



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

ELÓI EVANDRO DELAZERI

**APLICAÇÃO DE RADIAÇÃO ARTIFICIAL E *Trichoderma asperellum* NO
CULTIVO DE MORANGUEIRO**

**CERRO LARGO
2017**

ELÓI EVANDRO DELAZERI

**APLICAÇÃO DE RADIAÇÃO ARTIFICIAL E *Trichoderma asperellum* NO
CULTIVO DE MORANGUEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Pedro Schneider

CERRO LARGO

2017

PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

Delazeri, Elói Evandro
APLICAÇÃO DE RADIAÇÃO ARTIFICIAL E TRICHODERMA
ASPERELLUM NO CULTIVO DE MORANGUEIRO/ Elói Evandro
Delazeri. -- 2017.
37 f.

Orientador: Evandro Pedro Schneider.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
agronomia, Cerro Largo, RS, 2017.

1. Morangueiro. 2. Radiação Artificial. 3. Indutor de
Crescimento. I. Schneider, Evandro Pedro, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

ELOI EVANDRO DELAZERI

**APLICAÇÃO DE RADIAÇÃO ARTIFICIAL E *Trichoderma asperellum* NO
CULTIVO DE MORANGUEIRO**

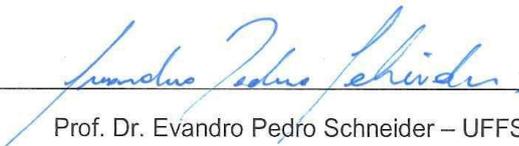
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal da
Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

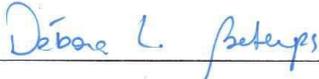
Orientador: Professor Dr. Evandro Pedro Schneider

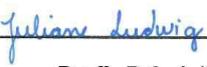
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

07 / 12 / 2017

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Evandro Pedro Schneider – UFFS


Profª. Drª. Débora Leitze Betemps - UFFS


Profª. Drª. Juliane Ludwig - UFFS

AGRADECIMENTOS

A minha família, em especial aos meus pais Senio Delazeri e Deonira Delazeri, pela educação e apoio que sempre recebi. São meus exemplos de vida, trabalho, dedicação e respeito, a vocês dedico esta conquista.

Aos meus irmãos Raul Ivan Delazeri e Lasie Amauri Delazeri, que sempre se prontificaram a ajudar durante esta caminhada, pois abraçaram junto comigo a ideia de seguir este caminho.

A minha namorada Rosângela Sauthier, pelo amor, companheirismo, compreensão, apoio e parceria durante todo o período de formação.

Ao meu Professor e orientador Evandro Pedro Schneider, pela orientação, ensinamentos, paciência e amizade.

A Universidade Federal da Fronteira Sul *Campus* Cerro Largo, pela oportunidade de formação tanto profissional como pessoal. A todos os Professores por me proporcionar conhecimento ao longo desta formação.

Aos colegas Jorge Atílio Benati, Jeferson Tonin e Tobias Marks Machado pelas contribuições durante a realização do trabalho. A Odair José Schmitt, pelos conselhos e ajuda durante a implantação e manejo do trabalho. Aos meus colegas Mateus Felipe Bernard e Félix Cidade do Prado, pela ajuda na montagem e manutenção do projeto.

A todos os meus colegas de turma pela convivência e troca de conhecimentos. A todas as amigas criadas e cultivadas durante o andamento do curso, pois amigos de verdade nunca se separam, mas sim, seguem caminhos diferentes.

A todos que de forma direta ou indireta fizeram parte da minha formação, meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

A cultura do morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) destaca-se entre as pequenas frutas quanto a área cultivada e seu alto valor agregado. Os maiores índices de produtividade são obtidos em casas de vegetação (estufas), onde consegue-se melhores condições de controle de pragas, doenças e melhor aproveitamento dos nutrientes oferecidos através da fertirrigação. No interior da casa de vegetação forma-se um microclima com maior temperatura e umidade relativa do ar, ambiente este que favorece o desenvolvimento do morangueiro. O envelhecimento da cobertura plástica, juntamente com a poeira depositada sobre a mesma diminuem a quantidade de radiação solar que chega ao dossel da cultura. Objetivou-se com este trabalho avaliar os aspectos fisiológicos e produtivos do morangueiro cultivar “San Andreas” submetido a diferentes fontes de radiação complementar com aplicação de *Trichoderma asperellum*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Cerro Largo*. O delineamento utilizado foi fatorial 6x2 em blocos ao acaso, sendo constituído por cinco fontes de radiação, sendo elas Azul, Vermelha, Azul + Vermelha, Amarela e Branca, todas com intensidade de $10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e uma testemunha sem fornecimento de radiação complementar, juntamente com e sem a aplicação de fungo *Trichoderma asperellum* como indutor de crescimento. Os parâmetros utilizados para comparação foram: clorofila a, clorofila b, clorofila total, número de flores emitidas, área foliar estimada e peso de frutos. Os dados coleados foram submetidos a análise de variância ao nível de 5%. Nas condições do experimento, a intensidade de $10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ dos diferentes espectros de radiação oferecida como complemento a radiação solar não diferiram estatisticamente em nenhum dos parâmetros analisados. A aplicação de *Trichoderma asperellum* demonstrou não ser eficiente como indutor de crescimento para a cultivar “San Andreas”. Os tratamentos Azul + vermelha e Vermelha aliados as condições climáticas da casa de vegetação induziram as plantas de morango cultivar “San Andreas” a emitir estolões de forma precoce.

Palavras-Chave: *Fragaria x ananassa* Duch. Radiação complementar. Indutores de crescimento. Fotoperíodo.

ABSTRACT

The strawberry crop (*Fragaria x ananassa* Duch.) stands out among the small fruits as the cultivated area and its high added value. The highest rates of productivity are obtained in greenhouses (greenhouses), where better pest control, disease and better utilization of the nutrients offered through fertigation can be obtained. Inside the greenhouse there is a microclimate with higher temperature and relative humidity of the air, which favors the development of the strawberry. The aging of the plastic cover, together with the dust deposited on it, decreases the amount of solar radiation that reaches the canopy of the crop. The objective of this work was to evaluate the physiological and productive aspects of strawberry cultivar "San Andreas" submitted to different sources of complementary radiation with and without application of *Trichoderma asperellum*. The experiment was conducted in a greenhouse located in the Experimental Area of the Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo. The experimental design was a randomized complete block design of 6x2, consisting of five radiation sources: Blue, Red, Blue + Red, Yellow and White, all with an intensity of 10 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ and a control without radiation complement, together with the application of fungus *Trichoderma asperellum* as growth inducer. The parameters used for comparison were: chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, number of flowers emitted, estimated leaf area and fruit weight. The data collected were submitted to analysis of variance at the 5% level. In the conditions of the experiment, the intensity of 10 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ of the different radiation spectra offered as a complement to solar radiation did not differ statistically in any of the analyzed parameters. The application of *Trichoderma asperellum* was not efficient as a growth inducer for the cultivar "San Andreas". The treatments Red + Blue and Red allied to the climatic conditions of the greenhouse induced the plants of strawberry to cultivate "San Andreas" to emit stolons of precocious form.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch. Complementary radiation. Growth inducers. Photoperiod.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teores médios de clorofila a, clorofila b e clorofila total na primeira aferição. Valores em ICF-Índice de clorofila FALKER.....	25
Tabela 2 – Teores médios de clorofila a, clorofila b e clorofila total na segunda aferição. Valores em ICF- Índice de clorofila FALKER.....	26
Tabela 3 – Teores de clorofila a, clorofila b e clorofila total na primeira aferição. Valores em ICF- Índice de clorofila FALKER.....	26
Tabela 4 – Teores de clorofila a, clorofila b e clorofila total na segunda aferição. Valores em ICF-Índice de clorofila FALKER.....	26
Tabela 5 – Área foliar estimada do morangueiro em cm ²	27
Tabela 6 – Área foliar estimada do morangueiro em cm ²	27
Tabela 7 – Número de flores contabilizadas durante o experimento.	28
Tabela 8 – Número de flores contabilizadas durante o experimento.	29
Tabela 9 – Peso médio de frutos comerciais.	29
Tabela 10 – Peso médio de frutos comerciais.	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 HIPÓTESE E OBJETIVO	12
1.2 JUSTIFICATIVA	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 PEQUENAS FRUTAS	13
2.2 CONTEXTO HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS DO MORANGUEIRO	13
2.3 CULTIVO DO MORANGO SEM SOLO EM AMBIENTE PROTEGIDO	14
2.4 CULTIVARES.....	16
2.4.1 Cultivar San Andreas	16
2.5 FOTOSSÍNTESE E LUZ.....	17
2.5.1 Espectro de luz Vermelha	18
2.5.2 Espectro de luz Azul	18
2.5.3 Espectro de luz Branca	19
2.5.4 Espectro de luz Amarela	19
2.6 INDUTORES DE CRESCIMENTO	20
3 MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	21
3.2 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	21
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	22
3.4 AVALIAÇÕES.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
4.1 PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS	25
4.2 ÁREA FOLIAR ESTIMADA	27
4.3 ASPECTOS PRODUTIVOS	28
4.3.1 Número de flores	28
4.3.2 Peso de frutos	29
5 CONSIDERAÇÕES	31
6 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo de pequenas frutas vem ganhando espaço entre os produtores nos últimos anos, devido ao alto retorno em pequenas áreas e pelo curto espaço de tempo até se ter o retorno do investimento. A mudança nos hábitos alimentares da população, principalmente pelo maior consumo de frutas, tem impulsionado os produtores a optarem por este ramo da fruticultura. As propriedades nutraceuticas das pequenas frutas tem chamado atenção do consumidor, além da atratividade visual e do sabor característico, que as diferenciam das demais (HOFFMANN; PAGOT, 2003).

