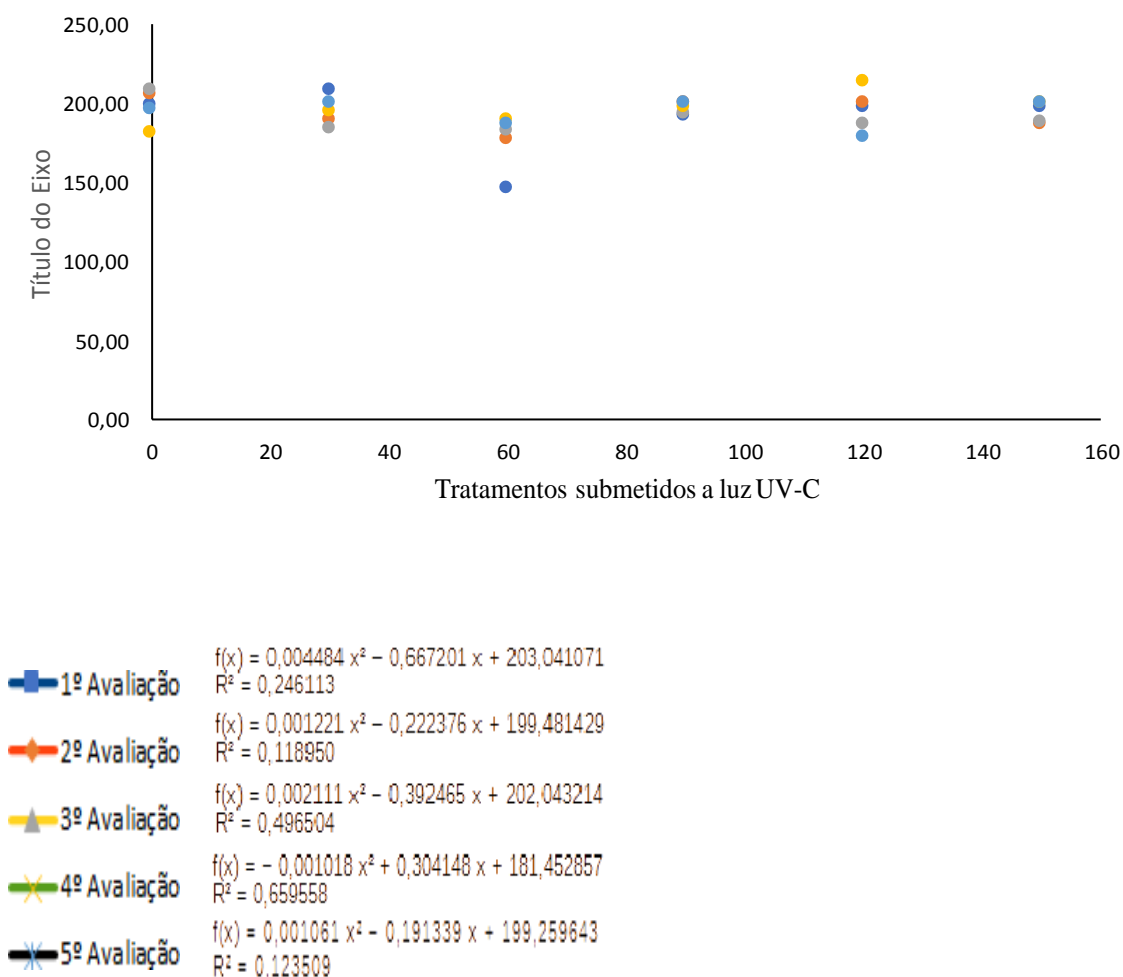
Gráfico 6 - Índice de clorofila (b), com tempo de 0, 30, 60, 90, 120 e 150 segundos de aplicação de luz UV-C



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)



Gráfico 7 - Índice de clorofila (total), com tempo de 0, 30, 60, 90, 120 e 150 segundos de aplicação de luz UV-C



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Quanto as análises obtidas entre a primeira e última semana das avaliações, independente dos trifólios expostos ao longo do experimento, não foi identificado aumento nos teores de clorofilas a, b e total, nem em função da intensidade ou acúmulo ao longo do número de aplicações.

Esperava-se para as avaliações um aumento de clorofila a, b e total, pelos sinais visíveis nas colorações dos trifólios dos morangueiros, já que para os tratamentos com maior índice de radiação, com aplicações de  $4,95 \text{ kJ/m}^{-2}$ ;  $6,6 \text{ kJ/m}^{-2}$  e  $8,25 \text{ kJ/m}^{-2}$ , os trifólios demonstraram com coloração verde escuro, plásticas e visivelmente com epiderme

dura (Figura 6). Essas características foram verificadas nos trifólios que tiveram aplicações com menor intensidade, com  $1,65, \text{kJ/m}^{-2}$ ;  $3,3 \text{kJ/m}^{-2}$  de luz UV-C (Figura 7).

Figura 6 - Trifólios de morangueiros na última avaliação dos tratamentos T4 -  $4,95 \text{kJ/m}^{-2}$ ; T5 -  $6,6 \text{kJ/m}^{-2}$  e T6 -  $8,25 \text{kJ/m}^{-2}$ , tratados com aplicações de luz UV-C



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 7 - Trifólio de morangueiros da última avaliação dos tratamentos T1 - 0; T2 -  $1,65, \text{kJ/m}^{-2}$ ; T3 -  $3,3 \text{kJ/m}^{-2}$ , tratados com aplicações de luz UV-C



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Ao comparar, em algumas plantas surgiram danos necrosados, (Figura 8). As necroses não apareceram em todos os trifólios, pelo motivo que plantas da mesma espécie se comportam com diferentes expressões abióticas ou bióticas. Silva et al. (2011), explica que em plantas de soja sob estresse de radiação UV-C, os folíolos apresentaram clorose que nas avaliações futuras, evoluíram para necrose, culminando com morte e abscisão foliar e essas necroses foram expressivas com tratamentos com maior tempo de exposição à radiação UV-C, sendo 0, 30, 60, 120 e 240 minutos semanais de radiação ultravioleta-C (UV-C) durante quatro semanas.

