



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



## TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Resposta de mudas de Cravina (*Dianthus chinensis*), Petúnia (*Petunia x hybrida*) e Tagetes (*Tagetes erecta*) submetidas a diferentes fontes de suplementação de luz**

**Augusto Kaczur Suski**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. Orientador: Prof. Dr. Enio Luiz Pedrotti

Florianópolis  
Setembro/2021

## **Resposta de mudas de Cravina (*Dianthus chinensis*), Petúnia (*Petunia x hybrida*) e Tagetes (*Tagetes erecta*) submetidas a diferentes fontes de suplementação de luz**

Augusto Kaczur Suski<sup>(1)\*</sup>, Enio Luiz Pedrotti<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil.

<sup>(2)</sup> Professor Associado IV, Departamento de Fitotecnia, CCA, UFSC. Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil.

\* Autor correspondente – Email: [augusto.suski97@gmail.com](mailto:augusto.suski97@gmail.com)

### **Resumo**

O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta de mudas de *Dianthus chinensis*, *Petunia x hybrida* e *Tagetes erecta* submetidas a diferentes fontes de suplementação de luz. O experimento foi conduzido em 2021, no Centro de Ciências Agrárias da UFSC, localizado no município de Florianópolis (SC). A semeadura (23/06) e posterior repicagem (14/07 para Cravina e Tagetes; 28/07 para Petúnia) foram feitas em bandejas de isopor com 128 células (30 ml cada), com substrato comercial Carolina Soil V® e sementes da empresa Isla Sementes®. Os tratamentos foram divididos em T1 - Suplementação de Luz com Lâmpada de Vapor de Sódio de Alta Pressão (250 W), T2 – Suplementação de Luz com painel LED (85 W) e T3 - Testemunha. Ambas as suplementações foram de 8,5 horas/dia (05h às 09h – 16h30min às 21h). O delineamento experimental foi o de Blocos Casualizados, em esquema fatorial 3 x 3 (três espécies de planta e três tratamentos), com repetições variando de acordo com o número de bandejas repicadas. Para avaliar a resposta das mudas, mensurou-se o número de folhas, número de botões florais abertos, altura da parte aérea e biomassas fresca e seca da raiz e da parte aérea. Os resultados indicaram que os tratamentos com suplementação de luz promoveram maior porcentagem de abertura de botões florais em *T. erecta*, com destaque para T2. Para *D. chinensis*, T1 apresentou as maiores médias, já para *Petunia x hybrida*, T3 apresentou as maiores médias. T1 consumiu três vezes mais energia que T2.

**Palavras-chave:** suplemento de luz; lâmpada de vapor de sódio de alta pressão (HPS); diodo emissor de luz (LED); plantas ornamentais.

## Response of *Dianthus chinensis*, *Petunia x hybrida* and *Tagetes erecta* seedlings to different light supplementation sources

### Abstract

The objective of this work was to evaluate the response of seedlings of *Dianthus chinensis*, *Petunia x hybrida* and *Tagetes erecta* submitted to different sources of light supplementation. The experiment was conducted in 2021, at the Center for Agricultural Sciences at UFSC, located in the city of Florianópolis (SC). Sowing (06/23) and subsequent subculture (07/14 for Cravina and Tagetes; 07/28 for Petunia) were carried out in styrofoam trays with 128 cells (30 ml each), with Carolina Soil V® commercial substrate and seeds from company Isla Sementes®. The treatments were divided into T1 - Light Supplementation with High Pressure Sodium Vapor Lamp (250 W), T2 - Light Supplementation with LED panel (85 W) and T3 - Witness. Both supplements were for 8.5 hours/day (5am to 9am - 4:30pm to 9pm). The experimental design was the randomized blocks, in a 3 x 3 factorial scheme (three plant species and three treatments), with replications varying according to the number of spiked trays. To evaluate the response of the seedlings, the number of leaves, number of floral buds, height of the aerial part and fresh and dry biomass of the root and aerial part were measured. The results indicated that the treatments with light supplementation promoted a higher percentage of flower bud opening in *T. erecta*, especially in T2. For *D. chinensis*, T1 presented as the highest means, whereas for *Petunia x hybrida*, T3 presented as the highest means. T1 consumed three times more energy than T2.

**Key words:** light supplementation, high pressure sodium vapor lamp (HPS); light emitting diode (LED); ornamental plants.

### Introdução

A produção e a comercialização de flores no Brasil tiveram início no século XX, no entanto, o crescimento do setor é recente. O potencial para os mercados externo e, especialmente, interno, é enorme. Isso se deve ao fato de os brasileiros, por seus hábitos culturais, consumirem muito menos esses produtos quando comparados a outros países. A comercialização ainda está muito ligada a datas específicas, como Dia das Mães, Dia dos Namorados e Finados (JUNQUEIRA e PEETZ, 2005).