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma planta pertencente à família das rosáceas, nativa das regiões de clima temperado da Europa e das Américas. No Brasil, são cultivados cerca de 4.000 hectares e a produção anual é estimada em 105 mil toneladas, com uma produção média de 30 toneladas por hectare (ANTUNES; REISSER JUNIOR, 2014). As áreas voltadas para a produção de morango são, em sua maioria, concentradas em pequenas propriedades rurais familiares. Isso faz com que o seu cultivo seja uma atividade de relevância econômica e social (ANTUNES, 2011).

O ambiente protegido cria um microclima favorável a implantação das culturas, propiciando uma adaptação da cultura a um novo ambiente ou região na qual não ocorre naturalmente (DIAS, 2014). Para Martins et al. (1999), para se obter produção tanto a campo como em ambientes protegidos, são necessárias condições ideais para a expressão do genótipo quanto a sua capacidade fotossintética, que depende da disponibilidade de água e nutrientes, clima, idade da planta, área foliar e sanidade.

Além de um microclima favorável, a utilização de ambientes protegidos facilita a utilização de sistemas de fertirrigação, pelo qual, segundo Carrijo et al., (2004), pode-se fornecer a quantidade de nutrientes necessárias para a cultura ajustados as diferentes fases fenológicas da planta, a qual gera uma maior eficiência na utilização dos fertilizantes. Juntamente com a eficiência dos fertilizantes, o uso racional da água é um fator de extrema importância para preservação ambiental e dos recursos disponíveis ao produtor, com isso se deve atentar para a maximização da utilização deste recurso e elevar a produção das culturas (SOUZA; ELOI; COELHO, 2002).

O efeito estufa causado pela cobertura plástica tende a elevar a temperatura máxima e mínima do ar no interior das casas de vegetação, juntamente com o

aumento da umidade relativa do ar, permitindo uma melhor condição de desenvolvimento as plantas nos períodos de inverno (SEGOVIA et al., 1997).

As diferentes espécies de fungos pertencentes ao gênero *Trichoderma* podem ser encontrados em diversos ambientes, principalmente na rizosfera, onde as raízes das plantas entram em contato com o solo e os microrganismos que ali habitam. Esses microrganismos colonizam as raízes das plantas, ocorrendo a simbiose. Os microrganismos promovem o crescimento da planta por facilitarem a absorção de nutrientes, além de protege-las do ataque de patógenos (MACEDO, 2014).

A capacidade de antagonizar fungos patogênicos de plantas é uma das principais características do *Trichoderma*. Além do antagonismo, o *Trichoderma* estimula as respostas de defesa da planta através de sua interação com as raízes, perfurando a epiderme e camadas de células abaixo dessa. Produzem e liberam compostos que induzem respostas localizadas ou sistêmicas, induzindo a resistência da planta a patógenos (HERMAN et al., 2004; MELO, 1996).

Inúmeros trabalhos demonstram que a interação entre a planta e o fungo atuam benéficamente no desenvolvimento das plantas, como o aumento na produção de matéria seca da parte aérea de várias espécies de importância econômica, aumentando a área fotossinteticamente ativa responsável pela captação e assimilação da radiação solar, melhorando a capacidade fotossintética das plantas (SILVA JUNIOR, 2017; JESUS et al., 2011; MELO, 1996).

A promoção de crescimento de plantas através da utilização do fungo *Trichoderma* está ligada primeiramente ao controle de microrganismos prejudiciais a planta. A simbiose entre planta e fungo aumenta a superfície do sistema radicular, melhorando a absorção de nutrientes (LUCON, 2009). A capacidade de solubilizar minerais insolúveis ou pouco solúveis e disponibilizá-los as plantas pode explicar o aumento do crescimento das mesmas, além de aumentar a eficiência na utilização de alguns nutrientes (ALTOMARE et al., 1999).

Esse trabalho busca avaliar efeitos quanto ao aumento de clorofila nas folhas de morangueiro através do fornecimento de radiação complementar. Segundo Machado, (2015), as diferentes fontes de radiação exercem diferentes efeitos sobre a produção de clorofila nas folhas de morangueiro. A complementação com luz de espectro vermelho aumenta a quantidade de clorofila nas folhas, aumentando a translocação de fotoassimilados. Já a combinação de espectros de radiação “azul+vermelho”, mostrou uma maior produção de clorofila *a* e uma maior área foliar.

1.1 HIPÓTESE E OBJETIVO

Aplicação de diferentes espectros de radiação artificial em complemento a radiação solar, com a aplicação de *Trichoderma asperellum* no substrato melhoram o processo de acúmulo fotossintético do morangueiro, cultivar ‘San Andreas’ (dia neutro) com melhorias de desenvolvimento, alteração da arquitetura de planta, resultando em maior potencial produtivo.

1.2 JUSTIFICATIVA

O fluxo de radiação que transpassa pelo filme de polietileno utilizado na cobertura das casas de vegetação pode ser afetado por fatores como a condensação de água na superfície interna do filme, deposição de poeira na parte externa da cobertura e também pelo envelhecimento do material utilizado. Esses fatores podem reduzir a capacidade de distribuição de radiação no interior do ambiente, afetando a capacidade fotossintética das plantas (CABRERA et al., 2009; REIS et al., 2012).

A diminuição do fotoperíodo nos períodos de outono e inverno diminui o fluxo de radiação que chega ao interior das casas de vegetação, diminuindo a taxa de crescimento das plantas. A baixa disponibilidade de radiação vem acompanhada da queda na temperatura interna, provocando distúrbios no crescimento das culturas (ETEFANEL et al., 1998; SEGOVIA et al., 1997).