Foi observado visualmente necrose e queda dos trifólios nos tratamentos 120 e 150 segundos de UV-C, podendo ser um indicador de efeito causado pela intensidade, principalmente após a quarta aplicação, o efeito acumulativo das doses mais altas podem causar efeitos negativos nos trifólios, influenciando sobre os resultados da área foliar.

Figura 8 - Necrose e queda dos trifólios de morangueiro sob aplicação de 6,6 kJ/m-2 e 8,25kJ/m-2 de UV-C



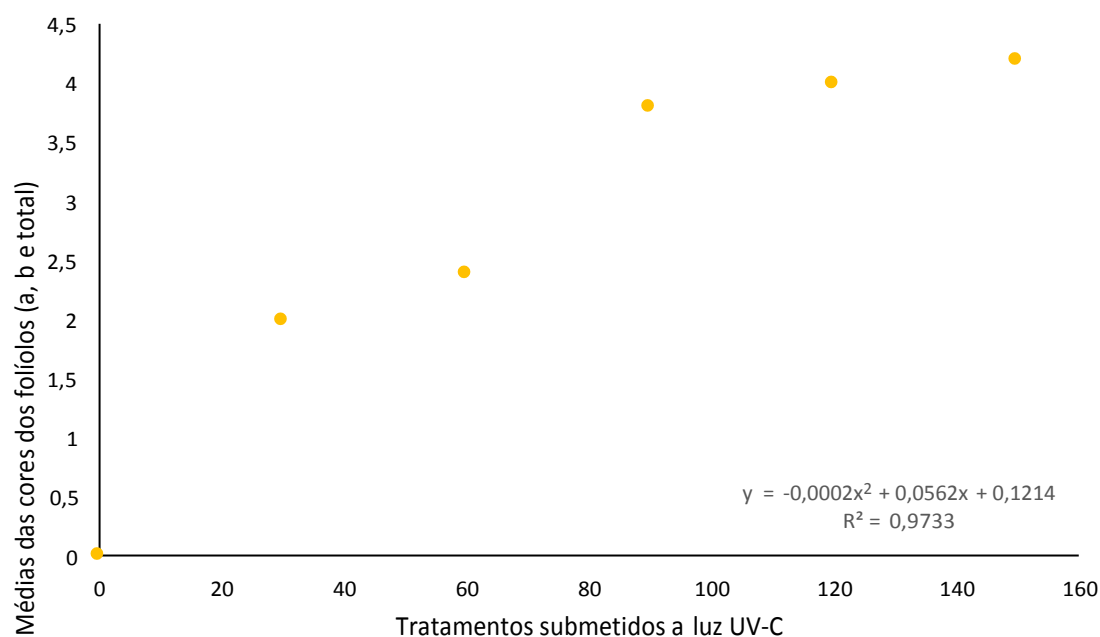
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

### 5.2.4 Cor do limbo foliar

As análises vegetativas do índice de cores dos folíolos, houve diferenças significativas, o coeficiente de determinação, ficou em ( $R^2 = 0,97$ ), (Gráfico 8).

A variação no limbo foliar foi de 0 para tratamento 1 e chegou a 4,2 para o tratamento 6, com  $R^2 = 0,97$ , indicando que, com o aumento da irradiação UV-C, as folhas ficaram mais esverdeadas.

Gráfico 8 - Índice de cores dos folíolos (a, b e total), pela análise visual dos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6, submetidas a intensidades da luz UV-C



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

As cores do folíolo têm influências a característica em função da idade, estação do ano e período do dia, também é influenciada pelas condições de luminosidade presentes (LEMAITRE & LINDEN, 1968).

As aplicações de  $4,95 \text{ kJ/m}^{-2}$ ;  $6,6 \text{ kJ/m}^{-2}$  e  $8,25 \text{ kJ/m}^{-2}$ , visivelmente mostraram mudanças da coloração dos trifólios com incremento gradual. As aplicações com menor intensidade de luz UV-C, sendo  $0 \text{ kJ/m}^{-2}$ ,  $1,65 \text{ kJ/m}^{-2}$ ;  $3,3 \text{ kJ/m}^{-2}$ , obtiveram colorações visivelmente semelhantes (Figura 9).

Figura 9 - Comparação de cor dos trifólios dos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6 submetidos a luz UV-C, para utilização da escala de notas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para as análises futuras, o efeito acumulativo das doses mais altas da radiação UV-C, podem causar efeitos negativos nos trifólios do morangueiro, como necroses e queda das folhas, influenciando sobre os resultados da área foliar.

Os valores das unidades amostrais, que tiveram os valores discrepantes da média em função de possíveis erros de avaliação, foram desconsiderados em três casos, para isso foi substituído pela média dos valores encontrados para os trifólios (Para massa fresca e seca de folíolo, cor do folíolo e área do folíolo). Acima de 60 segundos e  $3,3 \text{ kJ/m}^2$ , de radiação UV-C com lâmpada de 55 w, podem causar efeitos adversos sobre os trifólios, sendo possível indicar a avaliação de aumentar a frequência de aplicação com as doses mais baixas sendo 30 segundos com  $1,65 \text{ kJ/m}^2$  e 60 segundos com  $3,3 \text{ kJ/m}^2$ .

## 7 CONCLUSÃO

Com base nas avaliações das manchas foliares, massa de matéria fresca, massa de matéria seca, área foliar e clorofila, não foi possível identificar diferença significativa entre a testemunha e os tratamentos testados.

