

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

**SUPLEMENTAÇÃO DE RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA NA  
FORMAÇÃO DE MUDAS DE MANJERICÃO**

**BRUNA FINOTTI FONSECA REIS DE MELLO**

CASSILÂNDIA – MS  
FEVEREIRO/2020

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

**SUPLEMENTAÇÃO DE RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA NA  
FORMAÇÃO DE MUDAS DE MANJERICÃO**

**BRUNA FINOTTI FONSECA REIS DE MELLO**

**Orientador: Prof. Dr. Flávio Ferreira da Silva Binotti**

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

CASSILÂNDIA – MS  
FEVEREIRO/2020

M476s Mello, Bruna Finotti Fonseca Reis de  
Suplementação de radiação fotossinteticamente ativa na  
formação de mudas de manjeriço/ Bruna Finotti Fonseca Reis  
de Mello. – Cassilândia, MS: UEMS, 2020.  
43p.

Dissertação (Mestrado) – Agronomia – Universidade  
Estadual de Mato Grosso do Sul, 2020.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Ferreira da Silva Binotti

1. *Ocimum basilicum* L. 2. Intensidade luminosa 3.  
Fotossíntese I. Binotti, F.F.S. II. Título

CDD 23.ed. – 633.83



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



## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: SUPLEMENTAÇÃO DE RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA NA  
FORMAÇÃO DE MUDAS DE MANJERICÃO**

**AUTOR(A): BRUNA FINOTTI FONSECA REIS DE MELLO**

**ORIENTADOR(A): FLAVIO FERREIRA DA SILVA BINOTTI**

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

Prof. Dr. Flavio Ferreira da Silva Binotti

Orientador(a)

Prof. Dr. Edilson Costa

Prof. Dr. Eduardo Pradi Vendruscolo

Prof. Dr. Renato Jáqueto Goes

Data da realização: 28 de fevereiro de 2020.

*“A fé precisa ficar em nosso coração a qualquer custo, é ela quem nos acalenta, nos levanta, nos conforta e nos eleva ao mais poderoso ser, seja ele qual for, em qualquer religião e em qualquer credo”.*

**(Maria das Graças Finotti Reis)**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta, bem como todas as minhas conquistas, aos meus pais Renata e José Daniel, em especial à minha avó Maria das Graças (*in memoriam*) e à Deus.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela piedade e base de apoio em todos os momentos, pela minha sabedoria e força para realização desse projeto.

À minha família, excepcionalmente meus bisavós Ignês (*in memorian*) e Leonildo, meus avós Maria das Graças Finotti Reis (*in memorian*) e José da Fonseca Reis, meus pais Renata Finotti da Fonseca Reis (mulher guerreira e exemplar) e José Daniel de Mello, meus tios Vitor Finotti, Mônica Finotti e Evandro Finotti, meus irmãos Murilo e Mariana e meu padrasto Cícero Mello, minha eterna gratidão.

Ao meu orientador Flávio Ferreira da Silva Binotti, pela confiança e orientação, à universidade (UEMS) e todos seus funcionários.

Ao Programa Institucional de Bolsas aos Alunos de Pós - Graduação da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (PIBAP/UEMS).

Às pessoas que se tornaram minha segunda família, Michaela Gonçalves, Tayná Boni, Loryelle Moreira, Luíza Guidi, Vitória Carvalho, Beatriz Simões, Maria Eduarda, Renato Borges e Allan Paterlini. Obrigada por todo apoio.

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| LISTA DE TABELAS.....   | 7  |
| LISTA DE APÊNDICES.....   | 8  |
| LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS .....   | 9  |
| INTRODUÇÃO GERAL .....  | 10 |
| CAPITULO 1. SUPLEMENTAÇÃO DE RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA<br>NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE MANJERICÃO.....  | 12 |
| 1.1 Introdução.....   | 14 |
| 1.2 Material e Métodos.....   | 16 |
| 1.2.1. Localização e Caracterização da Área Experimental .....  | 16 |
| 1.2.2 Material Vegetal Utilizado .....  | 16 |
| 1.2.3 Instalação e Condução do Experimento .....  | 16 |
| 1.3 Resultados e Discussão.....   | 20 |
| 1.4. Conclusão .....  | 22 |
| 1.5 Referências Bibliográficas.....   | 23 |
| CAPITULO 2. DIFERENTES INTENSIDADES DE RADIAÇÃO<br>FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA COM FOTOPERÍODO ESTENDIDO NA<br>FORMAÇÃO DE MUDAS DE MANJERICÃO..... | 26 |
| 2.1 Introdução.....   | 28 |
| 2.2 Material e Métodos.....   | 29 |
| 2.2.2 Material Vegetal Utilizado .....  | 29 |
| 2.2.3 Instalação e Condução do Experimento .....  | 29 |
| 2.3 Resultados e Discussão.....   | 34 |
| 2.4. Conclusões.....  | 37 |
| 2.5. Referências bibliográficas .....   | 39 |

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Análise química do substrato Carolina Soil<sup>®</sup> determinado na matéria seca.....16
- Tabela 2.** Diâmetro do colo (DC), relação altura e diâmetro (RAD), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), relação massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (RRFA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em função de variedades e suplementação de radiação fotossintética na produção de mudas de manjeriço. UEMS - Cassilândia (MS), 2020.....20
- Tabela 3.** Área foliar (AF), relação altura de muda e massa seca da parte aérea (RALPA) e altura de mudas (AP) em função de variedades e suplementação de radiação fotossintética na produção de mudas de manjeriço. UEMS - Cassilândia (MS), 2020.....22
- Tabela 4.** Análise química do substrato Carolina Soil<sup>®</sup> determinado na matéria seca.....30
- Tabela 5.** Área foliar (AF), altura de mudas (AP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e relação altura de muda e massa seca da parte aérea (RALPA) em função de variedades e ambientes de cultivo com diferentes intensidades de radiação fotossinteticamente ativa com fotoperíodo estendido na produção de mudas de manjeriço. UEMS - Cassilândia (MS), 2020.....35
- Tabela 6.** Massa seca da raiz (MSR), Diâmetro do colo (DC), relação altura e diâmetro (RAD), relação massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (RRFA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em função de variedades e ambientes de cultivo com diferentes intensidades de radiação fotossinteticamente ativa com fotoperíodo estendido na mudas de manjeriço. UEMS - Cassilândia (MS), 2020.....36

## **LISTA DE APÊNDICES**

**Figura 1.** Bandejas com variedade verde e variedade roxa com suplementação RFA diurna.

**Figura 2.** Bandejas com variedade verde e variedade roxa com suplementação RFA noturna.

**Figura 3.** Bandejas com variedade verde e variedade roxa sem suplementação RFA.

**Figura 4.** Zoom em mudas da variedade verde com suplementação RFA.

**Figura 5.** Casa de vegetação onde foi instalado o experimento.

## LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| $\mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$ | Micromol por metro quadrado por segundo                             |
| RFA                               | Radiação fotossinteticamente ativa                                  |
| RALPA                             | Relação altura e massa seca da parte aérea                          |
| IQD                               | ndice de qualidade de Dickson                                      |
| LED                               | Light emitting diode  |
| DIC                               | Delineamento inteiramente casualizado                               |
| DAS                               | Dias após a semeadura   |
| PEBD                              | Polietileno de baixa densidade                                      |
| DC                                | Diâmetro do colo  |
| MSPA                              | Massa seca da parte aérea   |
| MSR                               | Massa seca do sistema radicular                                     |
| MST                               | Massa seca total  |
| AP                                | Altura de plantas   |
| AF                                | rea foliar   |
| RAD                               | Relação altura de plantas e diâmetro                                |
| RRFA                              | Relação massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular |

## INTRODUÇÃO GERAL

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) é considerado uma planta herbácea, de ciclo anual, de origem provável na região norte da Índia, mas podendo ser encontrada na América Central, na África, na América do Sul e na Ásia (PEREIRA;MOREIRA, 2011). Conforme Blank et al. (2010), é considerada perene desde que as podas sejam realizadas nas flores, para evitar o desgaste energético da planta e assim o seu ciclo se estende.