Diante disso, busca-se com este trabalho incrementar o potencial fotossintético e qualitativo de plantas de morangueiro através do fornecimento de diferentes espectros de radiação luminosa e da aplicação de fungo *Trichoderma asperellum*, visto que existe a necessidade de se complementar o tempo de exposição das plantas a radiação em períodos críticos do ano juntamente com a melhor utilização dos nutrientes fornecidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PEQUENAS FRUTAS

As espécies denominadas pequenas frutas são originárias, em sua maioria, do hemisfério norte, onde se encontram seus centros de origem. A partir da domesticação e do melhoramento genético destas frutas há uma difusão para regiões onde o clima é parecido com os centros de origem. Mais recentemente, a associação das pequenas frutas as suas propriedades nutracêuticas tem chamado a atenção dos consumidores, principalmente pelos elevados teores de antioxidantes e anticancerígenos, difundindo-se o consumo das mesmas (HOFFMANN; PAGOT, 2003).

De um modo geral, a produção de pequenas frutas restringe-se como uma atividade agrícola familiar, pois demanda de intensa mão de obra durante todo o seu ciclo. Como possui um alto valor agregado no produto final comercializado, se torna uma atividade rentável aos pequenos produtores, sendo uma alternativa para a maximização da mão de obra familiar, com um excelente retorno dos investimentos.

2.2 CONTEXTO HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS DO MORANGUEIRO

O morangueiro cultivado nos dias atuais, *Fragaria x ananassa* Duch. (Família Rosaceae, subfamília Rosoideae, tribo Potentilleae), foi originado do cruzamento entre as espécies silvestres *F. chiloensis* e *F. virginiana*, ocorrido, casualmente, nas proximidades de Brest, na França, possivelmente por volta de 1750. O melhoramento do morangueiro provavelmente teve início quando índios nativos que habitavam o Chile, ainda na América pré-Colombiana, selecionaram plantas silvestres com frutos com tamanho diferenciado (CASTRO, 2004).

Segundo Castro (2004), os primeiros cruzamentos possivelmente foram realizados por Duchesne, na França em 1760, quando estudava e caracterizava as espécies de morangueiro existentes. No Brasil, os primeiros locais onde a cultura teve interesse econômico foram os estados do Rio grande do Sul e de São Paulo, em meados do século XX (CAMARGO, 1963). As primeiras cultivares eram oriundas dos Estados Unidos ou da Europa, com baixa produtividade pois não eram adaptadas as condições de clima e solo brasileiros.

No País, o melhoramento genético do morangueiro teve início na década de 60, onde a Estação Experimental de Pelotas, ligada ao Ministério da Agricultura, e o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) desenvolveram as primeiras cultivares adaptadas as condições brasileiras. Hoje, as cultivares mais utilizadas no Brasil originam-se de programas de melhoramento genético de outros países, o que leva a uma grande dependência e a uma enorme vulnerabilidade do setor (FRANQUEZ, 2008; OLIVEIRA; BONOW, 2012).

Essa dependência de mudas importadas se deve principalmente pela menor produtividade das mudas produzidas no Brasil. O morango necessita de uma grande quantidade de horas de frio para vernalização, desta forma, locais com grandes altitudes ou latitudes, são propícias a produção de mudas. Sem a correta vernalização não a um acúmulo satisfatório de nutrientes na coroa, diminuindo sua produtividade (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2006).

2.3 CULTIVO DO MORANGO SEM SOLO EM AMBIENTE PROTEGIDO

Com uma crescente demanda por hortaliças de alta qualidade e a necessidade de oferta durante o ano todo, criou-se um estímulo para o investimento em novos sistemas de cultivo que permitam produção adaptada a diferentes regiões e condições climáticas. No Brasil, o cultivo de hortaliças em ambiente protegido vem ganhando espaço entre os produtores, devido principalmente, à relativa facilidade em manejar as condições de cultivo quando comparado ao sistema convencional em campo aberto (CARRIJO et al., 2004).

Cultivo em ambiente protegido, cultivo protegido, cultivo em abrigo plástico, cultivo em estufa ou plasticultivo são considerados, em nível mundial, como o mais recente e importante insumo agrícola a permitir aumentos de produção das culturas, onde se esgotaram as tentativas convencionais de se obter incrementos face ao elevado emprego de técnicas modernas de cultivo (ARAÚJO; CASTELLANE, 1996 apud VIDA et al., 2004).

As principais vantagens do cultivo em estufas ou ambientes protegidos são: o aumento de produtividade, colheita na entressafra, precocidade da colheita, maior qualidade dos produtos, melhor controle das condições ambientais, controle mais eficiente de pragas e doenças, melhor aproveitamento no uso dos recursos, minimização do risco e maximização da competitividade mercadológica do produtor

(VIDA et al. 2004). De acordo com Beltrão; Fideles Filho; Figueirêdo (2002), o cultivo em estufa possibilita determinado controle das condições edafoclimáticas, tais como: temperatura, umidade do ar, radiação luminosa, solo, vento e composição atmosférica.

A utilização do plástico na olericultura é bastante antiga, tendo sido empregada pela primeira vez em grande escala no Brasil, no início da década de 70, como 'mulching' na cultura do morango (GOTO 1997). As vantagens de se fazer cobertura do solo com plástico são várias: possibilita a redução das perdas de água por evaporação, regulação da temperatura do solo, redução das perdas de nutrientes por lixiviação, controle de doenças e de ervas daninhas, melhor eficiência do uso da água e absorção de fertilizantes, evitando que os frutos fiquem em contato direto com o solo, melhorando de forma significativa a qualidade e a aparência dos frutos, permitindo uma comercialização mais lucrativa (NEGREIROS et al., 2005).

Para obter-se qualidade na produção de frutos de morango faz-se necessário boas condições de nutrição, saúde e radiação. Desta forma, Resende et al., 2010, avaliando quatro variedades de morango em três sistemas de cultivo (túnel alto, túnel baixo e a campo), demonstrou uma maior produtividade, teor de massa média e teor de sólidos solúveis de todas as variedades cultivadas nos ambientes protegidos em relação ao cultivo a campo. Isso se deve ao melhor capacidade de desenvolvimento e expressão das atividades fisiológicas da planta aliadas a sanidade proporcionada pelo ambiente protegido.

A cultura é desenvolvida, em grande parte, por agricultores familiares que possuem áreas de cultivo pequenas, o que impossibilita a rotação de culturas para controle de doenças e pragas. Este sistema alternativo é de grande importância para os produtores, pois assegura a rentabilidade da atividade reduzindo a demanda de agrotóxicos na cultura e permite o melhor uso de áreas pequenas e da mão-de-obra familiar (SANHUEZA, 2007).

O principal insumo do sistema de produção de morango é a muda, a qual está diretamente relacionada com a produtividade e a qualidade da fruta produzida, sendo o ponto de partida para a obtenção de uma melhor resposta às tecnologias empregadas no processo produtivo (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2006).

Diferentes cultivares são utilizadas para produção do fruto, são geralmente separadas como cultivares de dia curto ou de dia neutro. Com a introdução de cultivares importadas aumentou-se o número de opções a serem utilizadas nas

diferentes formas de condução da cultura, desta forma aumentou-se o rendimento das áreas destinadas a mesma. Essas novas cultivares tem uma adaptação melhor ao clima e solo brasileiro, o que de certa forma viabiliza a utilização das mesmas.

2.4 CULTIVARES

O morango é uma planta frutífera de clima temperado, a qual possui uma adaptação diferente quando cultivada em locais distintos, pois para cada local a planta estará exposta a diferentes condições edafoclimáticas e assim apresenta comportamento diferenciado, podendo muitas vezes expressar um comportamento que não seja positivo (FRAGHERAZZI, 2013).