Foi identificada uma relação entre as doses de UV-C testadas e a coloração dos folíolos. Nas condições desse trabalho de frequência e intensidade de luz UV-C incididos sobre os trifólios de morangueiro, não foi possível identificar redução das manchas foliares e somente alteração na coloração dos trifólios do morangueiro da cultivar San Andreas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROLINK. Mancha de angular. Culturas afetadas: Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/problemas/mancha-angular\\_1708.html](https://www.agrolink.com.br/problemas/mancha-angular_1708.html). 2020. Acesso em: 20 jun. 2020.
- AGROLINK. Mancha de antracnose. Culturas afetadas: Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/problemas/antracnose\\_1764.html](https://www.agrolink.com.br/problemas/antracnose_1764.html). 2020. Acesso em: 20 jun. 2020.
- AGROLINK. Mancha de dendrofoma. Culturas afetadas: Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/problemas/mancha-de-dendrophoma\\_2588.html](https://www.agrolink.com.br/problemas/mancha-de-dendrophoma_2588.html). 2020. Acesso em: 20 jun. 2020.
- AGROLINK. Mancha de diplocarpon mancha foliar (*diplocarpon earlianum*). Culturas afetadas: Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/problemas/mancha-de-diplocarpon\\_1565.html](https://www.agrolink.com.br/problemas/mancha-de-diplocarpon_1565.html) morango. 2020. Acesso em: 20 jun. 2020.
- AGROLINK. Mancha de diplocarpon. Culturas afetadas: Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/problemas/mancha-de-diplocarpon\\_1565.html](https://www.agrolink.com.br/problemas/mancha-de-diplocarpon_1565.html). 2020. Acesso em: 20 jun. 2020.
- AGROLINK. Mancha de Mancha de micosferela. Culturas afetadas: Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/problemas/mancha-foliar\\_1516.html](https://www.agrolink.com.br/problemas/mancha-foliar_1516.html). 2020. Acesso em: 20 jun. 2020.
- AGROLINK. Mancha de oídio. Culturas afetadas: Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/problemas/oidio\\_1545.html](https://www.agrolink.com.br/problemas/oidio_1545.html). 2020. Acesso em: 20 jun. 2020.
- AGROLINK. Mancha de pestalotiopsis. Culturas afetadas: Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/problemas/manchafoliar\\_3170.html#:~:text=O%20fungo%20Pestalotiopsis%20sp.&text=Sintomas%3A%20A%20infec%C3%A7%C3%A3o%20de%20Pestalotiopsis,planta%2C%20principalmente%20as%20mais%20jovens](https://www.agrolink.com.br/problemas/manchafoliar_3170.html#:~:text=O%20fungo%20Pestalotiopsis%20sp.&text=Sintomas%3A%20A%20infec%C3%A7%C3%A3o%20de%20Pestalotiopsis,planta%2C%20principalmente%20as%20mais%20jovens.). 2020. Acesso em: 20 jun. 2020.
- ALZATE-MARIN, et al. **Seleção Assistida por Marcadores Moleculares Visando ao Desenvolvimento de Plantas Resistentes a Doenças, com Ênfase em Feijoeiro e Soja**. 1 Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária – BIOAGRO. Universidade Federal de Viçosa., p.1- 10. 2005.
- AMARAL, E. **Novo índice de intensidade de infecção**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.4, p.1-2, 1969.
- AMORIM, L. et al. Clorose variegada dos citros: uma escala diagramática para avaliação da severidade das doenças. **Fitopatol.** Brasil. p, 18: 174- 180, 1993.
- ANTUNES, L. E. C. et al. **Morango 2**. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. (Coleção Plantar, 68). 52 p. 2011.

- ANTUNES, L. E. C. et al. **Morangueiro**. Brasília, DF: Embrapa. p. 7 - 19. 2016.
- ANTUNES, L. Pequenas frutas: estratégias para o desenvolvimento. *In* Embrapa Clima Temperado-Artigo em anais de congresso (ALICE). *In*: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 13., Fraiburgo. **Anais...** Caçador: Epagri.p. 115- 122. 2013.
- ANTUNES, L.E.C. **Brasil é o maior produtor de morango da América do Sul. Campo & Negócio Hortifruti**. Uberlândia-MG, n. 7, janeiro. p. 92-94. 2018.
- ANTUNES, L.E.C.; PERES, N. Strawberry production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, London, v.13, n.1, 2013. p.156-161.
- ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Programa de Análise de Resíduo de Agrotóxico em Alimentos (PARA)**. Dados da coleta e análise de alimentos de 2010, ANVISA, dezembro de 2011.
- ANVISA. **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimento – PARA. Relatórios das amostras analisadas no período de 2017-2018, primeiro ciclo do plano plurianual 2017- 2020**. Brasília, 10 de dezembro de. P. 2-136. 2019.
- APHALO, P.J. et al. **Beyond the visible: A handbook of best practice in plant UV photobiology**. European corporation in Science and Technology, p 120. 2012.
- ASHDOWN, I. Photometry and Photosynthesis, **Chief Scientist**, Lighting Analysts. p. 1-2. 2015.
- BALBINOT FILHO, C. A; BORGES, C. D. **Efeitos da radiação UV-C em alface e maçã minimamente processadas: uma revisão**. Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Pelotas/RS – Brasil. p,1-13. 2020.
- BAKA, M. et al. Photochemical Treatment to Improve Storability of Fresh Strawberries. **Journal of Food Science**, 64(6), 1068–1072. 1999.
- BALDWIN, I. T et al. Volatile signaling in plant-plant interactions: “Talking Trees” in the genomics era. **Science**, v. 311, p. 811-813. 2006.
- BALOGH, T.S et al. **Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em foto proteção**. *An Bras Dermatol.*;86(4):732-42. 2011.
- BARBOSA, F. D. **Desenvolvimento de um sistema de radiação pulsada com leds UV-C para redução de patógenos pós-colheita e manutenção da qualidade de produtos agrícolas**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2015.
- BAGNATO, V. **Especialista da USP esclarece sobre uso de luz ultravioleta como medida auxiliar na prevenção da Covid-19**. São Paulo.  
[http://www.cvs.saude.sp.gov.br/ler.asp?nt\\_codigo=4144&nt\\_tipo=0&te\\_codigo=17#:~:text=Prof.,geral%2C%20inclusive%20o%20novo%20coronav%C3%ADrus](http://www.cvs.saude.sp.gov.br/ler.asp?nt_codigo=4144&nt_tipo=0&te_codigo=17#:~:text=Prof.,geral%2C%20inclusive%20o%20novo%20coronav%C3%ADrus). Acesso em: 21 mai. 2020.