Esse setor dinâmico e lucrativo do agronegócio brasileiro carece de pesquisas que visam melhorar e diversificar sua produção. Segundo o Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR, 2021), algumas dificuldades comuns são: acesso do consumidor aos produtos; acesso oficial do produtor às novas espécies; legislação ultrapassada, ineficiente e onerosa, de interpretação dúbia; falta de mão de obra especializada; alto índice de informalidade; ausência de informações do setor; falta de padronização para alguns produtos; baixo uso de técnicas pós-colheita; falta de capacitação técnico/administrativa dos integrantes da cadeia produtiva e de transporte; e acondicionamentos ainda deficitários.

Essencial para a manutenção da vida no planeta, a fotossíntese é um dos processos mais importantes para a produção vegetal. Dentre suas reações, destaca-se a liberação de oxigênio, imprescindível para a respiração. Os produtos gerados na primeira fase da fotossíntese, ou fase fotoquímica (NADPH e ATP), são usados na fase de fixação de carbono, onde atua a enzima Rubisco, principal responsável pela produção de carboidratos como amido e sacarose. Vários fatores interferem na fotossíntese, tais como temperatura, teores de oxigênio e de gás carbônico, disponibilidade hídrica e o nível de luminosidade. O conhecimento de suas interferências auxilia no desenvolvimento de tecnologias para maximizar a produtividade agrícola (KLUGE et al., 2014).

O estudo do processo do florescimento é de extrema importância, já que muitas vezes, visa-se a produção de flores para comercialização. A crescente expansão do mercado exige que os produtores se tornem cada vez mais tecnificados e ofereçam a esse exigente mercado produtos com alto padrão de qualidade. Uma importante técnica usada na floricultura é o uso da iluminação artificial suplementar (ASSIS, 2015).

A iluminação artificial começou a ser estudada e aplicada há muitos anos para diversas culturas, especialmente em espécies ornamentais, nas quais o controle da floração e do tamanho e aparência de folhas e caules são importantes comercialmente. Em altas latitudes, onde o fotoperíodo é curto nos meses de inverno, o uso da radiação artificial é um limitante para a produção comercial (HEUVELINK et al., 2006).

O experimento foi realizado durante o inverno, período em que os dias são mais curtos, ou seja, com fotoperíodo reduzido em relação a demais estações do ano. A luz é um fator fundamental para as plantas pela ação direta ou indireta na regulação de seu crescimento e desenvolvimento (MORINI & MULEO, 2003). As respostas da planta não dependem apenas de ausência ou presença de luz, como também da variação em qualidade luminosa (FELIPPE, 1986). Por conta disso, nota-se como o fornecimento de luz é

necessário para o sucesso de qualquer cultura de interesse.

As lâmpadas elétricas passaram a ser utilizadas há cerca de 150 anos. Inicialmente foram desenvolvidas lâmpadas incandescentes de arco aberto. Em seguida, ainda muito populares para iluminação suplementar, as lâmpadas de descarga de gases. Nesse grupo se destaca a lâmpada de vapor de sódio de alta pressão (HPS), a qual possui vida longa de operação e um amplo espectro luminoso, adequado a muitas espécies vegetais (WHEELER, 2008). Mais atuais, os diodos emissores de luz (LED's) apresentam muitas vantagens em relação às demais tecnologias de iluminação existentes. Possuem dispositivos eletrônicos de alta eficiência radiante, vida longa, baixa emissão de calor e emissão específica de espectros luminosos, os quais podem ser personalizados de acordo com a cultura, otimizando a luz para a máxima produção vegetal, sem desperdício de energia (MASSA et al., 2008; TAMULAITIS et al., 2005).

As espécies objetos de estudo foram Cravina (*Dianthus chinensis*), Petúnia (*Petunia hybrida*) e Tagetes (*Tagetes erecta*). Estas são muito utilizadas em projetos paisagísticos e estão à venda na maioria das floriculturas e *garden centers* do país. A *Dianthus chinensis*, da família *Caryophyllaceae*, é uma planta herbácea perene, entouceirada, ereta, com 30-40 cm de altura. Suas flores são terminais e solitárias, podendo ser vermelhas, róseas, arroxeadas, brancas ou com mais de uma cor. Geralmente cultivada como bordadura ou forração, aprecia os climas frios das regiões de altitude do Sul. Originária da Ásia e da Europa, é propagada por sementes, que quando germinadas no outono, permitem florescimento entre o inverno e a primavera (LORENZI, 2015).