Na região Sul do Brasil as cultivares mais utilizadas são “Aromas”, “Camarosa”, “Diamante”, “Oso Grande”, “Ventana”, “Dover” e “Sweet Charlie”, todas de procedência Norte Americana. No Rio Grande do Sul as variedades que mais se destacam são “Camarosa”, cultivar de dia curto e “Aromas”, cultivar de dia neutro, as duas cultivares são indicadas tanto para consumo in natura como para industrialização (OLIVEIRA; SCIVITTARO; FINKENAUER, 2008).

2.4.1 Cultivar San Andreas

Lançada comercialmente em 2008, pela Universidade da Califórnia (Davis). San Andreas é uma cultivar de dia neutro, adaptada para a costa central e o sul da Califórnia, é resultante do cruzamento entre Albion e uma seleção. Produz fruta grande e longa, com peso médio de 31,6 gramas, com firmeza e sabor, polpa mais escura e vermelha, época e padrão de produção semelhante aos da cultivar Albion, sendo indicada para consumo in natura por ter um fruto com ótima aparência (ANTUNES, 2011).

A planta é considerada mais vigorosa que as cultivares Albion, Aromas e Diamante. É moderadamente resistente ao oídio (*Sphaerotheca maculata* f. sp. *Fragariae*), à murcha-de-verticílio (*Verticillium alboatrum*), à podridão-da-coroa (*Phytophthora fragariae* e *P. cactorum*) e é tolerante ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) (ANTUNES, 2011).

Por ser uma cultivar de dia neutro, a San Andreas não sofre os efeitos da diminuição do fotoperíodo, que nas condições sazonais do Rio Grande do Sul é bem

definido. Desta forma a cultivar San Andreas tem a possibilidade de produzir praticamente o ano todo, sem interferência do nictoperíodo, passando para o estado vegetativo por influência de outros fatores.

2.5 FOTOSSÍNTESE E LUZ

A fonte primária de energia da biosfera no nosso planeta é a energia luminosa, que em contato com os cloroplastos das folhas das plantas produzem uma série de reações no interior das mesmas, essas reações geram a quebra de moléculas de água, com liberação de moléculas de oxigênio e formação de ATP que será utilizado em seguida para a formação de compostos orgânicos a partir do CO₂ no processo fotoquímico, onde se transforma energia luminosa em energia química (ARAÚJO; DEMINICIS, 2009).

Nas plantas, as membranas do tilacóide possuem uma série de moléculas que absorvem fortemente fótons na região visível do espectro eletromagnético. Estas moléculas também chamadas de pigmentos são principalmente as clorofilas e os carotenoides. Essas moléculas captam e transmitem a energia para os centros de reação fotossintética, onde ocorre a transferência primária de elétrons (BARJA, 2000).

Os pigmentos mais importantes para a realização da fotossíntese são as clorofila *a* e clorofila *b*, as quais são os principais mecanismos de absorção de radiação solar. A clorofila *a* é encontrada em praticamente todos os vegetais, absorvendo radiação na faixa de 430 nm e 670 nm. Pode atuar como antena, captando energia solar ou também como componente dos centros de reação fotossintética. A clorofila *b* funciona basicamente como coletora de energia, tem seus picos de absorção em 480 nm e 640 nm. Os carotenoides encontrados nos organismos fotossintéticos são responsáveis por absorver a energia que as clorofilas absorvem menos, localizada na faixa de 400 nm a 500 nm, o que lhes confere uma cor diferenciada das clorofilas, a qual geralmente é alaranjada. A energia captada por eles é transferida as clorofilas e posteriormente aos centros de reação (TAIZ; ZEIGER, 2013; BARJA, 2000).

As reações da fotossíntese ocorrem em membranas internas especializadas localizadas no cloroplasto, essas reações produzem compostos de alta energia, como a ATP e NADPH, que posteriormente serão utilizadas nas reações de fixação do carbono (TAIZ; ZEIGER, 2013).

2.5.1 Espectro de luz Vermelha

O espectro de luz vermelho pode ser dividido em duas faixas, a faixa do vermelho (650-680 nm) e a faixa do vermelho distante (710-740 nm), sendo absorvidos os dois comprimentos de onda. O principal receptor do espectro de luz vermelho é o fitocromo, um pigmento proteico azul. O qual é o principal responsável pela indução do florescimento. Isso ocorre em função do fotoperíodo, quando os dias são longos e com abundância de radiação, o fitocromo transforma o comprimento de onda vermelho em vermelho distante. Durante a noite esse processo é inverso, o vermelho distante é transformado em vermelho (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Quando o dia é curto (noite longa) há pouco acúmulo de fitocromo na forma do vermelho, desta forma plantas de dia curto florescem em períodos de noite longa, acontecendo o contrário em dias longos, onde existe um maior acúmulo de fitocromo de onda curta, inibindo a floração. O mesmo acontece com plantas de dias longos (noites curtas), onde o acúmulo de fitocromo de ondas curtas é maior que o de vermelho distante, induzindo a floração. Plantas de dias neutros, como é o caso da cultivar “San Andreas” são indiferentes ao fotoperíodo, respondendo a outros estímulos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Inúmeros experimentos utilizando o espectro de luz são feitos no intuito de se demonstrar as diferentes reações em diferentes plantas, conforme Wu et al. (2007), utilizando LEDs na cor vermelha sobre mudas de ervilha constatou um maior aumento de caule e área foliar. Deng et al. (2017), fornecendo luz vermelha por 24 horas antes da colheita de brotos de couve chinesa, melhorou a qualidade pós colheita, adiando a degradação de glucosinolatos, aumento no conteúdo de vitamina C, maior acumulação de fenólicos e maior atividade antioxidante.

2.5.2 Espectro de luz Azul

A faixa do espectro de luz visível correspondente ao azul se encontra entre os 400 nm e 500 nm. Os fotorreceptores da luz azul são os criptocromos, as fototropinas e as zeaxantinas. Cada um desses fotorreceptores tem uma função específica dentro da planta. Os criptocromos tem a função de suspender o crescimento do hipocótilo, promover a expansão dos cotilédones, alongamento dos pecíolos e a produção de

antocianinas. As fototropinas são responsáveis pelas respostas ao fototropismo, movimento dos cloroplastos e expansão das folhas. Já as zeaxantinas se localizam nas células guardas do estômato e são responsáveis pela abertura do mesmo (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Segundo Li; Kubota (2009), em um experimento com alface fornecendo radiação azul obtiveram um incremento de 31% na concentração de antocianinas, isso se deve a uma maior atuação dos criptocromos na absorção de radiação. Os mesmos autores citam um aumento na concentração de carotenoides, visto que estes também funcionam como fotorreceptores do espectro de luz azul (TAIZ; ZEIGER, 2013).

2.5.3 Espectro de luz Branca

O espectro de luz branca ou espectro de luz visível compreende a faixa espectral dos 370 nm aos 750 nm. As cores compreendidas pelo espectro de luz branca são azul, anil, vermelho, verde, alaranjado, amarelo e violeta. Deste modo abrange todas as faixas espectrais utilizadas no processo fotossintético, sendo uma boa opção para substituição da radiação solar em ambientes protegidos.

De acordo com Maluf et al. (2011), tanto o espectro de luz vermelho como o espectro de luz branco promovem melhor qualidade em mudas de alface, aumentando o número de folhas verdadeiras, aumento da área foliar e maior massa seca da parte aérea.

2.5.4 Espectro de luz Amarela

O espectro de luz amarelo compreende a faixa dos 565 nm até aproximadamente os 590 nm. As organelas responsáveis pela absorção desse espectro de luz são os carotenoides, presentes no aparato fotossintético. Os carotenoides são geralmente de cor alaranjada, absorvendo espectros de luz azul, vermelho e amarelo (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Conforme Victório; Kuster; Lage (2007), testando diferentes fontes de luz no cultivo *in vitro* de quebra-pedra (*Phyllanthus tenellus* Roxb), perceberam um maior acúmulo de clorofila *a* além de uma maior concentração de taninos nas folhas as quais foram submetidas ao espectro de luz amarela.