Segundo Avetisyan et al. (2017), o manjeriço pertence à família das Lamiaceae, que são em sua maioria espécies aromáticas e fonte de óleo essencial, que são muito utilizados na medicina terapêutica, na aromatização de alimentos e ambientes, em cosméticos e perfumes. A cultura possui grande adaptabilidade à diferentes condições climáticas, porém seu melhor desenvolvimento se dá em altas umidades e temperaturas (PEREIRA;MOREIRA, 2011). Segundo Palaretti et al. (2015), é uma espécie muito cultivada por pequenos produtores para comercialização em forma de condimento para alimentos.

As plantas necessitam de luz para seu desenvolvimento, para Casierra e Olmos (2015), as duas principais funções da luz são a fonte de energia para a fotossíntese e a regulação da morfogênese. A recepção da luz se dá através dos fotorreceptores, as plantas possuem diversos tipos de fotorreceptores que buscam facilitar os processos envolvidos no desenvolvimento das plantas, como os fitocromos e as fototropinas, onde os fitocromos são influenciados pela luz vermelha e respondem fisiologicamente com a expansão foliar, o crescimento das folhas e a inibição do alongamento dos caules, enquanto as fototropinas pela luz azul e são responsáveis pela regulação do conteúdo de pigmentos e movimento dos órgãos que captam a luz (PANIAGUA et al., 2015). Segundo Bantis et al. (2018), a qualidade da luz tem influência impactante em espécies hortícolas e ornamentais em seu desenvolvimento e crescimento, além da indução do metabolismo secundário como a capacidade antioxidante, o valor nutritivo, a formação de pigmentos e o controle de floração.

O estudo da influência da luz nos aspectos biológicos de diferentes espécies vem sendo realizado em ambientes controlados utilizando o sistema de luz de LED (diodos emissores) devido suas inúmeras vantagens, como o controle da composição espectral, o tamanho, a menor emissão de calor e maior durabilidade (PANIAGUA et al., 2015). Para Agarwal e Gupta (2016), o uso de diodos emissores de luz é considerado um método

eficiente para as plantas por garantir melhorias quantitativas e qualitativas em diversas espécies. É importante ressaltar que o uso excessivo de intensidade luminosa pode afetar negativamente a eficiência fotossintética das plantas, onde o aparato fotossintético é prejudicado por não ter capacidade suficiente em dissipar a energia em forma de calor, ocorrendo fotoinibição e possíveis danos no sistema fotossintético, prejudicando o crescimento e desenvolvimento das plantas (Fan et al., 2013).

## **CAPITULO 1. SUPLEMENTAÇÃO DE RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE MANJERICÃO**

**RESUMO:** A luz é fundamental no crescimento e desenvolvimento das plantas devido sua influência na fotossíntese e fotomorfogênese, assim o uso de diodo emissor de luz com emissão de radiação fotossinteticamente ativa é uma alternativa para melhoria no crescimento de mudas em ambiente climatizado. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de suplementação de radiação fotossinteticamente ativa na produção de mudas de duas variedades de manjericão. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial de 2 x 2, com 4 repetições, com 20 plantas por parcela, constituído por suplementação de radiação fotossinteticamente ativa (ausência e presença) e duas variedades de manjericão *Ocimum basilicum* (sweet basil e purple basil). A suplementação de radiação fotossinteticamente ativa foi realizado por meio de lâmpada *ledgrow* 360W das 7:00 às 11:00h. As variáveis analisadas foram diâmetro do colo, relação altura diâmetro, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular, massa seca total, relação altura de planta e massa seca da parte aérea, índice de qualidade de Dickson, área foliar, relação massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular e altura de plantas. Na ausência da suplementação de radiação fotossinteticamente ativa, o crescimento das duas variedades foi semelhante, todavia na presença de suplementação, a variedade sweet basil se destacou em maior crescimento e qualidade de mudas.

**Palavras-chave:** *Ocimum basilicum* L., LED, crescimento, luz.

## **PHOTOSYNTHETICALLY ACTIVE RADIATION SUPPLEMENTATION IN FORMATION OF BASIL**

**ABSTRACT:** Light is essential in the growth and development of plants due to its influence on photosynthesis and photomorphogenesis, so the use of light emitting diodes with emission of photosynthetically active radiation is an alternative to improve seedling growth in an air-conditioned environment. The objective of the work was to evaluate the effect of supplementation of photosynthetically active radiation in the production of seedlings of two varieties of basil. The experimental design used was completely randomized (DIC), in a 2 x 2 factorial scheme, with 4 repetitions, with 20 plants per plot, consisting of supplementation of photosynthetically active radiation (absence and presence) and two varieties of basil (sweet basil and purple basil). The supplementation of photosynthetically active radiation was carried out using a 360W ledgrow lamp from 7:00 am to 11:00 am. The variables analyzed were neck diameter, height-to-diameter ratio, shoot dry mass, root dry mass, total dry mass, plant height and shoot dry mass, Dickson quality index, leaf area, mass ratio aerial part dryness and dry mass of the root system and plant height. In the absence of supplemental RFA, the growth of the two varieties was similar, however in the presence of supplementation, the sweet basil variety stood out in greater growth and quality of seedlings.

**Keywords:** *Ocimum basilicum* L., LED, crop production, light.

## 1.1 Introdução

O manjericão basilicão (*Ocimum basilicum* L.) é pertencente à família Lamiaceae que possui diversos nomes comuns como alfavaca, manjericão doce, basílico e outros (PALARETTI et al., 2015). A espécie possui diversas variedades, sendo a principal *Ocimum basilicum* onde são divididos em folha roxa e de folha verde (ALMEIDA, 2006). Segundo Fernandes (2014), o manjericão apresenta folhas finas e de formato ovalado, tamanho médio e suas flores geralmente são brancas, e possui aroma típico e intenso devido ao óleo essencial presente.

O valor econômico do manjericão se dá principalmente pela exportação do óleo essencial, que possui níveis relevantes no mercado internacional e nacional (SOARES et al., 2007), esse produto apresenta alto teor de linalol, que possui grande importância econômica para produção de remédios, perfumes e cosméticos, além dos alimentos e bebidas (MAY et al., 2008). Segundo o IBGE (2018), a cultura no ano de 2017 no Brasil alcançou produção de 3913 toneladas de manjericão, necessitando assim novos estudos para produção de mudas de elevada qualidade. Conforme Carvalho et al. (2012), a espécie é influenciada durante seu crescimento e desenvolvimento principalmente pelo fotoperíodo, temperatura, irrigação, luminosidade e nutrição.

A prática de produção em ambiente protegido tem como objetivo a melhoria na qualidade dos produtos finais e maiores produtividades, visando amenizar as variações climáticas micrometeorológicas durante a produção, diminuindo os efeitos adversos, principalmente precipitação e radiação solar (REIS et al., 2012). Segundo Maggioni et al. (2014), um dos processos mais importantes para o cultivo de plantas medicinais é a formação das mudas que influencia de maneira direta o desempenho final das plantas.

A luz apresenta influência no desenvolvimento de plantas em sua fisiologia, desenvolvimento e diferenciação celular nos tecidos, através do processo fotossintético e fotomorfogênico (DENG et al., 2017). Atualmente são utilizadas diversas tecnologias, como luzes artificiais para simulação da luz solar e promover a fotossíntese nas plantas com espectro eletromagnético apropriado, gerando maiores produtividades e qualidade de plantas, sendo importante além da seleção da fonte de luz, a otimização do sistema (GUIMARÃES, INAH et al., 2017). O LED possui maior capacidade de emissão de qualidade espectral que é de suma importância pois a resposta das plantas cultivadas não dependem apenas da presença ou não da luz, e sim da qualidade espectral da mesma (PAWLOWSKA et al., 2018). Os diodos emissores de luz (LEDs) se diferenciam de outras

fontes devido sua menor emissão de calor, seleção de comprimentos de onda e alta eficiência de conversão de energia (MASSA et al., 2008).

A radiação fotossinteticamente ativa (RFA) é considerada uma fração da radiação global, que apresenta como faixa espectral o comprimento de onda entre 400 e 700nm, chamado de espectro visível, e possui ligação direta com eventos fotoquímicos nas plantas (MONTEIRO NETO et al., 2016). Segundo Taiz e Zeiger (2013), as plantas dão respostas aos estímulos de luz através dos fotorreceptores, como os criptocromos e os fitocromos, onde os fitocromos são influenciados pela luz vermelha e estão ligados ao fotoperíodismo das espécies, regulação do florescimento alongação do entrenó, enquanto os criptocromos pela luz azul e sua função é o alongamento do hipocótilo e dos pecíolos, a produção de antocianinas e a expansão do cotilédone.