A *Petunia x hybrida*, da família *Solanaceae*, é um grupo de herbáceas anuais obtido pela hibridização das espécies *Petunia axillaris* e *Petunia integrifolia*, oriundas da Argentina. Com altura de 30-40 cm, flores grandes e simples nas cores branca, rósea e roxa, é cultivada a pleno sol em canteiros de alta densidade. Também apreciadora do frio, é uma cultivar bem adaptada às regiões subtropicais de climas mais quentes. Com fácil multiplicação por sementes, floresce na primavera (LORENZI, 2015).

Por fim, o *Tagetes erecta*, originário do México, é uma herbácea anual, ereta, com 20-80 cm de altura. Muito florífera e com cheiro forte característico, ocorre nas cores amarela, alaranjada e marrom-avermelhada, formadas principalmente na primavera-verão. Ideal para manter maciços vistosos em canteiros a pleno sol, trata-se de uma espécie muito rústica, o que permite seu cultivo em todas as regiões do país. Suas sementes podem ser

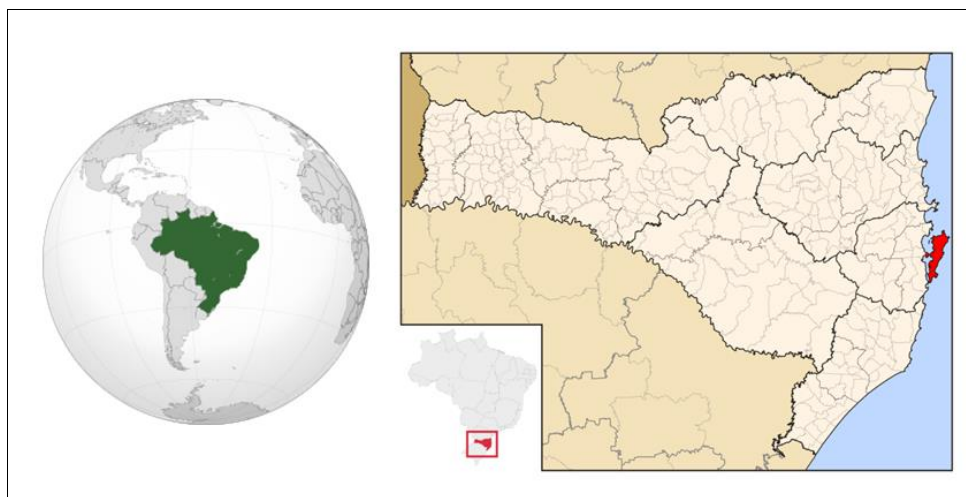
postas para germinar durante todo o ano (LORENZI, 2015).

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da suplementação de luz pelas fontes HPS e LED sobre a produção de mudas de Cravina (*Dianthus chinensis*), Petúnia (*Petunia x hybrida*) e Tagetes (*Tagetes erecta*) no município de Florianópolis (SC).

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Floricultura e Plantas Ornamentais do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no município de Florianópolis – SC (27° 35' 49" S, 48° 32' 58" W), a 15 metros de altitude (Figura 1). Segundo Koppen-Geiger, este possui a classificação climática Cfa, ou seja, temperado subtropical (PEEL et al.,2007), com chuvas distribuídas de maneira uniforme durante todo o ano e verões rigorosos (NASCIMENTO, 2002). A temperatura e pluviosidade média anual são, respectivamente, 20,8 °C e 1506 mm. A condução foi durante o inverno, período em que os dias são mais curtos, ou seja, com fotoperíodo reduzido em relação às demais estações do ano.

**Figura 1.** Localização do município de Florianópolis, no estado de Santa Catarina - Brasil.



Fonte: Wikipédia, adaptado pelo autor (2021).

O delineamento experimental foi o de Blocos Casualizados, em esquema fatorial 3 x 3 (três espécies de planta e três tratamentos), com repetições variando de acordo com o número de bandejas repicadas. Cada parcela foi constituída de cinco bandejas com 128

células (uma de Tagetes, duas de Cravina e duas de Petúnia).

A implantação foi em 23 de junho de 2021, quando foi efetuada a semeadura das seguintes sementes da linha profissional da empresa Isla Sementes®: Cravina Rendada Dobrada Sortida Anã da Índia, Petúnia Híbrida Sortida e Tagete Tiger Eyes Anã. Cada espécie foi semeada em uma bandeja de poliestireno expandido, com uso do substrato comercial Carolina Soil®. Após a semeadura foi realizada uma rega, e as bandejas foram empilhadas dentro de um túnel alto de polietileno (Figura 2) e cobertas com camadas de polietileno transparente (5 mm de espessura), visando maior conservação da umidade e taxa de germinação. Em 27 de junho, quatro dias após a semeadura (DAS), ao iniciar a emergência das plântulas, as bandejas foram desempilhadas, tiveram as camadas de polietileno retiradas e foram colocadas no *floating*.