BARBOSA, F. R.; SILVA, C. S. B da; CARVALHO, G. K. de L. **Uso de inseticidas alternativos no controle de pragas agrícolas. Petrolina** : Embrapa Semiárido. Embrapa Semiárido. Documentos, 191) 2006. p. 47.

BARKA, E. A. Protective enzymes against reactive oxygen species during ripening of tomato (*Lycopersicon esculentum*) fruits in response to low amounts of UV-C. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 28, p. 785-791, 2001.

BENÍTEZ, R. O. **Perdas de desperdícios de alimento da América Latina e no caribe.** FAO. <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>. Acesso em 17 jun. 2020.

BERGAMIN FILHO, A. B; AMORIM, L. Doenças de plantas tropicais. *In*: Bergamin Filho, A. & Amorim, L. (Eds.). Piracicaba. **ESALQ/USP**. Editora Ceres, p. 289. 1996.

BHAT, R.; STAMMINGER, R. Preserving strawberry quality by employing novel food preservation and processing techniques – recent updates and future scope – an overview. **Journal of Food Process Engineering**, v. 38, p. 536–554, 2015.

BINTSIS, T. et al. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry—a critical review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 6, p. 637–645, 2000.

BONNER, J. Experiments on photoperiod in relation to the vegetative growth of plants. **Plant physiology**, v. 15, p. 319. 1940.

BORGES, F. N. R. **LibraOffice Para Leigos – Facilitando a vida no escritório.** Pós-graduando em Gerência de Projetos de TI e Administração de Empresas, ambos Unisul, Universidade do Sul de Santa Catarina Senai/SC. p. 1-144. 2010.

BORTOLOZZO, A. R. et al. **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. (Embrapa Uva e Vinho. Circular técnica, 62). P. 24. 2007.

CALDWELL, M. M. TERAMURA, A.H; TEVINI, H. ‘**The Changing Solar Ultraviolet Climate and the Ecological Consequences for Higher Plants**’. *In*: CELL PRESS. Trends in Ecology & Evolution, v.4, p. 363–367. 1989.

CALVETE, E. O. et al. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2. p. 396-401. 2008.

CAMILI, E. C.; CARBONARI, M.; SOUZA, N. L. Caracterização de *Pestalotiopsis longisetula* e sua patogenicidade em morango. **Summa Phytopathologica**, v. 28, n. 2, p. 213-214, 2002.

CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology.** New York, John Wiley & Sons, p. 655. 1990.

CGEE. **Panorama - Análise de oportunidades e desafios para o segmento de Irradiadores e Aplicações na Cadeia Produtiva do Agronegócio.** Brasília Novembro, 2010. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/acnen/pnb/Rel-Parcial-Agronegocio.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.

CHARLES, M.T; et al. Physiological basis of UV-C induced resistance to *Botrytis cinerea* in tomato fruit. V. Constitutive defence enzymes and inducible pathogenesis-related proteins. **Postharvest Biology and Technology**, 51. p.414-424. 2009

CHATURVEDI, SUJATA, et al. Meningioma with metastasis from follicular carcinoma thyroid. **Indian Journal of Pathology and Microbiology**, vol. 53, no. 2. Gale One File: Health and Medicine, p. 316. 2021.

CHEN, Y. et al. UVA radiation is beneficial for yield and quality of indoor cultivated lettuce. **Frontiers in Plant Science**. p.1-31. 2019.

CORRÊA, E. B. **Controle da podridão de raiz (*Pythium aphanidermatum*) e promoção de crescimento de alface hidropônica**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Curso de pós graduação em Agronomia, Lavras, 2006.

COSTA, G. G. **Produção e qualidade de frutos do morangueiro, sob diferentes tensões de água no solo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2011. P.76.

COSTA, H.; VENTURA, J. A. Doenças do morangueiro: diagnóstico de manejo. *In*: BALBINO, J. M. S. (Ed.). **Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de morangueiro**. 2. ed. Vitória: Incaper, 2006a. p. 41-57.

COSTA, R. V. DA. **EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS PARA O CONTROLE DA MANCHA BRANCA DO MILHO**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.11, n.3, p. 291-301, 2012.

CRIZEL, G. R. **Efeito da radiação UV-C durante o cultivo de morangos: aspectos bioquímicos-fisiológicos e tecnológicos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

DARRAS, A.I; DEMOPOULOS, V; TINIAKOU, C. UV-C irradiation induces defence responses and improves vase-life of cut gerbera flowers. **Postharvest Biology and Technology**. p.168-174. 2012.

DHIGRA, A.; SABLANI, S. S. Ultraviolet-C light inactivation of *Penicillium expansum* on fruit surfaces. **Food Control**, v.50, p.297-303, 2015.

DIAS, M. S. C.; COSTA, H.; CANUTO, R. S. **Manejo de doenças do morangueiro**. Informe Agropecuário, v. 28, n. 236, p. 64-77, 2007.

DICKE, M; LOON, J. J. A. Multitrophic effects of herbivore- induced plant volatiles in an evolutionary context. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 97, n. 3, p. 237-249, 2000.

DIEHL, J.F.; Food irradiation Fpast, present and future. **Radiation Physics and Chemistry**, v.63, p. 211–215, 2002.

DUDAREVA, N.; PICHERSKY, E.; GERSHENZON, J. Biochemistry of plant volatiles. **Plant Physiology**, Rockville, v. 135, n. 4, p. 1893-1902, 2004.

DUDAREVA, N et al. Plant volatiles: recent advances and future perspectives. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 25, n. 5, p. 417-440, 2006.

EMBRAPA. **Sistemas alternativos permitem reduzir impactos com agrotóxicos**. 2008. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18022237/sistemas-alternativos-permitem-reduzir-impactos-com-agrotoxicos>. Acesso em: 20 Jun 2020.

ENGELBERTH, J. et al. **Airborne signals prime plants against insect herbivore attack**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Washington, D.C., v. 101, n. 6, p. 1781-1785. 2004.