Para Bantis et al. (2018), a qualidade da luz possui impacto na produção de plantas ornamentais e olerícolas, devido sua relação com o crescimento e o desenvolvimento das plantas e sua indução ao metabolismo secundário como a formação de pigmentos, o valor nutricional e a capacidade antioxidante das espécies. O cultivo de plantas aromáticas, ornamentais, medicinais e condimentares vem buscando técnicas para garantir maior produção, qualidade e fornecimento dos princípios ativos das espécies (CHAGAS et al., 2011). O uso de lâmpadas de LED com emissão de radiação fotossinteticamente ativa em ambiente climatizado, que apresentam baixa irradiância é uma alternativa para melhoria do crescimento e conseqüentemente na produção de mudas.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de suplementação de radiação fotossinteticamente ativa na produção de mudas de duas variedades de manjeriço em casa de vegetação.

## 1.2 Material e Métodos

### 1.2.1. Localização e Caracterização da Área Experimental

O experimento foi conduzido em casa de vegetação climatizada, com dimensão de 14,64 m x 6,40 m x 3,5 m (93,70 m<sup>2</sup>) + ante câmara de 3,66 m x 3,20 m (11,71 m<sup>2</sup>) totalizando uma área de 105,41 m<sup>2</sup>, coberta na lateral e na superfície com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 microns, apresentando difusor de luz, camada dupla e sistema de climatização do tipo pad/fan Humil Cool (CELDEX<sup>®</sup>) de dimensão 1,2 m x 0,15 m, além da tela termo-refletores aluminizada na sua cobertura, com 35% (“I”) de sombreamento ALUMINET<sup>®</sup>, móvel, sob o filme de polietileno, o ambiente possui seis bancadas metálicas internas de dimensão 1,10 m x 5,0 m e 0,80 m de altura, com piso de concreto, na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), na Unidade Universitária de Cassilândia – MS, conduzido o experimento nos meses de junho e julho de 2019.

### 1.2.2 Material Vegetal Utilizado

Foram utilizadas duas variedades de manjerição basilicão (*Ocimum basilicum*), sweet basil da cor verde e purple basil da cor roxa. Segundo Embrapa (2011), o manjerição basilicão possui características de florescimento tardio, cultivo o ano todo e propagação por sementes ou estaquia.

### 1.2.3 Instalação e Condução do Experimento

O experimento foi implantado no dia 06 de Junho de 2019. As sementes foram distribuídas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, preenchidas com substrato comercial Carolina Soil<sup>®</sup>, composto de turfa de sphagnum, vermiculita expandida, calcário, gesso e fertilizante NPK (nitrogênio, fósforo e potássio). Foi realizada a análise química do substrato (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise química do substrato Carolina Soil<sup>®</sup> determinado na matéria seca.

| Substrato                  | N                | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Ca  | Mg   | S   | Cu                | Fe      | Mg     | Zn    | B    | M.O              | Umidade | Material Mineral | pH      | Relação C/N | C.T.C |
|----------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-----|------|-----|-------------------|---------|--------|-------|------|------------------|---------|------------------|---------|-------------|-------|
|                            | ----- g/Kg ----- |                               |                  |     |      |     | ----- mg/Kg ----- |         |        |       | %    | ----- g/Kg ----- |         |                  | mmol/Kg |             |       |
| Carolina Soil <sup>®</sup> | 14,0             | 3,6                           | 11,0             | 9,1 | 42,0 | 3,0 | 60,0              | 17520,0 | 2400,0 | 360,0 | 80,0 | 45,5             | 450,0   | 300,0            | 6,15    | 18,8        | 850,0 |

A emergência das plântulas iniciou-se aos cinco dias após a semeadura (DAS) e sua estabilização ocorreu aos 11 DAS. As mudas foram avaliadas aos 30 DAS.

O fornecimento de água foi realizado de acordo com a necessidade da cultura, de forma manual, mantendo o substrato úmido sem saturação do mesmo. Realizou-se a adubação das mudas aos 15 DAS, utilizando-se o adubo composto por 15% nitrogênio, 5% fósforo, 10% potássio, 1% cálcio, 1% magnésio, 13% enxofre, 4% sulfato (SO<sub>4</sub>), 0,06 % boro, 0,05% cobre, 0,2% ferro, 0,1% manganês, 0,005% molibdênio e 0,2% zinco, na dose de 10g do produto comercial para 1 litro de água.

As bandejas permaneceram em ambiente de cultivo tipo casa de vegetação climatizada, programada em 25 °C ± 2, durante toda a condução do experimento.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial de 2 x 2, com 4 repetições e 20 plantas por parcela, constituído por suplementação de radiação fotossinteticamente ativa (ausência e presença) e duas variedades manjeriço *Ocimum basilicum* (sweet basil – folha verde e a purple basil - folha roxa).

A suplementação de radiação fotossinteticamente ativa (100 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) foi realizada entre 7:00 e 11:00 h através do uso de lâmpada *ledgrow* 360W (32.000 lúmens), com total de 36 leds de 10w por lâmpada (24 leds vermelhos com comprimento de 620-630 nm, 5 leds azuis com comprimento de 440-445 nm, 2 leds infravermelho com comprimento de 730 nm, 1 led ultravioleta com comprimento de 380-410 nm e 4 leds brancos sendo 2 leds de 5500-6500k e 2 leds de 2500-3300k). Foi projetado um suporte regulável em altura, mantendo a lâmpada 40 cm acima da bandeja de produção de mudas.

As avaliações biométricas das mudas foram realizadas aos 30 dias após a semeadura (DAS):

Diâmetro do colo (DC) – obtido através da medida com um paquímetro digital em vinte mudas de cada repetição, por tratamento, obtendo-se a média em milímetros;

Massa seca da parte aérea (MSPA) – obtida através da secagem da parte aérea de vinte mudas de cada repetição, por tratamento, em estufa de circulação de ar forçada à 65°C até estabilização da massa, seguida de pesagem em balança de precisão (g muda<sup>-1</sup>);

Massa seca do sistema radicular (MSR) - obtida através da secagem do sistema radicular de vinte mudas de cada repetição, por tratamento, em estufa de circulação de ar forçada à 65°C até estabilização da massa, seguida de pesagem em balança de precisão (g muda<sup>-1</sup>);

Massa seca total (MST) – obtida através da soma da massa seca da parte aérea e do sistema radicular ( $\text{g muda}^{-1}$ );

Altura de mudas (AP) – obtida através da medida do colo até o ápice da muda, em vinte mudas de cada repetição, por tratamento, obtendo-se a média em centímetros;

Área foliar (AF) – obtida por meio de fotocópias comparando a massa de uma área conhecida de papel com a massa dos recortes do perímetro das folhas. Para isso, foram feitas cópias heliográficas das folhas e do mesmo papel foi retirada figura com forma (quadrado) em que a área foi dimensionada. Por interpolação da massa da figura de área conhecida e a massa da “impressão” recortada da folha, determinou-se a área de uma das faces da folha;

Relação altura de planta/diâmetro do colo (RAD) – obtida através da fórmula:  
 $\text{RAD} = \text{AP} / \text{DC}$ ;

Relação massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (RRFA) – obtida através da fórmula:  $\text{RRFA} = \text{MSPA} / \text{MSR}$ ;

Relação altura de planta e massa seca da parte aérea (RALPA) – obtida através da fórmula:  $\text{RALPA} = \text{AP} / \text{MSPA}$ ;

Índice de qualidade de Dickson (IQD) – determinada através da fórmula:  $\text{IQD} = \text{MST} / (\text{AP} / \text{DC} + \text{MSPA} / \text{MSR})$  (DICKSON et al., 1960).

A análise estatística foi realizada com o uso do Software SANEST – Sistema de Análises Estatísticas (ZONTA et al., 1986). As variáveis foram submetidas à análise de variância pelo teste F à 5% de probabilidade.

### 1.3 Resultados e Discussão

Verificou-se que houve interação entre o fator variedade e RFA suplementar (Tabela 2), para os parâmetros avaliados de diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST), relação altura e diâmetro (RAD), relação massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (RRFA) e índice de qualidade de Dickson (IQD).