**Figura 2.** Túnel alto de polietileno do Laboratório de Floricultura e Plantas Ornamentais (UFSC).



Fonte: Acervo pessoal.

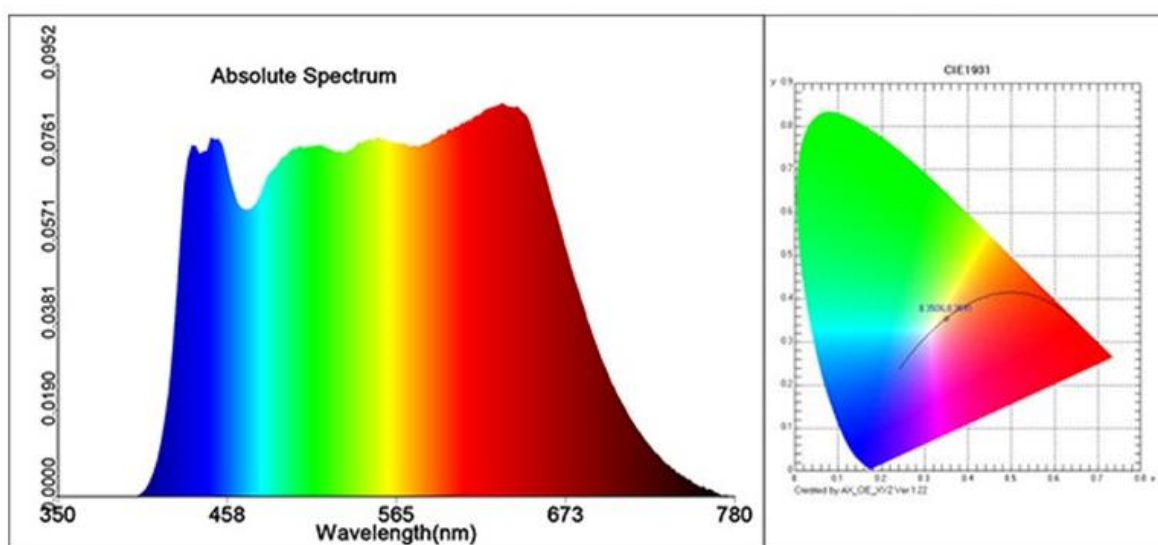
Em 14 de julho foram repicadas as mudas de Cravina e Tagetes, as quais já tinham atingido tamanho que possibilitasse o manuseio (cerca de 2 cm). Novas bandejas foram completadas com o substrato Carolina Soil®, regadas e receberam uma plântula por célula (totalizando 128 plântulas por bandeja). Após preencher a bandeja, essa recebia novamente

uma rega. Por fim, as bandejas foram levadas a outro túnel alto de polietileno, onde a umidade relativa do ar foi mantida em torno dos 90%.

O sistema de irrigação por aspersão, desenvolvido pelo Laboratório de Floricultura e Plantas Ornamentais da UFSC, é acionado assim que a UR está abaixo desse limite. As nove bandejas (seis contendo Cravina e três contendo Tagetes) passaram quatro dias expostas a umidade relativa do ar em torno de 90%, visando à emissão de novas radículas, o que, por consequência, reduz as mortes por desidratação. Após isso, foram novamente levadas ao primeiro túnel alto de polietileno e dispostas em seus respectivos tratamentos.

No primeiro tratamento, denominado T1, as mudas receberam suplementação de luz a partir de uma lâmpada de vapor de sódio de alta pressão (HPS) – Modelo E-40, com uma potência de 250 W e uma temperatura de cor equivalente a 2000 K (Figura 3). No segundo tratamento, denominado T2, as mudas tiveram suplementação de luz a partir de um painel de diodos emissores de luz (LED's) Full Spectrum - modelo HX-SMD 2835, com potência de 85 W e uma temperatura de cor equivalente a 2872 K (Figura 4). Em ambos os casos, a suplementação foi de 8,5 horas ao dia (05h às 09h – 16h30min às 21h). Por fim, o terceiro tratamento, denominado T3, é a testemunha, no qual as mudas não receberam nenhuma suplementação de luz.