2.6 INDUTORES DE CRESCIMENTO

Os primeiros estudos sobre os efeitos benéficos de microrganismos sobre as plantas começaram a ser realizados no início do século XX. A maior parte desses microrganismos ocorre naturalmente nos ecossistemas, geralmente habitam a região conhecida como rizosfera. Esses microrganismos são classificados como prejudiciais, benéficos ou neutros, dependendo da influência que exerce sobre a planta. Dentro do grupo dos microrganismos benéficos destacam-se os do gênero *Trichoderma* spp., os quais vem sendo amplamente estudados (LUCON, 2009).

O gênero *Trichoderma* spp. consiste em um grupo de fungos filamentosos de vida livre e amplamente encontrados na natureza, dentre as diversas espécies de *Trichoderma*, destacam-se aquelas com capacidade de atuar como agentes de controle biológico contra fungos patogênicos e também como promotores do crescimento de plantas (BRITO et al, 2014).

As estirpes de *Trichoderma* exercem controle biológico contra fitopatógenos fúngicos indiretamente, competindo por nutrientes e espaço, modificando as condições ambientais, promovendo o crescimento de plantas e mecanismos defensivos de plantas e antibiose, ou diretamente, por mecanismos como o micoparasitismo. Estes mecanismos indiretos e diretos podem atuar coordenadamente e sua importância no processo de biocontrole depende da estirpe de *Trichoderma*, do fungo antagonizado, da planta cultivada e das condições ambientais, incluindo a disponibilidade de nutrientes, o pH, a temperatura e a concentração de ferro (BENITEZ et al, 2004).

Carvalho Filho et al. (2008), relata um maior índice de desenvolvimento em raízes e parte aérea de mudas de eucalipto utilizando cepas de *Trichoderma* spp., obtendo um incremento superior a 30% na massa seca de raiz e parte aérea. Silva Junior et al. (2017), utilizando isolados de *Trichoderma asperellum* em sementes de alface, comprovam a influência positiva no crescimento da parte aérea e maior comprimento de raiz. Richter et al. (2016) demonstrou um maior acúmulo de matéria seca e maior diâmetro da coroa de mudas de morangueiro. Esses recentes estudos comprovam a eficácia da utilização de estirpes de *Trichoderma* spp. como indutores de crescimento em diferentes plantas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

A condução do experimento foi feita em casa de vegetação, localizada na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, localizada no município de Cerro Largo, região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. O município de Cerro Largo situa-se na latitude aproximada de 28° 08' sul e longitude de 54° 44' oeste, e encontra-se a 230 metros acima do nível do mar. As temperaturas são superiores a 22°C no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco.

3.2 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Para o transplante das mudas foi feito a padronização das mesmas, com o corte de raízes, tamanho de coroa e feita a retirada de folhas e botões florais, de modo que houvesse homogeneidade na condição inicial de todos os tratamentos. Os vasos com as mudas foram dispostos em linha com espaçamento de 0,10 m entre os vasos e 0,20 m entre as linhas. Foi constituída barreira física entre os tratamentos de forma que não houvesse interferência de um espectro de radiação sobre outro, essa barreira física porém permite a exposição das plantas a radiação solar, sendo o tratamento apenas um complemento de diferentes espectros de luz. Quinzenalmente foi feito o rodizio das parcelas dentro do tratamento afim de fornecer radiação em todas as folhas da planta.

Durante o experimento foram feitas correções nutricionais quando percebido a deficiência de algum nutriente, juntamente realizado o manejo integrado de pragas, de forma preventiva e também curativa.

Para o plantio das mudas foi feito o enchimento dos vasos com substrato para hortaliças da marca Turfa Fértil, com pH na faixa de 5,3 a 6,3, capacidade de retenção de água de 60%. A quantidade de nutrientes contida no mesmo é de 0,04% de N, 0,04% de P₂O₅ e 0,05% de K₂O, servindo de suporte para o sistema radicular das mesmas, no total utilizou-se 72 vasos de número 3, com capacidade de 1,96 litros.

A aplicação de Trichoderma foi feita a partir das recomendações do fabricante, sendo de 0,01 gramas de produto (esporos) planta⁻¹, diluído em 10 mL de água destilada e aplicado no substrato junto ao sistema radicular. O produto comercial

utilizado foi Quality WG (*Trichoderma asperellum*), fornecido pelo Laboratório Farroupilha, o produto é formulado em grânulos dispersíveis em água e contém 28% de *Trichoderma asperellum* ($1,5 \times 10^{10}$ ufc/g). As aplicações foram feitas de forma mensal, de acordo com as orientações do fabricante.

O fornecimento de nutrientes foi feito pelo sistema de fertirrigação semi-hidropônico, com sistema aberto onde o excesso de irrigação é lixiviado. A fertirrigação foi feita manualmente, quando percebida a necessidade. Utilizou-se como referência, solução proposta por Schmitt (2013), com algumas modificações. As fontes de macro nutrientes foram o nitrato de potássio, nitrato de cálcio Calcinit®, sulfato de magnésio e fosfato monoamônico, cujas proporções foram ajustadas para atingir a concentração em mmol L⁻¹ de: 10,49 de NO⁻³; 4,36 de NH⁴⁺; 4 de H₂PO₄⁻; 6 de K⁺; 2,0 de Ca⁺²; 1 de Mg⁺²; 1 de SO₄; e os micronutrientes foram fornecidos através de uma solução estoque nas concentrações, em mg L⁻¹, de: 0,03 de Mo; 0,26 de B; 0,22 de Zn; 0,06 de Cu e 0,50 de Mn e separadamente 1 de Fe na forma quelatizada.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o fatorial com blocos ao acaso, com 3 repetições, com 6 tratamentos cada. Dentro de cada tratamento foram feitas 2 parcelas, com aplicação de *Trichoderma* e sem aplicação, e cada parcela foi constituída por 2 repetições com 1 muda por repetição, sendo esse um fatorial 6x2 totalizando 72 unidades experimentais. Foram utilizados 6 tratamentos, sendo 5 fontes de radiação, distintas pelas faixas espectrais de luz emitida e mais um tratamento testemunha sem oferta de radiação complementar e a aplicação de *Trichoderma asperellum* como indutor de crescimento.

O tratamento 1 (T1-LUZ AZUL) foi constituído por 1 lâmpada fluorescente azul com 15 watts cada. O tratamento 2 (T2-LUZ VERMELHA) foi constituído por 1 lâmpada fluorescente vermelha com 15 watts cada. O tratamento 3 (T3-LUZ AZUL+VERMELHA) foi constituído por 1 lâmpada fluorescente vermelha mais 1 lâmpada fluorescente azul com a mesma potência das dos tratamentos anteriores. O tratamento 4 (T4-LUZ BRANCA) foi constituído por 1 lâmpada fluorescente branca com potência de 15 watts cada. O tratamento 5 (T5-LUZ AMARELA) foi constituído por uma lâmpada fluorescente amarela com 15 watts cada e o tratamento 6 (T6-

TESTEMUNHA) não recebeu nenhuma fonte de radiação complementar além da radiação solar diária.

Para a homogeneização da emissão de radiação sobre o dossel das plantas, foi feita a medição da intensidade luminosa com a ajuda de um luxímetro (Sunche – Light meter HS1010), posicionado na altura central do dossel. A intensidade luminosa foi de $10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Semanalmente foi feita a aferição da intensidade emitida sobre o dossel e alteradas as alturas das lâmpadas quando necessário.