ERKAN, M.; WANG, S. Y.; WANG, C. Y. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme and decay in strawberries fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.48, n.2. p.163 – 171. 2008.

EVANS, J. R.; POORTER, H. **Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain**, *Plant, Cell and Environment*, Malden, v. 24, n. 8, p. 755-767, 2001.

FAN, L. et al. **Effect of production systems on phenolic composition and oxygen radical absorbance capacity of ‘Orléans’ strawberry**. *LWT. Food Science and Technology*, Volume 45, Issue 2. p. 241-245. 2012.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. *In[...] REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA*, 45, 2000. *Anais...São Carlos, SP: SIB*, p. 255-258, 2000.

FERREIRA. D. F. **SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística**. *Revista Científica Symposium*, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, jul./dez. p, 1-6. 2008.

FILHO, C. A. B; BORGES, C. D. Efeitos da radiação UV-C em alface e maçã minimamente processadas: uma revisão. Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Pelotas/RS – Brasil. **Braz. J. Food Technol.** vol.23 Campinas. Epub Mar 30, 2020.

FRANQUEZ, G. G. **Seleção e multiplicação de clones de morangueiro (Fragaria x ananassa Duch.)**. f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. p.118.2008.

FREITAS, E. D. de. **Notas de aula da Disciplina ACA-0429 Agrometeorologia**. Instituto Astronomico e Geofísico, Universidade de São Paulo, p. 12-15. 2005

FRYER, M. J.; OXBOROUGH, K.; MULLINEAUX, P. M.; BAKER, N. R. Imaging of photooxidative stress responses in leaves. **Journal Experimental Botany**. Lancaster, v. 53, n.372, p. 1249-1254, 2002.

- FU, Z.Q; DONG, X. Systemic acquired resistance. turning local infection into global defense. **Annual review of plant biology**, 64. 2013. p. 839-863.
- GALSURKER, O.; DISKIN, S.; MAURER, D.; FEYGENBERG, O.; ALKAN, N. Fruit stem-end rot. **Horticulturae**, v. 4, n. 4. p. 1-16. 2018.
- GARRIDO, L. R; GAVA, R. **MANUAL DE DOENÇAS FÚNGICAS DA VIDEIRA**. Embrapa Uva e Vinho Bento Gonçalves. p.,42. 2014.
- GHANATI, F., F. KHATAMI AND E. BEMANI. Effects of UV B and UV C radiation on viability, growth, and major natural compounds of *Malve neglecta* L. cells. **Iranian Journal of Plant Physiology** 4 (1), p,881-887, 2013.
- GHINI, R. **Solarização do solo**. Embrapa. Jaguariúna, setembro. p, 1-4. 2011
- GIAMPIERI, F. et al. **The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health**. *Nutrition*, v. 28, p. 9–19, 2012.
- GIMÉNEZ, G.; PAULLIER, J.; MAESO, D. **Identificación y manejo de las principales enfermedades y plagas en el cultivo de la frutilla**. Montevidéo: INIA. (INIA. Boletín de Divulgación, 82), p. 55. 2003.
- GONÇALVES, F. P. **Progresso poliético e quantificação de danos da Clorose Variiegada dos Citros em laranjeiras 'Natal' submetidas a déficits hídricos**. Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Fitopatologia. Piracicaba. P1-122. 2010.
- GONZALEZ-AGUILAR, G. A.; WANG, C. Y.; BUTA, G. J. UV-C irradiation reduces breakdown and chilling injury of peaches during cold storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 84. 2004, p. 415-422.
- GOUVÊA, M. M. et al. **Aplicação da radiação ultravioleta como forma de contribuição para a química verde e construção de um reator fotoquímico alternativo e de baixo custo, para pré-tratamento de amostras**. Departamento de Química Analítica, Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, 24020-141 Niterói - RJ, Brasil. *Quím. Nova* vol.37 no.2 São Paulo Apr. 2014.
- GUERRERO, B. J. A; BARBOSA, C. G. V; Review: Advantages and Limitations on Processing Foods by UV Light. **Food Science and Technology International**, v. 10, n 3, p. 137-147. 2004.
- GUINI, R. **SOLARIZAÇÃO DO SOLO**. **EMBRAPA**. Jaguariúna, P 1- 14. 2001.
- HANDLEY, D.; PRITTS, M. **Strawberry production guide for the Northeast, Midwest, and Eastern**. Ithaca: NRAES. 162 p. 1998.
- HAO, X et al. Effects of pre-exposure to ultraviolet-B radiation on responses of tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. New Yorker) to ozone in ambient and elevated carbon dioxide. **Environmental Pollution**, v. 110. p. 217-224.2000.
- HORSFALL, J.C.; BARRATT R.W. An improved grading system for measuring plant diseases. **Phytopathology**, v.35, p.665, 1945.