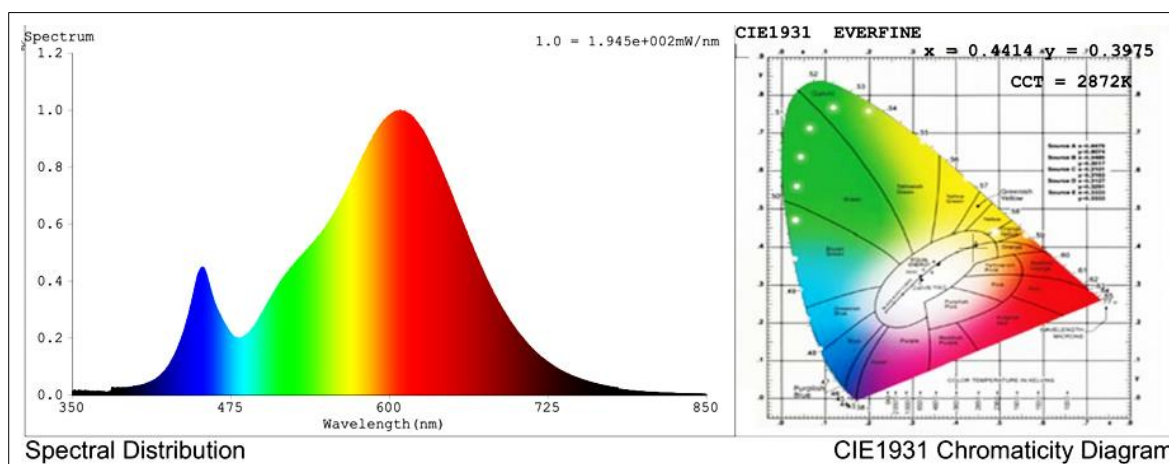
**Figura 3:** Comprimento de onda e diagrama de cromaticidade da lâmpada de vapor de sódio de alta pressão.



Fonte: Manual do fabricante (2021).



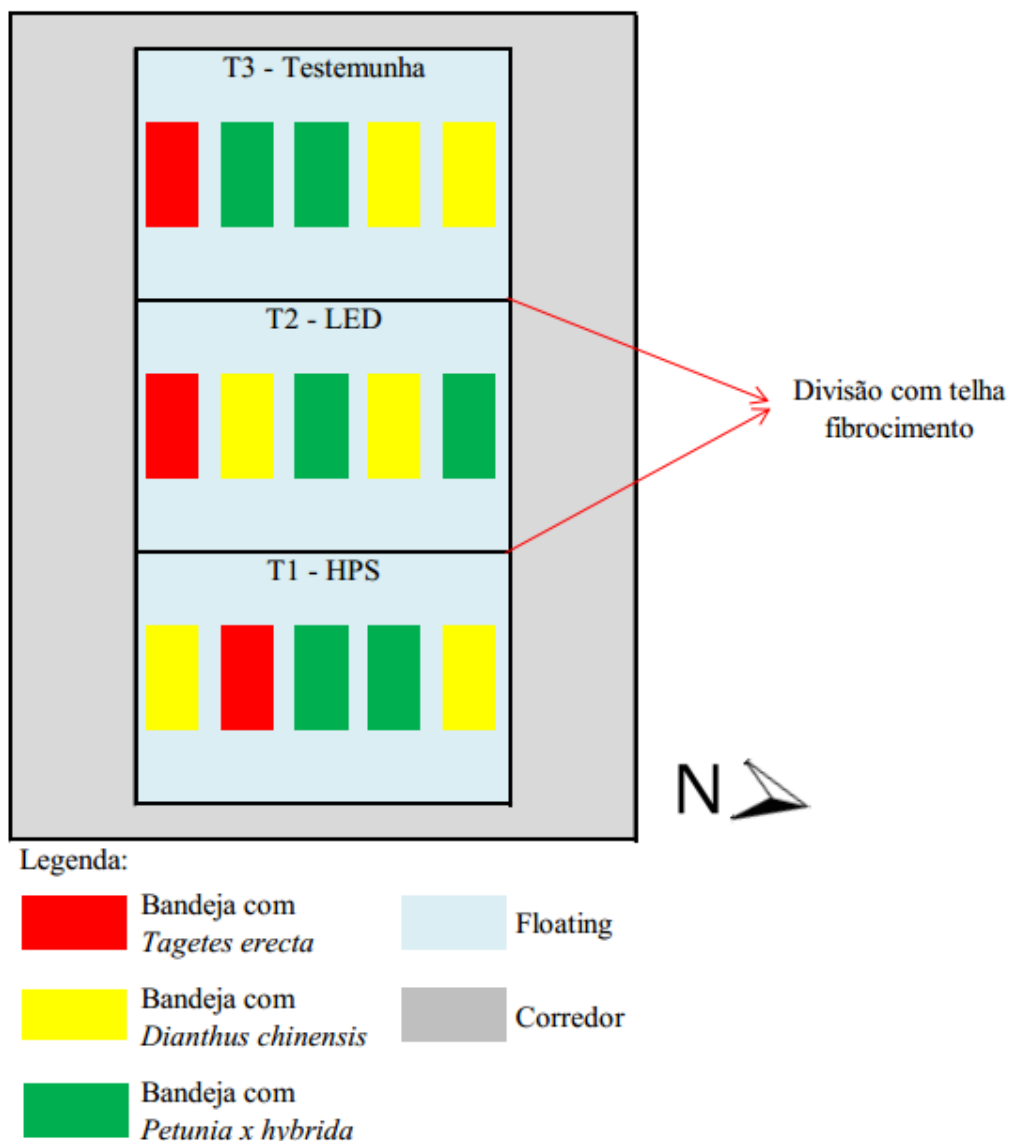
**Figura 4:** Comprimento de onda e diagrama de cromaticidade do painel LED, modelo HX - SMD 2835.