**Tabela 2.** Diâmetro do colo (DC), relação altura e diâmetro (RAD), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), relação massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (RRFA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em função de variedades e suplementação de radiação fotossintética na produção de mudas de manjerição. UEMS - Cassilândia (MS), 2020

| Variedade | RFA suplementar              |           |
|-----------|------------------------------|-----------|
|           | Presença                     | Ausência  |
|           | DC (mm)                      |           |
| Roxo      | *0,55 aB                     | 0,49 aA   |
| Verde     | 1,01 aA                      | 0,42 bA   |
| C.V (%)   | 14,6                         |           |
|           | RAD                          |           |
| Roxo      | 5,89aA                       | 4,98 aA   |
| Verde     | 3,37bB                       | 4,81 aA   |
| C.V (%)   | 16,0                         |           |
|           | MSPA (g muda <sup>-1</sup> ) |           |
| Roxo      | 0,0467 aB                    | 0,0332 bA |
| Verde     | 0,0755 aA                    | 0,0377 bA |
| C.V (%)   | 10,6                         |           |
|           | MSR (g muda <sup>-1</sup> )  |           |
| Roxo      | 0,0160 aB                    | 0,0190 aA |
| Verde     | 0,0852 aA                    | 0,0250 bA |
| C.V (%)   | 11,6                         |           |
|           | MST (g muda <sup>-1</sup> )  |           |
| Roxo      | 0,0627 aB                    | 0,0522 aA |
| Verde     | 0,1607 aA                    | 0,0627 bA |
| C.V (%)   | 9,5                          |           |
|           | RRFA                         |           |
| Roxo      | 2,92 aA                      | 1,75 bA   |
| Verde     | 0,89 bB                      | 1,51 aA   |
| C.V (%)   | 15,5                         |           |
|           | IQD                          |           |
| Roxo      | 0,0073 aB                    | 0,0080 aA |
| Verde     | 0,0380 aA                    | 0,0101 bA |
| C.V (%)   | 13,1                         |           |

\*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha e médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Evidenciou que o DC, RAD, MSR, MST e IQD, dentro do fator variedade, a roxa não apresentou diferença significativa na ausência ou presença RFA suplementar (Tabela 2), enquanto para a variedade verde se verificou diferença significativa onde a presença da RFA suplementar proporcionou maiores valores para os mesmos parâmetros. Na ausência de RFA suplementar, o crescimento de ambas as variedades foi semelhante. Todavia com a presença proporcionou maior crescimento da verde.

Segundo Dou et al. (2019), comparando manjeriço roxo e verde, em análise de massa fresca e massa seca, evidenciou que a variedade verde apresentou influência em relação a radiação fotossinteticamente ativa, com maiores valores de massa fresca e massa seca em comparação à variedade roxa.

Para Medeiro et al. (2018), o diâmetro é um fator qualificativo para as mudas, onde plantas com maiores diâmetros apresentam melhores respostas ao transplântio.

A RFA suplementar propiciou melhor relação altura e diâmetro (RAD), para variedade verde. A relação entre a altura das plantas e o diâmetro do caule (RAD) é um fator determinante para o sucesso do transplântio de mudas (RODRIGUES et al., 2010). Valores altos de RAD podem indicar estiolamento das plantas, onde as mesmas se desenvolvem em altura, para buscar quantidades maiores de luz (SOUZA et al., 2011).

Na Tabela 2, a RFA suplementar favoreceu o acúmulo de MSPA, MSR e MST, para a variedade verde. Segundo Alvarenga et al. (2003), a luz incidente sobre as plantas são fundamentais no desenvolvimento das mesmas, conforme seu regime de incidência, influenciando fatores como o acúmulo de massa seca das plantas. Salisbury e Ross (1994), a massa seca final das plantas depende diretamente da radiação absorvida e sua eficiência de conversão pela fotossíntese, porém somente uma parte do espectro solar é utilizada no processo de conversão.

Na variável RRFA verificou-se menores valores para o manjeriço verde com RFA suplementar, obtendo nessas mudas maior acúmulo de fitomassa seca no sistema radicular. Observou-se que o IQD apresentou com maiores valores para a RFA suplementar na variedade verde, sendo que o IQD é um indicador de qualidade de mudas, devido ao fato de considerar o equilíbrio na distribuição de biomassa nas plantas (FONSECA et al., 2002).

Na Tabela 3, não houve interação entre os fatores variedade e RFA suplementar para as variáveis avaliadas, onde em análise isolada dos fatores variedade e suplementação observou-se diferença significativa nas variáveis AF e RALPA dentro do fator variedade,

onde a verde se destaca com maiores valores. No fator suplementação para as variáveis AF, RALPA e AP, a presença de RFA suplementar favoreceu todas as avaliações. Segundo Sun et al. (1993), as plantas de coloração roxa apresentam menor eficiência de detectar a radiação RFA quando comparadas às variedades de coloração verde devido a alta concentração de antocianina e flavonoides, que prejudicam a absorção da radiação pelos cloroplastos e consequentemente a energia fotoquímica que é transferida para os centros de reação, diminuindo a fotossíntese líquida ( $P_n$ ) nas plantas de coloração roxa..

**Tabela 3.** Área foliar (AF), relação altura de muda e massa seca da parte aérea (RALPA) e altura de mudas (AP) em função de variedades e suplementação de radiação fotossintética na produção de mudas de manjeriço. UEMS - Cassilândia (MS), 2020

| VARIEDADE         | AF (cm <sup>2</sup> ) | RALPA   | AP (cm) |
|-------------------|-----------------------|---------|---------|
| Roxo              | *11,14 b              | 69,41 a | 2,75 a  |
| Verde             | 13,65 a               | 49,66 b | 2,72 a  |
| SUPLEMENTAÇÃO     |                       |         |         |
| Com suplementação | 14,64 a               | 56,11b  | 3,26 a  |
| Sem suplementação | 10,15 b               | 62,96 a | 2,20 b  |
| C.V (%)           | 9,8                   | 10,3    | 9,5     |

\*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

#### 1.4. Conclusão

Na ausência de RFA suplementar, o crescimento das duas variedades foi semelhante, todavia na presença de suplementação, a variedade sweet basil se destacou em maior crescimento e qualidade de mudas.

## 1.5 Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, D. **Manual de Culturas Hortícolas** – Volume I. Presença (Ed.). Lisboa, 2006.
- ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; LIMA JUNIOR, E. C.; MAGALHÃES, M. M. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton Urucurana* Baill. in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.53-57, 2003.
- ALVETISYAN, A.; MARKOSIAN, A.; PETROSYAN, M.; SAHAKYAN, N.; BABAYAN, A.; ALOYAN, S.; TRCHOUNIAN, A. Chemical composition and some biological activities of the essential oils from basil *Ocimum* different cultivars. **BMC Complementary and Alternative medicine**, v. 17, n. 60, p. 2-8, 2017.
- AGARWAL, A.; DUTTA GRUPTA, S. D.; Impacto f Light – Emitting Diodes (LEDs) and its potential on plant growth and development in controlled environment plant production system. **Current Biotechnology**, v. 1, n. 1, p. 28 – 43, 2016.
- BANTIS, F.; SMIRNAKOU, S.; OUZOUNIS, T.; KOUKOUNARAS, A.; NTAGKAS, N.; KALLIOPI, R. K. Current status and recent achievements in the field of horticulture with the use of light – emitting- diodes (LEDs). **Scientia Horticulture**, v. 235, p. 437–451, 2018.
- BLANK, A. F.; SOUZA, E. M.; PAULA, J. W. A.; ALVES, P. B. Comportamento fenotípico e genotípico de populações de manjeriço. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 305-310, 2010.
- CARVALHO, A. C. P. P.; RODRIGUES, A. A. J.; SANTOS, E. O. **Qualidade em plantas medicinais**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2012. 42p. (Documentos 162).
- CASIERRA, P. F.; PEÑA, O. J. E. Modificaciones fotomorfogénicas inducidas por la calidad de la luz em plantas cultivadas. **Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, v. 30, p. 84, 2015.
- CHAGAS, J. H.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; SANTOS, F. M. Produção de biomassa e teor de óleo essencial em função da idade e época de colheita em plantas de hortelã japonesa. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 327-334, 2011.
- DENG, M.; QIAN, H.; CHEN, L.; SUN, B.; CHANG, J. MIAO, H.; CAI, C.; WANG, Q. Influence of pre harvest red light irradiation on main phytochemicals and antioxidant activity of Chinese kale sprouts. **Food Chemistry**, v. 222, p. 1-5, 2017.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36, p. 10-13,1960.
- DOU, H.; NIU, G.; GU, M. Pre-Harvest UV-B radiation and photosynthetic photon flux density interactively affect plant photosynthesis, growth, and secondary metabolites accumulation in Basil (*Ocimum basilicum*) plants. **Agronomy**, v. 9, n. 434, p. 01- 19, 2019.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Documentos 136** – Brasil, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42208/1/DOC11004.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2019.