Os tratamentos receberam 12 horas diárias de radiação, compreendido no período das 6:00 da manhã as 18:00 da tarde, obtendo um fotoperíodo de 12 horas. Para controle do sistema de fornecimento de radiação foi instalado um temporizador analógico junto a fonte de energia elétrica.

A cultivar de morando utilizada para a realização do experimento foi a “San Andreas”, variedade de dia neutro adquiridas em viveiro comercial de São Luiz Gonzaga/RS.

3.4 AVALIAÇÕES

Para a determinação da quantidade de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila *total*, foram feitas duas aferições com ajuda de um Clorofilometro (FALKER clorofiLog cfl 1030), uma 15 dias após a implantação do experimento e uma segunda aos 60 dias após a implantação do experimento. O aparelho mede a quantidade de radiação transmitida através das folhas, de forma óptica, em três diferentes comprimentos de onda, dois na faixa do vermelho, próximos aos picos de absorção da clorofila e um no infravermelho próximo. A combinação destes valores de transmitâncias nestes três comprimentos de onda gera o ICF – Índice de Clorofila Falker (FALKER, 2011).

Os dados de comprimento e largura de folíolo foram obtidos através de medições com paquímetro digital, após, fez-se a estimativa da área foliar, utilizando modelo linear proposto por Pires et al., (1999) para cultura do morangueiro produzida em ambiente protegido, sendo a fórmula da equação:

$$\text{Área foliar estimada} = -0.2432 + (0.9783 \times Af) \quad (R^2 = 0,98)$$

Onde:

$$Af = (\pi/4) \times [(\text{Comprimento} + \text{Largura}) / 2]^2$$

Para determinação das características referentes à floração, contaram-se todas as flores (botões florais com todas as pétalas expandidas) a partir da implantação do

experimento (15/09/2017), contabilizadas até o dia 15/11/2017, não sendo possível acompanhar as avaliações até o final do ciclo produtivo em função do calendário letivo.

Para determinação dos parâmetros produtivos, foram coletados todos os frutos comerciais com diâmetro equatorial acima dos 15 milímetros (PBMH & PIMo, 2009), desconsiderando frutos não comerciais. A massa de frutos foi mensurada em balança digital e a contagem de frutos comerciais foi feita de forma direta.

Foi analisada a normalidade dos dados e realizada a análise de variância para testar a diferença entre as medias dos tratamentos, e para estes a comparação de médias será pelo teste de Tukey à 5%, por meio do programa estatístico SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS

As duas avaliações de clorofila realizadas em momentos distintos demonstraram resultados não significativos quanto ao aumento do teor de clorofila nas folhas (clorofila *a*, *b* e *total*), não havendo interação entre os fatores analisados (Fonte de radiação x *Trichoderma*).

Na primeira aferição, para clorofila *a*, não houve diferenciação entre os tratamentos, resultado este que não corrobora com os resultados encontrados na primeira aferição realizada por Machado (2015) em experimento utilizando diferentes fontes de radiação, o qual determinou que o espectro de radiação Azul + Vermelha produziu os melhores teores de clorofila *a*.

Tabela 1 – Teores médios de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total na primeira aferição em plantas de morangueiro. Valores em ICF-Índice de clorofila FALKER.

Tratamento	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Clorofila <i>total</i>
Azul	32,1 ns*	12,9 ns*	45,0 ns*
Vermelha	32,1	12,5	44,6
Azul + vermelha	32,5	12,7	45,2
Branca	32,4	12,9	45,3
Amarela	32,2	12,4	44,5
Testemunha	32,2	12,3	44,5
Média dos Tratamentos	32,3	12,6	44,9
CV (%) =	1.58	6.27	2.79

* Dados não significativos.

Os valores não significativos dos dados para clorofila *b*, nas condições do experimento, podem ser relacionados ao fato de que uma maior proporção dos teores desse pigmento são uma resposta fisiológica de folhas sombreadas, pois as medições foram feitas em apenas uma folha demarcada, as quais com o crescimento vegetativo das plantas são sobrepostas por folhas mais jovens, recebendo grandes quantidades de luz difusa e de baixa intensidade luminosa (ENGEL, 1991).

Tabela 2 – Teores médios de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila *total* na segunda aferição em plantas de morangueiro. Valores em ICF- Índice de clorofila FALKER.

Tratamento	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Clorofila <i>total</i>
Azul	31,7 ns*	13,3 ns*	45,1 ns*
Vermelha	31,5	12,2	43,7
Azul + vermelha	32,6	13,0	45,6
Branca	32,9	13,5	46,4
Amarela	31,8	12,8	44,6
Testemunha	31,6	12,2	43,8
Médias dos tratamentos	32,0	12,8	44,9
CV (%) =	2,7	8,51	3,91

* Dados não significativos.

A aplicação de *Trichoderma asperellum* como indutor de crescimento não demonstrou resultados significativos para o aumento dos teores de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila *total*, tanto na primeira como na segunda aferições (Tabelas 3 e 4). Tal resultado pode ser atribuído as características que o *Trichoderma asperellum* possui como agente de biocontrole de outros fungos fitopatogênicos, não representando interação com as plantas de morango.

Tabela 3 – Teores de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila *total* na primeira aferição em plantas de morangueiro. Valores em ICF- Índice de clorofila FALKER.

Tratamento	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Clorofila total
Com <i>Trichoderma</i>	32,27 ns*	12,57 ns*	44,84 ns*
Sem <i>Trichoderma</i>	32,26	12,64	44,88
Médias dos tratamentos	32,2	12,6	44,8
CV (%) =	1,58	6,27	3,91

* Dados não significativos.

Tabela 4 – Teores de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila *total* na segunda aferição em plantas de morangueiro. Valores em ICF-Índice de clorofila FALKER.

Tratamento	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Clorofila total
Com <i>Trichoderma</i>	32,06 ns*	12,68 ns*	44,74 ns*
Sem <i>Trichoderma</i>	31,99	12,97	45,02
Médias dos tratamentos	32,0	12,8	44,9
CV (%) =	2,7	8,51	3,91

* Dados não significativos.

O espectro de luz Vermelha demonstrou-se pouco eficiente em todos os resultados analisados, resultado que contraria os encontrados por Machado (2015), onde os principais aumentos no teor de clorofila *a* e *total* foram demonstrados neste tratamento.

Os principais fotorreceptores da radiação de espectro Vermelha são os fitocromos e sua principal função na planta está relacionada as respostas fisiológicas, sendo sensível a quantidade de energia a qual é submetido. O fitocromo pode ter comportamento diferente dentro das espécies vegetais (BIANCHETTI, 2012).

4.2 ÁREA FOLIAR ESTIMADA

O índice de área foliar (IAF) medido no experimento demonstrou interação entre os fatores estudados. A aplicação dos diferentes espectros de radiação não resultou em diferenciação entre os tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5 – Área foliar estimada do morangueiro em cm².

Tratamento	IAF-Índice de área foliar
Azul + vermelha	107,76 ns*
Testemunha	107,48
Branca	102,40
Amarela	100,23
Azul	98,89
Vermelha	95,84
Médias dos tratamentos	102,1
CV (%) = 15.65	

* Dados não significativos.

Tabela 6 – Área foliar estimada do morangueiro em cm².

Tratamento	IAF-Índice de área foliar
Sem <i>Trichoderma</i>	107,48 ns*
Com <i>Trichoderma</i>	96.72
Médias dos tratamentos	102,1
CV (%) = 15.65	

* Dados não significativos.

A aplicação de *Trichoderma asperellum* não teve efeito sobre o aumento da área foliar das plantas de morangueiro cultivar “San Andreas (Tabela 6). Os fatores

que podem afetar a capacidade de promoção de crescimento por microrganismos são vários, vale destacar a composição da microbiota do solo ou no caso do substrato utilizado, disponibilidade de nutrientes, isolado utilizado e fatores ambientais (BENÍTEZ et al., 2004; CORRÊA, 2006).