Fonte: Manual do fabricante (2021).

Duas semanas após a repicagem das Cravinas e Tagetes, em 28 de julho, foi executada a repicagem das Petúnias (seis bandejas no total). Estas também ficaram expostas a umidade relativa do ar em torno de 90% e, após quatro dias, retornaram ao túnel alto de polietileno, sendo dispostas em seus respectivos tratamentos (Figura 5). A irrigação ocorreu por meio de um sistema denominado Técnica do Fluxo Profundo - DFT (*Deep Flow Technique*), que por sua vez, consiste em manter as plantas sobre uma placa, normalmente de isopor (poliestireno expandido), flutuando sobre uma solução (lâmina de 5 a 20 cm), em uma espécie de piscina. Por isso este sistema também é conhecido por *floating* (ou flutuante). Esta solução é renovada ou aerada frequentemente ao longo do cultivo (LUZ et al., 2010). No presente trabalho, o floating ficava ao nível do solo, e a solução era renovada sempre que o fundo estivesse visível, formando uma lâmina d'água de 5 cm.

**Figura 5:** Croqui do túnel alto de polietileno, com a disposição das bandejas em cada tratamento.



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

As plantas de *Tagetes* foram avaliadas cinco semanas após a repicagem, no dia 18 de agosto, quando os botões florais já estavam todos formados. Em cada uma das três bandejas foram desconsideradas as bordaduras e, para as 84 mudas restantes, foi medida a altura da parte aérea (cm), o número de folhas definitivas e o número de botões florais abertos. Após isso, 25 mudas de cada bandeja foram selecionadas aleatoriamente para mensurar a biomassa fresca das raízes e da parte aérea. Após lavagem em água corrente, as raízes foram separadas da parte aérea através de um corte no colo da planta.

As amostras tiveram a biomassa fresca determinada em uma balança semianalítica,

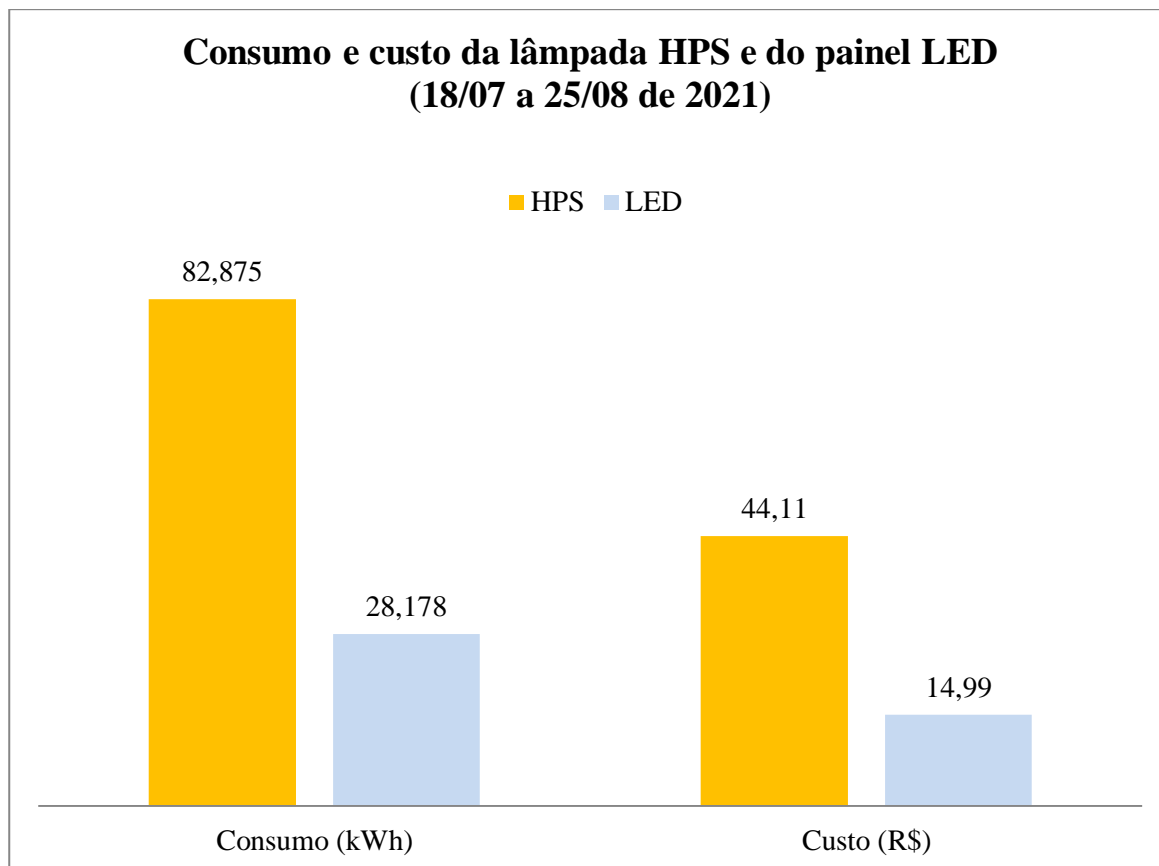
com precisão de até 0,01 gramas. Posteriormente, foram colocadas em uma estufa de secagem, onde permaneceram por três dias a 60 °C e, logo em seguida, levadas novamente à balança para a pesagem da biomassa seca. Tendo uma repetição por tratamento, os dados foram tabulados no *software* Microsoft Excel, através da análise de variância (ANOVA).