FAN, X.; XU, Z. G.; LIU, X. Y.; TANG, C. M.; WANG, L. W.; HAN, X. L. Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plant grown under a combination of red and blue light. **Scientia Horticulturae**, v. 153, p. 50 – 55, 2013.

FERNANDES, A. R. **Crescimento de cultivares de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) cultivadas em vasos**. 2014. 49 f. Tese (doutorado em fitotecnia) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

FONSECA, E. P.; VALERI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515 – 523, 2002.

GUIMARÃES, INAH. Análise e Dimensionamento de Sistema de Iluminação Artificial com LEDs para Suplementação Luminosa no Cultivo de *Humulus lupulus* / Inah Guimarães. -- 2017. 100 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017** – Brasil, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6619#resultado>. Acesso em: 29 mai. 2019.

JANSEN, M.A.; BONNMAN, J.F. UV-B Radiation: From Generic Stressor to Specific Regulator. **Physiology Plant**, v. 145, p. 501–504, 2012.

MAGGIONI, M. S.; ROSA, C. B. C. J.; ROSA JUNIOR, E. J.; SILVA, E. F.; ROSA, Y. B. C. J.; SCALON, S. P. Q.; VASCONCELOS, A. A.. Desenvolvimento de mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em função do recipiente e do tipo e densidade de substratos. **Revista brasileira plantas medicinais**, v.16, n.1, p.10-17, 2014.

MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. P.; KAINUMA, R. H. índices de qualidade de crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 39 – 45, 2008.

MASSA, G. D.; KIM, H. H.; WHEELER, R. M.; MITCHELL, C. A. Plant Productivity in Response to LED Lighting. **Hortscience**, v. 43, n. 7, p. 1951- 1956, 2008.

MAY, A.; BOVI, O. A.; MAIA, N. B.; BARATA, L. E. S.; SOUZA, R. C. Z.; SOUSA, E. M. R.; MORAES, A. R. A.; PINHEIRO, M. Q. Basil plants growth and essential oil yield in a production system with successive cuts. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 385-389, 2008.

MEDEIROS, M. B. C. L.; JESUS, H. I.; SANTOS, N. F. A.; MELO, M. R. S.; BORGES, L. S.; GUERREIRO, A. C.; FREITAS, L. S. Índice de qualidade de dickson e característica morfológica de mudas de pepino, produzidas em diferentes substratos alternativos. **Agroecossistemas**, v.10, n.1, p.159 –173, 2018.

MONTEIRO NETO, J. L. L.; ARAÚJO, W. F.; VILARINHO, L. B. O.; SILVA, E. D.; ARAÚJO, W. B. L.; SAKAZAKI, R. T. Produção de mudas de pimentão (*Capsicum annum* L.) em diferentes ambientes e substratos. **Agrária**, v.11, n.4, p.289-297, 2016.

PALARETTI, L. F.; DALRI, A. B.; DANTAS, G. F.; FARIA, R. T.; SANTOS, W. F.; SANTOS, M. G. Produtividade do manjericão (*Ocimum basilicum* L.) fertirrigado utilizando vinhaça concentrada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, p. 326-334, 2015.

PANIAGUA, P. G.; HERNÁNDEZ, A. C.; RICO, M. F.; DOMÍNGUEZ, P. F. A.; MARTÍNEZ, O. E. J.; MARTÍNEZ, G. C. L. Efecto de la luz LED de alta densidade sobre la germinación y el crecimiento de plântulas de brócoli. **Polibotánica**, v. 40, p. 199 – 212, 2015.

PAWŁOWSKA, B.; ŻUPNIK, M.; SZEWCZYK-TARANIEK, B.; CIOĆ, M. Impact of LED light sources on morphogenesis and levels of photosynthetic pigments in *Gerbera jamesonii* grown in vitro. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 59, n. 1, p. 115-123, 2018.

PEREIRA, R. C. A.; MOREIRA, A. L. M. **Manjericão: cultivo e utilização**—Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. 31 p.

REIS, L. S.; SOUZA, J. L.; AZEVEDO, C. A. V.; LYRA, G. B.; FERREIRA JUNIOR, R. A.; LIMA, V. L. A. Componentes da radiação solar em cultivo de tomate sob condições de ambiente protegido. **Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 7, p. 739-744, 2012.

RODRIGUES, E. T.; LEAL, P. A. M.; COSTA, E.; PAULA, T. S. DE; GOMES, V. A.

Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 483-488, 2010.

SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F.; JORGE, C. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 705-714, 2010.

SOUZA, N. H.; CARNEVALI, T. O.; RAMOS, D. D.; SCALON, S. P. Q.; MARCHETTI, M. E.; VIEIRA, M. C. Produção de mudas de manjericão (*Ocimum basilicum* L.) em diferentes substratos e luminosidades. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 3, p. 276 – 281, 2011.

SUN, J.; NISHIO, J. N.; VOGELMANN, T. C. Green light drives CO<sub>2</sub> fixation deep within leaves. **Plan and cell physiology**, v. 39, n. 10, p. 1020–1026, 1998.

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

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. Sistema de análise estatística para microcomputadores - SANEST. Pelotas: UFPel, Instituto de Física e Matemática, 1986. 150p.

## **CAPITULO 2. DIFERENTES INTENSIDADES DE RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA COM FOTOPERÍODO ESTENDIDO NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE MANJERICÃO**

**RESUMO:** A cultura do manjericão vem ganhando espaço na produção devido a inúmeras recomendações para o uso do seu óleo essencial, como fins alimentícios, descongestionantes, conservação de grãos e até antisséptico. O uso do ambiente protegido para cultivo de hortaliças vem se tornado uma alternativa para minimizar os efeitos do ambiente e garantir produção e qualidade o ano todo. A luz é a fonte de energia utilizada pelas plantas para realização do processo fotossintético, onde a resposta se dá através do comprimento de onda, intensidade e direção da mesma, que se transformam em repostas fisiológicas. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial de 2 x 4, com 4 repetições e 20 plantas por parcela, constituído por ambientes com diferentes intensidades de radiação fotossinteticamente ativa com fotoperíodo estendido (controle, 375, 411 e 438  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e duas variedades manjericão *Ocimum basilicum* (sweet basil – folha verde e a purple basil - folha roxa). A aplicação da radiação fotossinteticamente ativa com fotoperíodo estendido foi realizada por meio de lâmpada *ledgrow* da 00:00 às 11:00h. As variáveis analisadas foram diâmetro do colo, relação altura diâmetro, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular, massa seca total, relação altura de planta e massa seca da parte aérea, índice de qualidade de Dickson, área foliar, relação massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular e altura de plantas. Maiores intensidades de radiação fotossinteticamente ativa como fotoperíodo estendido favorece a qualidade das mudas de manjericão produzidas em ambiente climatizado.

**Palavras-chave:** intensidade luminosa, aromática, fotossíntese.

## **CAPITULO 2. DIFFERENT INTENSITIES OF PHOTOSYNTHETICALLY ACTIVE RADIATION WITH EXTENDED PHOTOPERIODS IN THE FORMATION OF BASIL SEEDLINGS**

**ABSTRACT:** The cultivation of basil has been gaining space in production due to numerous recommendations for the use of its essential oil, such as food, decongestants, grain conservation and even antiseptic. The use of the protected environment for growing vegetables has become an alternative to minimize the effects of the environment and guarantee production and quality throughout the year. Light is the source of energy used by plants to carry out the photosynthetic process, where the response occurs through its wavelength, intensity and direction, which are transformed into physiological responses. The experimental design adopted was completely randomized (DIC), in a 2 x 4 factorial scheme, with 4 replications and 20 plants per plot, consisting of environments with different intensities of photosynthetically active radiation with extended photoperiod (control, 375, 411 and 438  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) and two *Ocimum basilicum* basil varieties (sweet basil - green leaf and purple basil - purple leaf). The supplementation of photosynthetically active radiation was carried out by means of a ledgrow lamp from 00:00 to 11:00. The variables analyzed were neck diameter, height-to-diameter ratio, shoot dry mass, root dry mass, total dry mass, plant height and shoot dry mass, Dickson quality index, leaf area, mass ratio aerial part dryness and dry mass of the root system and plant height. The presence of photosynthetically active supplementation as an extension of the photoperiod favors the growth and quality of basil seedlings produced in an air-conditioned environment.