4.3 ASPECTOS PRODUTIVOS

4.3.1 Número de flores

O número total de flores contabilizadas no experimento foi feita de forma direta, pois no momento da implantação do mesmo já havia plantas em floração, as quais foram retiradas para a padronização do experimento. Desta forma foram contabilizadas apenas flores que emergiram após o início dos tratamentos.

Não houve diferenciação entre os tratamentos quanto ao número de flores produzidos (Tabela 7). De acordo com Taiz & Zeiger (2013), níveis baixos de intensidade, bem como comprimentos de onda específicos é que são capazes de induzir respostas das plantas para a mudança de fase do período vegetativo ao reprodutivo. Porém os mecanismos pelos quais um sinal luminoso pode induzir a tais mudanças, bem como a especificidade da faixa espectral, ainda não são conhecidos.

Tabela 7 – Número de flores contabilizadas durante o experimento. Quantidade média planta⁻¹.

Tratamento	Número de flores
Branca	14,6 ns*
Vermelha	14,6
Azul + vermelha	14,5
Amarela	14,4
Azul	14,3
Testemunha	13,5
Médias dos tratamentos	14,5
CV (%) = 19,16	

* Dados não significativos.

Tabela 8 – Número de flores contabilizadas durante o experimento. Quantidade média planta⁻¹.

Tratamento	Número de flores
Sem <i>Trichoderma</i>	14.7 ns*
Com <i>Trichoderma</i>	14.1
Médias dos tratamentos	14,4
CV (%) = 19,16	

* Dados não significativos.

A aplicação de *Trichoderma asperellum* não teve influência sobre o total de flores emitidas pelas plantas de morango cultivar “San Andreas” (Tabela 8), como já citado anteriormente, deve-se ao fato de não haver interação do fungo com a planta.

4.3.2 Peso de frutos

Para os resultados de peso de frutos comerciais não foi observada interação significativa entre os fatores analisados. Não houve diferenciação entre as médias dos tratamentos (Tabela 9). A casa de vegetação utilizada no experimento possui tela antiafídeos, não permitindo a entrada de insetos polinizadores, devendo-se a este fator o baixo número de frutos comerciais e o baixo peso dos mesmos, sendo que em média os frutos da cultivar “San Andreas” são de 31,6 gramas (ANTUNES, 2011).

Tabela 9 – Peso médio de frutos comerciais de morango em gramas unidade⁻¹.

Tratamento	Peso médio
Azul	11,4 ns*
Amarela	10,7
Vermelha	10,6
Testemunha	10,5
Azul + vermelha	9,6
Branca	9,4
Médias dos tratamentos	10,4
CV (%) = 44,21	

* Dados não significativos.

A aplicação de *Trichoderma asperellum* não demonstrou diferenciação quanto ao peso médio de frutos de morangueiro, a não interação com as plantas bem como condições ambientais podem afetar o desenvolvimento do fungo (Tabela 10).

Tabela 10 – Peso médio de frutos comerciais de morango em gramas unidade⁻¹.

Tratamento	Peso médio
Com <i>Trichoderma</i>	10,5 ns*
Sem <i>Trichoderma</i>	10,3
Médias dos tratamentos	10,4
CV (%) = 44,21	

*Dados não significativos.

5 CONSIDERAÇÕES

As mudas de morangueiro cultivar “San Andreas” utilizadas neste trabalho são oriundas de pontas de estolão adquiridas de viveiro comercial na cidade de São Luiz Gonzaga/RS. A baixa qualidade e o lento crescimento das mesmas ocasionaram um grande atraso no transplante para o experimento, sendo estas adquiridas no mês de maio e transplantadas no mês de agosto do referido ano. Este atraso pode ter interferido drasticamente nos resultados, pois objetivou-se oferecer radiação complementar no período de inverno, onde o fotoperíodo é menor e existe maior nebulosidade impedindo a passagem de radiação solar até a superfície terrestre.

No decorrer do experimento foram observadas e anotadas as datas e em quais tratamentos em que ocorreram a emissão de estolões pelas plantas de morangueiro. Não foi realizado o acompanhamento das temperaturas internas e externas da casa de vegetação, pois este pode ser um dos fatores que induza as variedades de dia neutro ao período vegetativo e a produção de estolões.

As fontes de radiação Vermelha e Azul + Vermelha oferecidas nos tratamentos podem induzir, juntamente com o aumento da temperatura interna da casa de vegetação, a emissão de pontas de estolão. Visto que a radiação de espectro Azul é responsável por induzir a planta ao crescimento vegetativo e a radiação de espectro Vermelha é absorvida pelo fitocromo, responsável pela indução da planta aos períodos vegetativos e reprodutivos.

Tal resultado pode ser de grande importância para a produção de mudas no cenário nacional, visto que grande parte das mudas utilizadas na cultura são importadas da Patagônia Argentina ou do Chile. A possibilidade de se produzir mudas de pontas de estolão de forma precoce pode representar uma antecipação no período de plantio, produção antecipada, menor custo e menor dependência de mudas importadas.

Um fator que pode ter influenciado a atuação do fungo *Trichoderma asperellum* foi o aumento da temperatura interna da casa de vegetação, pois a mesma possui tela antiáfideos, diminuindo a circulação de ar dentro da mesma. Segundo Hjeljord et al (2001), a temperatura onde estirpes de *Trichoderma* são mais efetivos é em torno de 25°C, apresentando termo sensibilidade aos 35°C. A elevação da temperatura no

interior da casa de vegetação pode ter ocasionado a morte dos microrganismos, justificando a ausência de interação com as plantas de morangueiro.

Este trabalho não teve a intenção de gerar recomendações de aplicação de radiação complementar, mas sim investigar os efeitos das baixas quantidades de radiação oferecidas de forma complementar a radiação solar. A contribuição deste trabalho se refere aos resultados obtidos com a interação dos fatores temperatura e fonte de radiação, os quais podem antecipar o período de estolonamento de plantas de morango cultivar San Andreas. Resultados estes que podem servir como base para novos trabalhos.

6 CONCLUSÃO

Não houve interação entre os tratamentos oferecidos as plantas de morango cultivar San Andreas.

A quantidade de radiação complementar oferecida as plantas de morangueiro ($10 \mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$) não interferiu em nenhum dos parâmetros observados e abordados no presente trabalho.

A aplicação do fungo *Trichoderma asperellum* como indutor de crescimento não mostrou resultados significativos.

REFERÊNCIAS

ALTOMARE, C. et al. Solubilização de fosfatos e micronutrientes pelo fungo de promoção do crescimento de plantas e biocontrole *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 65, n. 7, p. 2926-2933, jul. 1999.

ANTUNES, L. E. C. Pequenas frutas: estratégias para o desenvolvimento. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 13., 2013, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: Epagri, 2013.

ANTUNES, L. E. C. (Ed.). A cultura do Morango. **Coleção Plantar**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 52 p.

ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A. (Ed.). Pequenas frutas: **o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2012, 194 p.

ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C. Fragole, i produttori brasiliani mirano all'esportazione in Europa. **Rivista di Frutticoltura**, Bologna, v. 69, n. 5, p. 60-65, 2007.

ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B.B. Fotoinibição da Fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 4, p. 463 - 472, out./dez. 2009.

BARJA, P. R. **Produção e difusão de oxigênio: processos biofísicos da fotossíntese investigados com a técnica fotoacústica**. 2000. 122 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, Campinas, 2000.

BELTRÃO, N. E. M.; FIDELES FILHO, J.; FIGUEIRÊDO, I. C. M. Uso adequado de casa-de-vegetação e de telados na experimentação agrícola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 547-552, 2002.