- INOSTROZA-BLANCHETEAU, C. et al. Short-term UV-B radiation affects photosynthetic performance and antioxidant gene expression in highbush blueberry leaves. **Plant Physiology and Biochemistry**. P.1-9. 2016.
- JAMES, W. C. Assessment of plant diseases and losses. Ann. Rev. **Phytopathol.**, 12:27-48, 1974.
- JORGE, L. A. de C; SILVA, D, J. da C. B. **SAFIRA: manual de utilização**. Embrapa Instrumentação São Carlos, SP. p. 1-29. 2010.
- KARBAN, R.; BALDWIN, I. T. Induced responses to herbivory. **University of Chicago Press**, 2007.
- KATARINA, S; JAJOO, A; GURUPRASAD, K.N. **Impact of Increasing Ultraviolet-B (UV-B) Radiation on Photosynthetic Processes February**. Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology 137. p. 55-68. 2014.
- KONDA, É. T. et al. **CONTROLE DE PODRIDÃO PEDUNCULAR DO MAMÃO UTILIZANDO IRRADIAÇÃO UVC**. Campinas, São Paulo, agosto. P. 1-11. 2018.
- KÖPPEN, W. and GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Verlag Justus Perthes, Gotha, Wall-Map 150 cm x 200 cm.1928.
- KOUTCHMA, T.T; FORNEY, L. J.; MORARU, C. I. **Ultraviolet Light in Food Technology**. CRC Press, Boca Raton. p. 01-11. 2009.
- KUMARI, R., S. SINGH AND S. B. AGRAWAL. '**Response of ultraviolet-B induced antioxidant defense system in a medicinal plant Acorus calamus**'. J. Environ. Biol. 31: p.907-911. 2010.
- LEGAN, R.W. **Ultraviolet light takes CPI role**. Chemical engineering, v.25, p.95-100, 1982.
- LEMAITRE, R.; LINDEN, R. **Le fraisier à gros fruits: description et identification de variétés**. Gembloux: J. Duculot. p, 234. 1968.
- LI, H; TANG, C; XU, Z. The effects of different light qualities on rapeseed (*Brassica napus* L.) plantlet growth and morphogenesis in vitro. **Scientia Horticulturae**, v. 150, p. 117- 124. 2013.
- MAAS, J. L. **Compendium of strawberry diseases**. St. Paul: APS Press. 98 p.1998.
- MARTINEZ, E. G. **Alimentos Irradiados**. **Universidade Politécnica de Valência** . Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nsCn5A6QPhY&feature=youtu.be>. 13 Jan 2012. Acesso em: 12 Jun 2020.
- MARTINS, M.C. et al. **Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja**. Fitopatologia Brasileira, v.29, n.2, p.179-184, 2004.
- MAZARO, S. M. et al. **Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha-de micosferela em morangueiro**. Departamento de Fitotecnia e

Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil. 2005. P, 1-5.

MELLO, S.C.M. et al. Cepas de *Trichoderma* para el control biológico de *Sclerotium rolfsii* Sacc. **Fitosanidad** 11(1): p. 3-9. 2007.

MEPSTED, R; PAUL, N.D; STEPHEN, J; CORLETT, J. E. **Effects of enhanced UV- B radiation on pea (*Pisum sativum* L.) grown under field conditions in the UK.** Global Change Biology, v. 2, p. 325-334. 1996.

MICHEREFF, S. J. **Fundamentos de Fitopatologia.** p. 1-150. 2001.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - **MAPA/Gabinete da Ministra** <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-52-de-15-de-marco-de-2021-310003720>. Acesso em 03 abr 2021.

MORAES, S.A. de **Quantificação de doenças de plantas.** 2007.  
[http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_1/Doencas/Index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/Doencas/Index.htm). Acesso em. 15 abr. 2021.

MORANDI, M. A. B.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BETTIOL, W.; TEIXEIRA, H. **Controle biológico de fungos fitopatogênicos.** Informe Agropecuário, v.30, n.251, p.73-82. 2009.

MOTA. C.D.S. **Desenvolvimento de um sistema para radiação por ultravioleta de biomoléculas.** Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica. Lisboa. Abril. p,1-70. 2011.

NELSON, M.D.; GUBLER, W.D.; SHAW, D.V. **Relative resistance of 47 strawberry cultivars to powdery mildew in California greenhouse and field environments.** Plant Disease, St. Paul, v.80, p.326-328, 1996.

NEVES, H. J. P. **Desinfecção de água contaminada por *Pseudomonas aeruginosa* via radiação Ultravioleta.** Universidade Federal de Pernambuco, Recife. p, 1-161. 2008.

OLIVEIRA, I. R. d. et al. **TEOR DE CLOROFILAS EM FOLHAS DE MORANGUEIROS TRATADOS COM RADIAÇÃO UV-C DURANTE O CULTIVO.** P. 1-4. 2011.

OLIVEIRA, I. R. et al. **Teor de clorofilas em folhas de morangueiros tratados com radiação uv-c durante o cultivo.** Pesquisador da Embrapa Clima Temperado – Pelotas, RS. P.1-4; 2012.

OLIVEIRA, J.J.V.; TOLEDO, M.C.F. Resíduos de agrotóxicos em morangos. Pesticidas: **Revista de Eco toxicologia e Meio Ambiente**, v. 5, 1995.

OSHITA, D.; JARDIM, I. C. S. F. **Morango: uma preocupação alimentar, ambiental e sanitária, monitorado por cromatografia líquida moderna.** Scientia Chromatographica. São Carlos, v.4, n.1. p. 52-76. 2012.

OTTO, C.; et al. **Physical Methods for Cleaning and Disinfection of Surfaces.** Food Engineering Reviews, v.3, p. 171–188, 2011.

PARÉ, W; TUMLINSON, J. H. Plant volatiles as a defense against insect herbivores. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 121, n. 2, p. 325-332, 1999.

PAUL, N.D; **Stratospheric ozone depletion, UV-B radiation and crop disease.** Environmental Pollution 108. p,343-355. 2000.

PINTO-ZEVALLOS, D. M. et al. **Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros.** Volatile organic compounds in induced plant defense against herbivorous insects Departamento de Química, Universidade Federal do Paraná, 81531-990 Curitiba – PR, Brasil. P. 1-11. 2013.

PICHERSKY, E.; GERSHENZON, J. **The formation and function of plant volatiles: perfumes for pollinator attraction and defense.** Current Opinion in Plant Biology, v. 5, n. 3, p. 237-243, 2002.

PICHERSKY, E.; NOEL, J. P.; DUDAREVA, N. **Biosynthesis of plant volatiles: nature's diversity and ingenuity.** Science, v. 311, p. 808-811, 2006.

PINOSA, F. **Arabidopsis phospholipase dd is involved in basal defense and nonhost resistance to powdery mildew fungi.** Plant Physiology, v. 163, p. 896-906, 2013.

PIRES, N.M; OLIVEIRA, V.R. **Alelopatia. Biologia e Manejo de Plantas Daninhas.** p. 96-124. 2011.

PODSEDEK, A. **Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review.** LWT, v. 40, p. 1–11, 2007.

REIS. A; COSTA.H. **Principais doenças do morangueiro no Brasil e seu controle.** Embrapa – Brasília – DFP. p.1-9. 2011.