Por conta do prazo de entrega do trabalho, as análises das Cravinas e Petúnias foram feitas no dia 25 de agosto, momento em que ainda não possuíam botões florais formados. O mesmo método utilizado para os Tagetes foi repetido, e os dados obtidos nas duas repetições por tratamento foram submetidos à análise de variância, com as médias sendo comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade no *software* Assistat.

## **Resultados e Discussão**

A utilização das lâmpadas para suplementação de luz visa contribuir para o melhor desenvolvimento das plantas. Os gastos com eletricidade necessitam ser recompensados com produtos de alta qualidade e produzidos de maneira eficiente, para que assim o produtor recupere o investimento. No período em que operaram, entre 18 de julho e 25 de agosto, a Lâmpada HPS e o painel de LED consumiram, respectivamente, 82,875 e 28,178 quilowatts-hora (kWh), evidenciando o menor consumo energético do painel LED, praticamente um terço do que consumiu a lâmpada HPS. Na tarifa convencional (sem tributos), a lâmpada HPS representou um custo de R\$ 44,11 e o painel LED um custo de R\$ 14,99 (Figura 6). A principal vantagem dos LED's sobre os outros tipos de lâmpadas utilizadas na suplementação de luz para culturas agrícolas é que essa tecnologia está evoluindo rapidamente, principalmente em relação à eficiência na utilização de energia elétrica e eficácia no fluxo de fótons (MITCHELL et al. 2012).

**Figura 6.** Comparação entre o consumo e o custo (sem tarifas) da lâmpada HPS e o painel LED, as quais operaram 8,5 horas/dia entre 18 de julho e 25 de agosto.



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

As mudas de Tagetes, avaliadas no dia 18 de agosto, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, quando consideradas as variáveis Altura (cm) e Número de Folhas. Em cada um dos três tratamentos, a média de altura foi em torno de 12 cm, e a média de número de folhas foi em torno de 7, como pode ser observado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Análise de Variância (ANOVA) realizada no *software* Microsoft Excel, para a Altura (cm) e o Número de Folhas de *Tagetes erecta*.

## RESUMO – Altura

<b>Grupo</b>	<b>Contagem</b>	<b>Soma</b>	<b>Média</b>	<b>Variância</b>
HPS	84	1045,4	12,44524	1,914555
LED	84	1015,5	12,08929	1,374462
TEST	84	1008	12	1,777108

## ANOVA

<b>Fonte da variação</b>	<b>SQ</b>	<b>gl</b>	<b>MQ</b>	<b>F</b>	<b>valor-P</b>	<b>F crítico</b>
Entre grupos	9,321508	2	4,660754	2,759952	0,065232	3,032065
Dentro dos grupos	420,4885	249	1,688709			
Total	429,81	251				