**Keywords:** light intensity, aromatics, photosynthesis

## 2.1 Introdução

O manjericão é uma planta do tipo perene ou anual, que pertence à família Lamiacea, com origem na região da Ásia tropical com adaptação em diversas regiões de variados climas (VLASE et al., 2014). Segundo Blank et al. (2010), o manjericão possui mais de 60 espécies diferentes com variações de tamanho, formato de folhas, aroma, cor e porte, entre outros. A sua propagação pode ser realizada com uso de sementes ou processo de estaquia (BARBOSA et al., 2015). O manjericão tem em sua maioria coloração verde clara, folha de formato ovalado e espessura fina, de tamanho médio, flores brancas e pequenas, além de aroma intenso devido a presença de óleos essenciais (FERNANDES, 2014). Segundo Vlase et al. (2014), o uso do seu óleo essencial pode ser recomendado como descongestionante, digestivo, vermífugo, antisséptico, fins alimentícios, repelentes e na conservação de grãos.

A produção de mudas de manjericão proporcionam inúmeros benefícios, principalmente a garantia de sucesso de produção (BARBOSA et al., 2015). Segundo (PEREIRA; MOREIRA, 2011), é uma espécie que possui grande adaptabilidade em diversas condições climáticas, porém seu crescimento é favorecido em regiões que possuem o clima quente podendo assim ser cultivado o ano todo. O uso de ambiente protegido para cultivo é uma alternativa na produção de hortaliças, devido a minimização dos efeitos do ambiente nas plantas, garantindo produção durante o ano todo com qualidade e produtividade (GOMES et al., 1999). Para RESENDE (2010), o cultivo protegido favorece o desenvolvimento do manjericão, o rendimento e a produção do seu óleo essencial.

O processo de fotossíntese necessita da luz como fonte de energia, onde a resposta do mesmo se dá conforme o comprimento de onda, a intensidade da luz e sua direção, onde as plantas percebem o estímulo da luz através de seus fotorreceptores (como os criptocromos e fitocromos) e produzem repostas fisiológicas específicas (MUNEER et al., 2014).

Além disso, compostos fenólicos e carotenoides são resultados do metabolismo secundários das plantas, que em sua maioria estão associados à defesa do vegetal, sendo assim, a busca por processos estimulantes da síntese de compostos antioxidantes e fotoquímicos é essencial, tendo então o LED estudado para estimular a produção de tais compostos (DENG et al., 2017). Em alternativa à luz solar ou como suplementação da mesma, o diodo emissor de luz (LED) oferece possibilidade para utilização na produção hortícola, onde ele permite o ajuste da irradiância conforme necessidade da cultura e a

separação do espectro luminoso (SINGH et al., 2015). Segundo Rocha et al. (2013), o LED possui comprimento de onda específico, maior período de vida útil, maior eficiência em geração de luz sem alta emissão de calor e menor consumo de energia no local utilizado.

Sendo o LED com emissão de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em ambiente climatizado uma alternativa para produção de mudas de qualidade, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de ambientes com diferentes intensidades de radiação fotossinteticamente ativa com fotoperíodo estendido e duas variedades manjericão *Ocimum basilicum* na produção de mudas em casa de vegetação.

## **2.2 Material e Métodos**

### **2.2.1. Localização e Caracterização da Área Experimental**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação climatizada, com dimensão de 14,64 m x 6,40 m x 3,5 m (93,70 m<sup>2</sup>) + ante câmara de 3,66 m x 3,20 m (11,71 m<sup>2</sup>) totalizando uma área de 105,41 m<sup>2</sup>, coberta na lateral e na superfície com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 microns, apresentando difusor de luz, camada dupla e sistema de climatização do tipo pad/fan Humil Cool (CELDEX<sup>®</sup>) de dimensão 1,2 m x 0,15 m, além da tela termo-refletores aluminizada na sua cobertura, com 35% (“I”) de sombreamento ALUMINET<sup>®</sup>, móvel, sob o filme de polietileno, o ambiente possui seis bancadas metálicas internas de dimensão 1,10 m x 5,0 m e 0,80 m de altura, com piso de concreto, na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), na Unidade Universitária de Cassilândia – MS, conduzido o experimento nos meses de agosto a setembro de 2019.

### **2.2.2 Material Vegetal Utilizado**

Foram utilizadas duas variedades de manjericão basilicão (*Ocimum basilicum*), sweet basil da cor verde e purple basil da cor roxa. Segunda Embrapa (2011), o manjericão basilicão possui características de florescimento tardio, cultivo o ano todo e propagação por sementes ou estaquia.

### **2.2.3 Instalação e Condução do Experimento**

O experimento foi implantado no dia 19 de Agosto de 2019, onde as sementes foram distribuídas em bandejas de 128 células, preenchidas com substrato comercial Carolina Soil, composto Turfa de Sphagnum, vermiculita expandida, calcário, gesso e fertilizante NPK (nitrogênio, fósforo e potássio). Foi realizada a análise química do substrato (Tabela 1).

**Tabela 4.** Análise química do substrato Carolina Soil<sup>®</sup> determinado na matéria seca.

| Substrato                  | N                | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Ca  | Mg   | S   | Cu                | Fe      | Mg     | Zn    | B    | M.O              | Umidade | Material Mineral | pH      | Relação C/N | C.T.C |
|----------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-----|------|-----|-------------------|---------|--------|-------|------|------------------|---------|------------------|---------|-------------|-------|
|                            | ----- g/Kg ----- |                               |                  |     |      |     | ----- mg/Kg ----- |         |        |       | %    | ----- g/Kg ----- |         |                  | mmol/Kg |             |       |
| Carolina Soil <sup>®</sup> | 14,0             | 3,6                           | 11,0             | 9,1 | 42,0 | 3,0 | 60,0              | 17520,0 | 2400,0 | 360,0 | 80,0 | 45,5             | 450,0   | 300,0            | 6,15    | 18,8        | 850,0 |

A emergência das plântulas se deu aos cinco dias após a semeadura (DAS) e sua estabilização ocorreu 10 dias após a semeadura DAS, quando foi realizado o desbaste das bandejas, permanecendo apenas a planta mais vigorosa nas células.

O fornecimento de água foi realizado de acordo com a necessidade da cultura, de forma manual, com auxílio de bomba costal, mantendo o substrato úmido sem saturação do mesmo. Realizou-se a adubação das mudas aos 15 DAS, utilizando-se o adubo composto por 15% nitrogênio, 5% fósforo, 10% potássio, 1% cálcio, 1% magnésio, 13% enxofre, 4% sulfato (SO<sub>4</sub>), 0,06 % boro, 0,05% cobre, 0,2% ferro, 0,1% manganês, 0,005% molibdênio e 0,2% zinco, na dose de 10g do produto comercial para 1 litro de água.

As bandejas permaneceram em ambiente de cultivo tipo casa de vegetação climatizada, programada em 25 °C ± 2, durante toda a condução do experimento.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial de 2 x 4, com 4 repetições e 20 plantas por parcela, constituído por ambientes com diferentes intensidades de radiação fotossinteticamente ativa com fotoperíodo estendido (controle, 375, 411 e 438  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e duas variedades manjeriço *Ocimum basilicum* (sweet basil – folha verde e a purple basil - folha roxa).

As diferentes intensidades de radiação fotossinteticamente ativa com fotoperíodo estendido, ocorreu no período das 00:00 às 11:00 horas, foi proporcionado através do uso de lâmpadas *ledgrow* (com leds vermelhos com comprimento de 620-630 nm, leds azuis com comprimento de 440-445 nm, leds infravermelho com comprimento de 730 nm, led ultravioleta com comprimento de 380-410 nm e leds brancos de 5500-6500k 2500-3300k). Foi projetado um suporte regulável em altura, mantendo a lâmpada 40 cm acima da bandeja de produção de mudas. O ambiente controle sem uso lâmpadas *ledgrow*, durante o cultivo da muda propiciou em médio um fornecimento de 295  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de radiação fotossinteticamente ativa.