RIVERA-PASTRANA, D. M. et al. Effect of UV-C irradiation and low temperature storage on bioactive compounds, antioxidant enzymes and radical scavenging activity of papaya fruit. **Journal of Food Science Technology**, v. 51, p. 3821–3829, 2014.

RODRIGUES. G. **Pesquisadores do ifal desenvolvem robô para o combate ao coronavírus.** Disponível em: <https://www2.ifal.edu.br/campus/maceio/noticias/cientistas-do-ifal-desenvolvem-robote-combate-o-coronavirus>. Maceió. 2020. Acesso em: 20 Jun 2020.

RONQUE, E. R. V. **Cultura do morangueiro: revisão prática.** Curitiba: EMATER IPR, 206 p. 1998.

RONQUE, E.R.V. et al. Viabilidade da Cultura do Morangueiro no Paraná-Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura.** Jaboticabal - SP, v. 35, n. 4. p. 1032-1041. 2013

SÁ, C. R. L. et al. Efeito do KMnO<sub>4</sub> e 1-MCP com atmosfera controlada na conservação pós-colheita de melão Cantaloupe. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 01, p. 60-69, 2008.

SANTOS, A. M. dos. **Melhoramento genético do morangueiro.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.27, n.198, 1999. p.24-29.

SANTOS, T. DEFENSIVOS AGRÍCOLA. Instituto Formação. 2014. P 1-22.

SCHUCH, S. M. L. **CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA, MORFOLÓGICA E SENSORIAL DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO**. Porto Alegre, (RS), Brasil. Ago. p, 1-87. 2000.

SELEGUINI, A. et al. **Estratégias para produção de mudas de tomateiro utilizando paclobutrazol**. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(2), p.539–548. 2013.

SERÇE, S.; HANCOCK, J. F. The temperature and photoperiod regulation of (owering and runnering in the strawberries, *Fragaria chiloensis*, *F. virginiana*, and *F. x ananassa*. *Scientia Horticulturae*, v. 103, n. 2, p. 167-177. 2005.

SEVERO, J. **Maturação e UVC na expressão transcricional de genes envolvidos nas rotas metabólicas de parede celular, compostos fenólicos e aromas em morango**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. P, 1-97. 2009.

SHORESH. M; HARMAN, G. E; MASTOURI, F. **Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents**. *Annual review of Phytopathology* 48. p.21-43. 2010.

SILVA, A. C.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA L. R. **Manejo Integrado De Plantas Daninhas Em Hortaliças**. *Pesquisa e Tecnologia*, vol. 3, n.2, Jul - Dez 2006.

SILVA, A. F.; DIAS, M. S. C.; MARO, L. A. C. **Botânica e fisiologia do morangueiro**. *Informe Agropecuário*, v. 28, n. 236, p. 7-13, 2007.

SILVA, M. L. C. et al. **Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais**. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SILVA, R. B. V. **Uso de SISVAR na Análise de Experimentos**. Patos de Minas, MG. Agos. p. 1-66. 2007.

SILVA, P. E. M. et al. **Chlorophyll-a fluorescence and symmetry deviation as tools for investigating plants under stress**. *Idesia*. v. 29, n. 3, p. 45-52, 2011.

SILVA, T. R. B. et al. **Utilização do colorímetro como medidor portátil de clorofila em folhas de milho**. *Ciência, Tecnologia & Ambiente*, v. 4, n. 1, p. 1-4, 2016.

SOUZA, F. C. **Utilização de radiação UV-C e atmosfera modificada para conservação figo após a colheita**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola, área Pós Colheita). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2012.

STOPPELLI, I M. DE B. S. MAGALHÃES, C. P. **Saúde e segurança alimentar: a questão dos agrotóxicos**. Faculdade de Ciências Farmacêuticas/USP e Faculdade JK, Brasília DF. p, 1-10. 2005.

SUSSEL, A.A.B. **Epidemiologia e Manejo do Mofocinza-da-mamoeira**. Embrapa Cerrados Planaltina, DF. p. 1-25. 2009.

TAIZ L., E. Zeiger “**Fisiologia Vegetal**”, Artmed, 6a ed. Porto Alegre, 2017.



- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3º ed. Porto Alegre: Artmed. p. 719, 2004
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Sinauer. p. 477. 2004.
- TAIZ, L. et al. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. ed. 6. Porto Alegre: Artmed. p. 1-888, 2017.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. Plant Physiology. 2nd ed. Massachusetts: Sinauer Associates. 792p. 1998. In: Morison, J., & Gifford, R. **Plant Growth and Water Use With Limited Water Supply in High CO<sub>2</sub> Concentrations. I. Leaf Area, Water Use and Transpiration**. Australian Journal of Plant Physiology, 11(5). p. 1- 361.1984.
- TANAKA, M.A.S; BETTI, J.A; KIMATI, H. **Doenças do morangueiro (Fragaria x ananassa)**. In: KIMATI, H; AMORIM, L; REZENDE, J.A.M; BERGAMIN FILHO, A; CAMARGO, L.E.A. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 4 ed. v. 2. São Paulo: Ceres. p. 489-500. 2005.
- TANAKA, MAS; PASSOS FA. **Caracterização patogênica de Colletotrichum acutatum e C. fragariae associados à antracnose do morangueiro**. Fitopatologia Brasileira 27.p.484-488. 2002.
- TAVARES, Í. B. et al. **INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO COM UV-C DURANTE O CULTIVO DE MORANGUEIROS NA PRODUTIVIDADE E NAS CARACTERÍSTICAS BIOQUÍMICO-FISIOLÓGICAS DOS FRUTOS**. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. P, 1-6. 2013.
- TEXEIRA, A. C. O. **Caracterização de isolados de *Erwinia psidii* do Distrito Federal e detecção sorológica em goiabeira**. Brasília -DF. p, 1-145. 2006.
- TIECHER, A. **Efeito da radiação UV-C na expressão gênica e nas respostas bioquímico-fisiológicas em frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2010.
- TOMITA, C. K. **Cultivo de morango em sistema de agricultura natural. Palestra do II Simpósio Nacional do Morango; I Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul**. Pelotas. Embrapa Clima Temperado, p.170 a 180. 2004.
- TÜRKER N.S. et al. **The effect of gamma radiation sterilization on dental biomaterials**. Tissue Engineering and Regenerative Medicine, v. 11, p. 341-349. 2014.
- URBAN, L. et al. **Understanding the physiological effects of UV-C light and exploiting its agronomic potential before and after harvest**. Plant Physiology and Biochemistry 105. p.1-11. 2016.
- VANCANNEYT, G. et al. **Hydroperoxide lyase depletion in transgenic potato plants leads to an increase in aphid performance**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Washington, D.C., v. 98, n. 14, p. 8139-8144, 2001.