BENITEZ, T. et al. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology**, v. 7, n. 4, p. 249 - 260, dec. 2004.

BRITO, João P. C. et al. **Peptaibols from *Trichoderma asperellum* TR356 strain isolated from Brazilian soil**. 2014. Disponível em: <<http://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/2193-1801-3-600>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

BURIOL, G. A. et al. Transmissividade a radiação solar do polietileno de baixa densidade utilizado em estufas. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 25, n. 1, p.1-4, 1995.

CABRERA, F. J. et al. Effects of cover diffusive properties on the components of greenhouse solar radiation, **Biosystems Engineering**, v.103, p.344-356, 2009.

CAMARGO, L. de S. Ensaios de variedades de Morangueiro. **Boletim Científico de Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo**. Campinas, v. 22, n. 57, p. 715-729, nov. 1963.

- CARRIJO, O. A. et al. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n.1, p. 05-09, jan./mar. 2004.
- CARVALHO FILHO, M. R. et al. Avaliação de isolados de Trichoderma na promoção de crescimento, produção de ácido indolacético in vitro e colonização endofítica de mudas de eucalipto. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008.
- CASTRO, R. L. Melhoramento Genético do Morangueiro: Avanços no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2., 2004, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004.
- COLARES, I.G. et al. Efeito da temperatura e do fotoperíodo no crescimento e nas repostas fotossintéticas de *Potamogeton pectinatus* L. (Potamogetonaceae), em cultivo experimental. **Estudos de Biologia**, v. 29, p. 297-306, 2007.
- CORRÊA, E.B. **Controle da podridão de raiz (*Pythium aphanidermatum*) e promoção de crescimento de alface hidropônica**. 2006. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Curso de pós-graduação em Agronomia, Lavras, 2006.
- DENG, M. et al. Influence of pre-harvest red light irradiation on main phytochemicals and antioxidant activity of Chinese kale sprouts. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 222, p.1-5, maio 2017.
- DIAS, C. N. **Cultivo de morango sob diferentes condições de ambiente e doses de biofertilizante na região do Maciço de Baturité, Ceará**. 2014. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2014.
- ETEFANEL, V. et al. Disponibilidade de radiação solar nos meses de inverno para o cultivo do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) na região de Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 28, n. 4, p.553-559, dez. 1998.
- FALKER. Base de informações, Como o Índice FALKER é calculado?. 2011. Disponível em: <<http://www.falker.com.br/base/article/AA-00299>> Acesso em 20 Nov. 2017.
- FRANQUEZ, G. G. **Seleção e multiplicação de clones de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. 2008. 122f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Curso de pós-graduação em Agronomia, Santa Maria, 2008.
- GOTO, R. Plasticultura nos trópicos: uma avaliação técnico-econômica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, Palestra. Suplemento, p. 163-165, 1997.
- HOFFMANN, A.; BERNARDI, J. **Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico**. Embrapa Uva e Vinho. 2006. Disponível em:

<<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/MorangoSemiHidroponico/introducao.htm>>. Acesso em: 15 mai. 2017.

HJELJORD, L.G.; STENSVAND, A.; TRONSMO, A. Antagonism of nutrient-activated conidia of *Trichoderma harzianum* (atroviride) P1 against *Botrytis cinerea*. **Phytopathology**, 91(12): 1172-1180, 2001.

HOFFMANN, A.; PAGOT, E. Produção de pequenas frutas no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1., 2003, Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 07-15, 2003.

JESUS, E. P. et al. Avaliação do potencial de *Trichoderma asperellum* como condicionador de substrato para a produção de mudas de café. **Cerrado Agrociências**, Pata de Minas, v. 2, p.7-19, set. 2011.

LIMA, C. S. M. et al. **Manejo da cultura da physalis**. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS. 6., 2011. Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2011.

LIMA JUNIOR, E.C. et al. Aspectos fisiológicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. Submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p.33-41, 2006.

LOPEZ, A. M. et al. (Org. **Botânica no Inverno 2013**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2012. 202 p.

LUCON, C. M. M. **Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp.** 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/trichoderma/index.htm>. Acesso em: 17 jun. 2017.

MACEDO, V. M. **Isolados de *Trichoderma* spp. Como agentes promotores de crescimento e indutores de resistência em citrus**. 2014. 122 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal De São Carlos, Curso de pós – graduação em Agroecologia e desenvolvimento Rural, Araras, 2014.

MACHADO, J. T. M. **Desempenho de morangueiro frente a diferentes espectros de radiação artificial complementar em cultivo sem solo**. 2015. 43 f Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de graduação em Agronomia, Cerro Largo, 2015

MALUF, G. E. G. M. et al. Efeito da iluminação noturna complementar a 18 cm de altura no crescimento de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.). In: IV Jornada Científica, 4., 2011. Bambuí. **Anais...** Bambuí: IFMG, 2011.

MARTINS, R. V. **Iluminação artificial na hidroponia**. 1999. Disponível em: <<http://www.hydor.eng.br/NEWSLETTERS/ILUMINA-P.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2017.

MELO, I. S. Trichoderma e Gliocladium como bioprotetores de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.4, p.261-295, 1996.

NEGREIROS, M. Z. et al. Rendimento e qualidade do melão sob lâminas de irrigação e cobertura do solo com filmes de polietileno de diferentes cores. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 773-779, jul./set. 2005.

OLIVEIRA, A. C. B.; BONOW S. Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 268, p. 21-26, mai./jun. 2012.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 28, n. 3, p.520-522, dez. 2006.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; FINKENAUER, D. Produção de morangueiro da cv. Camino Real em sistema de túnel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 30, n. 3, p.681-684, set. 2008.

PBMH & PIMo. Programa brasileiro para a modernização da horticultura & produção integrada de morango. **Normas de Classificação de Morango**. Documentos, 33. São Paulo: CEAGESP, 2009.

POLTRONIERI, E. Alternativas para o mercado interno de pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1., 2003, Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 37- 40, 2003.

REISSER JUNIOR, C. et al. Panorama do cultivo de morangos no Brasil. **Revista Campo & Negócio**, p. 58-59, 2014. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/116016/1/CampoNegocio-DEZ-2014-Panorama.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2017.

REIS, L. S. et al. Componentes da radiação solar em cultivo de tomate sob condições de ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 7, p. 739 - 744, 2012.

RESENDE, J. T. V. et al. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, [s.l.], v. 28, n. 2, p.185-189, jun. 2010.

RICHTER, A. F. et al. Crescimento da parte aérea de mudas de morangueiro através da inoculação de *trichoderma*, rizóbio e incorporação de silício. **Ciência & Tecnologia**, v. 8, Número Especial, maio 2016

SANHUEZA, R. M. V. Produção de morangos no sistema semi-hidropônico. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 4., 2007, Vacaria, **Anais...** Vacaria: Embrapa, p. 61-64, 2007.

SEGOVIA, J. F. O. et al. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) no interior e no exterior de uma estufa de polietileno em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 27, n. 1, p.37-41, mar. 1997.

SILVA JUNIOR, A. L. et al. Uso de *trichoderma asperellum* na promoção do crescimento de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.). In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 40., 2017, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônômico, 2017.

SILVA, P. R.. Mercado e comercialização de pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 4., 2007, Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed. p. 918, 2013.

VICTÓRIO, C. P.; KUSTER, R. M.; LAGE, C. L. S. Qualidade de luz e produção de pigmentos fotossintéticos em plantas In Vitro de *Phyllanthus tenellus* Roxb. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 213-215, jul. 2007.

VIDA, J. B. et al. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.4, p.355-372, 2004.

WU, M et al. A novel approach of LED light radiation improves the antioxidant activity of pea seedlings. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 101, n. 4, p.1753-1758, 2007.