O monitoramento da radiação fotossinteticamente ativa ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) média dos ambientes foi realizado através do uso do aparelho Apogee diariamente às 10:30 no horário de Brasília, evitando a sua mensuração em dias com nebulosidade. O aparelho foi posicionado em 4 regiões das bandejas e realizada a média da mensuração, onde obteve as médias 295 (controle), 375, 411 e 438  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , nos diferentes ambientes.

As avaliações biométricas das mudas foram realizadas aos 30 dias após a semeadura (DAS):

Diâmetro do colo (DC) – obtido através da medida com um paquímetro digital;

Massa seca da parte aérea (MSPA) – obtida através da secagem da parte aérea em estufa de circulação de ar forçada à 65°C até estabilização da massa, seguida de pesagem em balança de precisão;

Massa seca do sistema radicular (MSR) - obtida através da secagem do sistema radicular, após lavagem em água corrente para retirada do substrato, em estufa de circulação de ar forçada à 65°C até estabilização da massa, seguida de pesagem em balança de precisão;

Massa seca total (MST) – obtida através da soma da massa seca da parte aérea e do sistema radicular;

Altura de mudas (AP) – obtida através da medida do solo até o ápice da muda;

Área foliar (AF) – obtida por meio de fotocópias comparando a massa de uma área conhecida de papel com a massa dos recortes do perímetro das folhas. Para isso, foram feitas cópias heliográficas das folhas e do mesmo papel foi retirada figura com forma (quadrado) em que a área foi dimensionada. Por interpolação da massa da figura de área conhecida e a massa da “impressão” recortada da folha, determinou-se a área de uma das faces da folha;

Relação altura de planta/diâmetro do colo (RAD) – obtida através da fórmula:

$$RAD = AP / DC;$$

Relação massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (RRFA) – obtida através da fórmula:  $RRFA = MSPA/MSR$ ;

Relação altura de planta e massa seca da parte aérea (RALPA) – obtida através da fórmula:  $RALPA = AP/MSPA$ ;

Índice de qualidade de Dickson (IQD) – determinada através da fórmula:  $IQD = MST / (AP/DC + MSPA/MSR)$  (DICKSON et al., 1960).

A análise estatística foi realizada com o uso do Software SANEST – Sistema de Análises Estatísticas (ZONTA et al., 1986). As variáveis foram submetidas à análise de variância pelo teste F à 5% de probabilidade e aplicou-se o teste de Tukey % de probabilidade para o fator ambiente.

### **2.3 Resultados e Discussão**

Verificou-se que houve interação entre o fator variedade e radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (Tabela 5), para os parâmetros avaliados de área foliar (AF), altura de plantas (AP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e relação altura de muda e massa seca da parte aérea (RALPA).

**Tabela 5.** Área foliar (AF), altura de mudas (AP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e relação altura de muda e massa seca da parte aérea (RALPA) em função de variedades e ambientes de cultivo com diferentes intensidades de radiação fotossinteticamente ativa com fotoperíodo estendido na produção de mudas de manjeriço. UEMS - Cassilândia (MS), 2020

| Ambiente                                      | Variedade                    |           |
|---|------------------------------|-----------|
|   | Verde                        | Roxa      |
|   | AF (cm <sup>2</sup> )        |           |
| A1 - 295 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | *66,57aA                     | 65,81aA   |
| A2 - 375 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 43,05aB                      | 43,79aB   |
| A3 - 411 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 46,15aB                      | 20,31bC   |
| A4 - 438 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 16,07aC                      | 13,64aC   |
| C.V (%)                                       | 19,2                         |           |
|   | AP (cm)                      |           |
| A1 - 295 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 7,18aA                       | 5,75bA    |
| A2 - 375 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 5,73aB                       | 5,75aA    |
| A3 - 411 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 4,77aB                       | 3,45bB    |
| A4 - 438 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 3,14aC                       | 3,20aB    |
|   | 11,8                         |           |
|   | MSPA (g muda <sup>-1</sup> ) |           |
| A1 - 295 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 0,2138aA                     | 0,1678bAB |
| A2 - 375 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 0,1774aAB                    | 0,1298bB  |
| A3 - 411 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 0,1801aAB                    | 0,1436aAB |
| A4 - 438 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 0,1394bB                     | 0,1924 aA |
| C.V (%)                                       | 16,5                         |           |
|   | MST (g muda <sup>-1</sup> )  |           |
| A1 - 295 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 0,2878aA                     | 0,2289bB  |
| A2 - 375 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 0,2636aA                     | 0,1929bB  |
| A3 - 411 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 0,3028aA                     | 0,2491bAB |
| A4 - 438 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 0,2566bA                     | 0,3017aA  |
| C.V (%)                                       | 12,7                         |           |
|   | RALPA                        |           |
| A1 - 295 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 33,84aA                      | 34,28aB   |
| A2 - 375 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 33,49bAB                     | 45,53aA   |
| A3 - 411 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 27,00aAB                     | 24,00aBC  |
| A4 - 438 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 22,77 aB                     | 17,25 aC  |
| C.V (%)                                       | 18,5                         |           |

\*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha e médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de F e Tukey, respectivamente a 5% de probabilidade.

Na avaliação de AF, para o fator ambiente, se verificou que houve diferença significativa no ambiente 3, onde a variedade verde obteve maior área foliar. O aumento da intensidade da radiação fotossinteticamente ativa em fotoperíodo estendido propiciou menor área foliar nas duas variedades.

Kim et al. (2004), em estudos com alface, verificou que plantas cultivadas utilizando lâmpadas vermelha, azul e 24% verde, apresentou maior área foliar quando

comparada com plantas com somente luz vermelha ou azul, e 51% verde. O uso de LEDs de combinação entre vermelho e azul favoreceram a área foliar de hortelã *in vitro*, onde o crescimento favorável das plantas é confirmado através dos pigmentos fotossintéticos (CUNHA et al., 2019). Para Rocha et al. (2014), as folhas contribuem para o aumento da síntese de fotoassimilados, dentre eles os carboidratos, que podem ser utilizados para o desenvolvimento e crescimento da planta.

Para o parâmetro AP dentro do fator ambiente, houve diferença significativa no ambiente 1 e 3, onde em ambos os ambientes a variedade verde se destaca com maiores valores. Para o fator radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em fotoperíodo estendido evidenciou em ambas as variedades queda na altura de plantas com o aumento da RFA em fotoperíodo estendido. Em estudo na cultura de pimentão, com diversas intensidades luminosas, verificou-se que o aumento da intensidade luminosa propiciou menor crescimento em altura das mudas gradativamente (ROCHA et al., 2014). Segundo Poudel et al. (2008), o uso de LED entre vermelho e azul são eficientes em otimizar a fotossíntese, favorecer o comprimento de entre nós e a altura de plantas na cultura da uva.

Na MSPA, nos ambiente 1 e 2 maiores valores foram verificados para a variedade verde, porém no ambiente 4, a variedade roxa apresentou maiores valores. Em relação a intensidades de RFA (fotoperíodo estendido), na variedade verde o aumento da intensidade propiciou menor MSPA, todavia para variedade roxa maior MSPA foi obtido no ambiente 4 em comparação ao ambiente 2.

Para avaliação de MST, nos ambientes 1, 2 e 3 proporcionaram maior MST para a variedade verde, porém no ambiente 4 ocorreu para a variedade roxa. Na variedade verde a MST não foi influenciada pelas intensidades de RFA (fotoperíodo estendido), todavia a variedade roxa aumento da intensidade proporcionou maior MST.

Na avaliação da relação altura de muda e massa seca da parte aérea (RALPA) no ambiente 2 a variedade verde obteve menor valor. No ambiente 4 as relação altura de muda e massa seca da parte aérea (RALPA) foram menores em ambas as variedades em relação ao ambiente controle.

Na Tabela 6 não houve interação entre os fatores variedade e RFA com fotoperíodo estendido para as variáveis avaliadas de massa seca da raiz (MSR), diâmetro do colo (DC), relação altura e diâmetro (RAD), relação massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (RRFA) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Onde quando em análise isolada dos fatores se verificou para o fator variedade houve significância apenas na avaliação de

MSR com destaque para a variedade verde. No fator ambiente não houve diferença significativa para avaliação de DC.