VIEIRA, P.D.S. et al. **Estudo da caracterização morfológica, esporulação e germinação dos conídios de *metarhizium anisopliae* var. *Acridum* em diferentes temperaturas.** *Biológico*, São Paulo, v.69, n.1, p.17-21, jan./jun. p.1-5.2007.

VOELCKEL, C; BALDWIN, I. T. **Herbivore- induced plant vaccination. Part II. Array- studies reveal the transience of herbivore- specific transcriptional imprints and a distinct imprint from stress combinations.** *The Plant Journal*, v. 38, n. 4, p. 650-663, 2004.

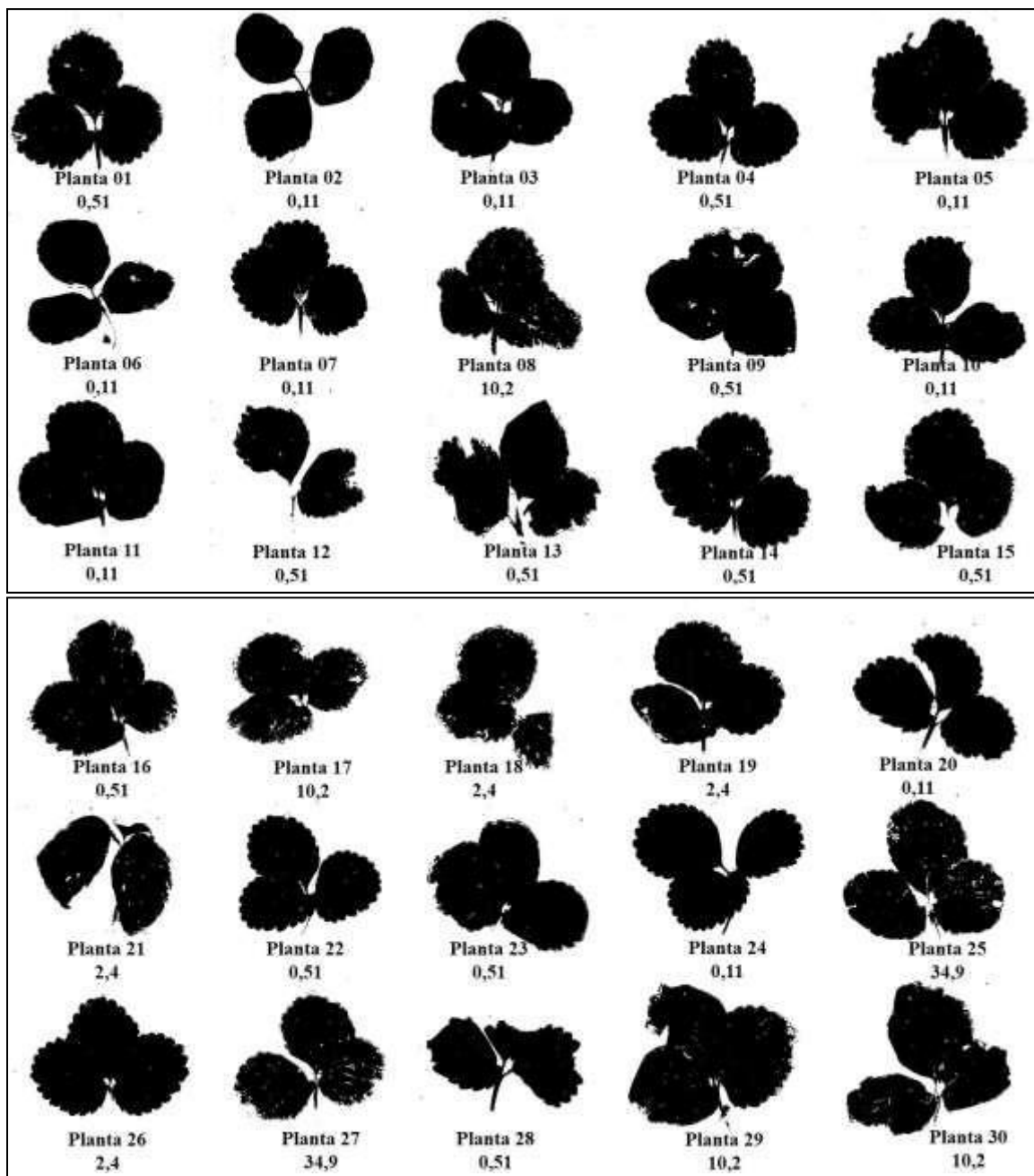
WIESE, M.V. **The powdery mildew. Compendium of wheat disease.** St. Paul. The American Phytopathological Society. p. 30-31. 1977.

YANG, J. **Brazil nuts and associated health benefits: A review.** *Food Science and Technology*, v. 42, p. 1573–1580, 2009.

ZAMBOLIM, L.; COSTA. H. **Manejo integrado de doenças do morangueiro.** *In: CARVALHO, S. P. (Coord.). Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico.* Belo Horizonte: FAEMG, p. 55-80. 2006.

ZHANG, Y. et al. **Isolation and Identification of Strawberry Phenolics with Antioxidant and Human Cancer Cell Antiproliferative Properties.** *Journal. Agricultural and. Food Chemistry*, v. 56, p. 670–675. 2008.

APÊNDICE A - Imagens dos trifólios binarizadas, utilizadas para cálculos da área foliar



Fonte: Elaborado pelo autor.