**Tabela 6.** Massa seca da raiz (MSR), diâmetro do colo (DC), relação altura e diâmetro (RAD), relação massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (RRFA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em função de variedades e ambientes de cultivo com diferentes intensidades de radiação fotossinteticamente ativa com fotoperíodo estendido na produção de mudas de manjeriço. UEMS - Cassilândia (MS), 2020

| VARIETADE                                     | MSR(g muda <sup>-1</sup> ) | DC (cm) | RAD     | RRFA   | IQD      |
|---|----------------------------|---------|---------|--------|----------|
| Roxo  | *0,08473 b                 | 1,26 a  | 4,11 a  | 1,98 a | 0,0436 a |
| Verde   | 0,1001 a                   | 1,21a   | 4,24 a  | 1,94 a | 0,0484 a |
| AMBIENTE                                      |                            |         |         |        |          |
| A1 - 295 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 0,0675 b                   | 1,56 a  | 5,30 a  | 2,85 a | 0,0335 b |
| A2 - 375 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 0,0747 b                   | 1,21 a  | 4,76 ab | 2,05 b | 0,0336 b |
| A3 - 411 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 0,1140 a                   | 1,17 a  | 3,47 bc | 1,49 b | 0,0560 a |
| A4 - 438 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | 0,1133 a                   | 1,02 a  | 3,11 c  | 1,48 b | 0,0608 a |
| C.V (%)                                       | 18,6                       | 25,0    | 24,1    | 21,0   | 17,58    |

\*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de F e Tukey, para o fator variedade e ambiente, respectivamente a 5% de probabilidade.

Na avaliação de MSR nos ambiente 3 e 4 possibilitaram maior acúmulo deo fitomassa no sistema radicular da mudas. Nas avaliações de RAD e RRFA o aumento da intensidade da radiação fotossinteticament ativa em fotoperíodo estendido propiaram menore valores das realções que indica uma melhor distribuição da fitomassa nas mudas. Assis (2015), em estudo com, o fornecimento de ciclos de luz verificou que não interfere no crescimento longitudinal do caule. Para o IQD os ambientes 3 e 4 apresentam maiores valores. Segundo Silva et al. (2016), utilizando comprimentos de ondas entre vermelho e azul, na cultura do pepino, observou que o uso dos LED's favoreceu o índice de qualidade de Dickson quando comparadas com mudas produzidas com suplementação de lâmpadas brancas fluorescentes. Mudas de alta qualidade são identificadas através do IQD, onde quanto maior o valor de IQD, maior a garantida de vigor das mudas quando transplantadas a campo, sendo o ideal do índice superior ou igual à 0,10 (FONSECA et al., 2002).

## 2.4. Conclusões

Maiores intensidade de radiação fotossinteticamente ativa em fotoperíodo estendido proporcionou mudas de melhor qualidade para ambas as variedades de *Ocimum basilicum*.

## 2.5. Referências bibliográficas

ASSIS, T. R. Uso de lâmpadas de diodo emissor de luz “LED” no controle do florescimento em plantas de tango (*Solidago canadensis* L.) e hipérico (*Hypericum inodorum*). 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado)- Curso de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

BARBOSA, C. M.; AGOSTINHO, A. L.; PEREIRA, L.; VILELA, M. S. Utilização de diferentes substratos na produção de mudas de manjericão. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 35. 2015, Natal-RN. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.p. 1-4.

BLANK, A. F.; SOUZA, E. M.; PAULA, J. W. A.; ALVES, P. B. Comportamento fenotípico e genotípico de populações de manjericão. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 305-3010, 2010.

CUNHA, S. H. B.; SILVA, S. K. V.; BERTOLUCCI, A. A. C.; ROCHA, T. T.; PINTO, J. E. B. P. Influência da qualidade de luz no crescimento e acúmulo de voláteis de *Mentha spicata* cultivada *in vitro*. **Scientia Plena**, v. 15, n. 9, p. 1 – 11, 2019.

DENG, M.; QIAN, H.; CHEN, L.; SUN, B.; CHANG, J.; MIAO, H.; CAI, C.; WANG, Q. Influence of pre-harvest red light irradiation on main phytochemicals and antioxidant activity of Chinese kale sprouts. **Food Chemistry**, v. 222, p. 1-5, 2017.

FERNANDES, A. R. **Crescimento de cultivares de manjericão (*Ocimum basilicum* L.) cultivadas em vasos**. 2014. 49 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, I. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515 – 523, 2002.

GRACIANO, E. S. A.; SANTOS, H. R. B.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Gas exchange, photochemical efficiency and photosynthetic pigments of peanut cultivars under water deficit in the soil. **Applied Research & Agrotechnology**, v.9, n. 1, p.27-36, 2016.

GOMES, L. A. A.; SILVA, E. C. D. A.; FAQUIN, V. **Recomendações de adubação em ambientes protegidos: recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ªed. Viçosa: Aproximação, 1999. 360p.

KIM, H. H.; WHEELER, R.; SAGER, J. C.; GOINS, G. A comparison of growth and photosynthetic characteristics of lettuce grown under red and blue light-emitting diodes (LEDs) with and without supplemental green LEDs. **Acta horticulture**, v. 659, n. 1, p. 467 – 475, 2004.

MUNEER, S.; KIM, E. J.; PARK, J. S.; LEE, J. H. Influence of green, red and blue light emitting diodes on multiprotein complex proteins and photosynthetic activity under different light intensities in lettuce leaves (*Lactuca sativa* L.). **International Journal of Molecular Sciences**, v. 15, n. 3, p. 4657-4670, 2014.

NHUT, D. T.; TAKAMURA, T.; WATANABE, H.; TANAKA, M. Efficiency of a novel culture system by using light-emitting diode (LED) on in vitro and subsequent growth of micropropagated banana plantlets. **Acta Horticulturae**, v. 616, n. 32, p. 121 – 127, 2003.

PEREIRA, R. C. A.; MOREIRA, A. L. M. **Manjeriço: cultivo e utilização**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. 31 p. (Documento 136).

POUDEL, P. R.; KATAOKA, I.; MOCHIOKA, R. Effect of red and blue light emitting diodes on growth and morphogenesis of grapes. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 92, n. 2, p. 147 – 153, 2008.

RESENDE, R. F. **Produção de biomassa e óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em diferentes épocas, ambientes de cultivo e tipos de adubação**. 2010. 41p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Fitotecnia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

ROCHA, P. S. G.; OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTAROL, W. B.; SANTOS, U. L. Diodos emissores de luz e concentrações (LEDs) na micropropagação de amoreira-preta cv. Tupy. **Horticultura Argentina**, v. 32, p. 14-19, 2013.

ROCHA, P. S. G.; SANTOS, A. C.; MENEGATTI, P. W. S.; AMARAL, A. S.; RODRIGUES, A. P. C. Produção de mudas de pimentão sob diferentes intensidades luminosas com LED's. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 169 – 175, 2014.

SANTOS, MR; SEDYYAMA, MAN; SALGADO, LT; VIDIGAL, SM; REIGADO, FR. 2010. Produção de mudas de pimentão em substrato à base de vermicomposto. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 6, p. 572-578, 2010.

SINGH, D.; BASU, C.; MEINHARDT-WOLLWEBER, M.; ROTH, B. LEDs for energy efficient greenhouse lighting. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 49, p. 139-147, 2015.

VLASE, L.; BENEDEC, D.; HANGANU, D.; MADIAN, G.; CSILLAG, I.; SEVASTRE, B.; MOT, A. C.; SILAGHI-DUMITRESCU, R.; TILEA, I. Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities and phenolic profile for *Hyssopus officinalis*, *Ocimum basilicum* and *Teucrium chamaedrys*. **Molecules**, v. 19, n. 5, p. 5490–5507, 2014.

# APÊNDICES



**Figura 1.** Bandejas com variedade verde e variedade roxa com suplementação RFA diurna.



**Figura 2.** Bandejas com variedade verde e variedade roxa com suplementação RFA noturna.



**Figura 3.** Bandejas com variedade verde e variedade roxa sem suplementação RFA.



**Figura 4.** Zoom em mudas da variedade verde com suplementação RFA.



**Figura 5.** Casa de vegetação onde foi instalado o experimento.