## RESUMO - Número de Folhas

<b>Grupo</b>	<b>Contagem</b>	<b>Soma</b>	<b>Média</b>	<b>Variância</b>
HPS	84	601	7,154762	0,97576
LED	84	588	7	1,084337
TEST	84	573	6,821429	0,919535

## ANOVA

<b>Fonte da variação</b>	<b>SQ</b>	<b>gl</b>	<b>MQ</b>	<b>F</b>	<b>valor-P</b>	<b>F crítico</b>
Entre grupos	4,674603	2	2,337302	2,353278	0,097168	3,032065
Dentro dos grupos	247,3095	249	0,993211			
Total	251,9841	251				

HPS = lâmpada de vapor de sódio de alta pressão; LED = painel de diodos emissores de luz; TEST = Testemunha; SQ = soma dos quadrados; gl = graus de liberdade; MQ = quadrado médio.

Luzes com espectro mais carregado ao vermelho (640-720 nm), caso da lâmpada HPS e do painel LED utilizados no experimento, estimulam, principalmente, o crescimento do caule, a floração e a produção de clorofila. Apesar de não manifestar efeitos no crescimento da parte aérea, a abertura de botões florais ocorreu com maior frequência nas mudas submetidas à suplementação de luz, como pode ser observado na Figura 7.

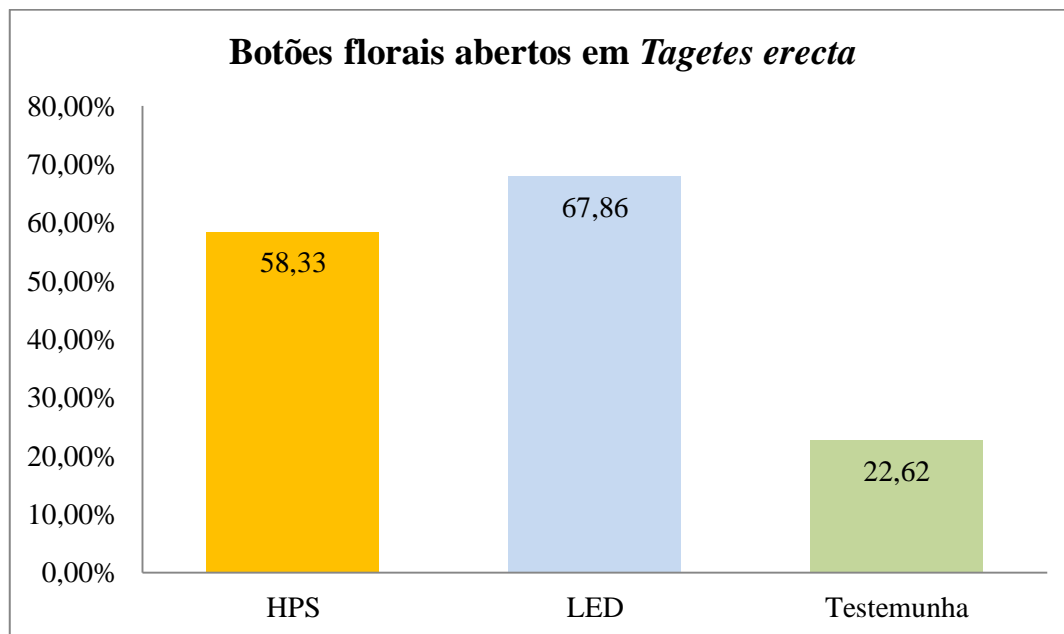
**Figura 7.** Aspecto visual das bandejas de *Tagetes erecta*. Da esquerda para a direita, Tratamento 1 (HPS) , Tratamento 2 (LED) e Tratamento 3 (Testemunha).



Fonte: Acervo pessoal.

Das 84 mudas avaliadas e submetidas à suplementação de luz a partir da lâmpada HPS (T1), 49 apresentaram botões florais abertos, um total de 58,33%. Um resultado ainda melhor foi obtido nas mudas submetidas à suplementação de luz a partir do painel LED (T2). Das 84 mudas avaliadas, 57 apresentaram botões florais abertos, um total de 67,86%. Já na Testemunha (T3), somente 19 das 84 mudas apresentaram botões florais abertos, representando um total de 22,62% (Figura 8). De acordo com Higuchi et al., 2012, o fotoperíodo é um importante sinal ambiental para a floração. A transição para o florescimento irá envolver grandes alterações no padrão de morfogênese e diferenciação celular no meristema apical e caule. O estímulo fotoperiódico é percebido pelas folhas e translocado via floema para o meristema apical do caule, onde há a evocação floral.

**Figura 8.** Porcentagem de botões florais abertos nas 84 mudas de *Tagetes erecta* avaliadas em cada tratamento.



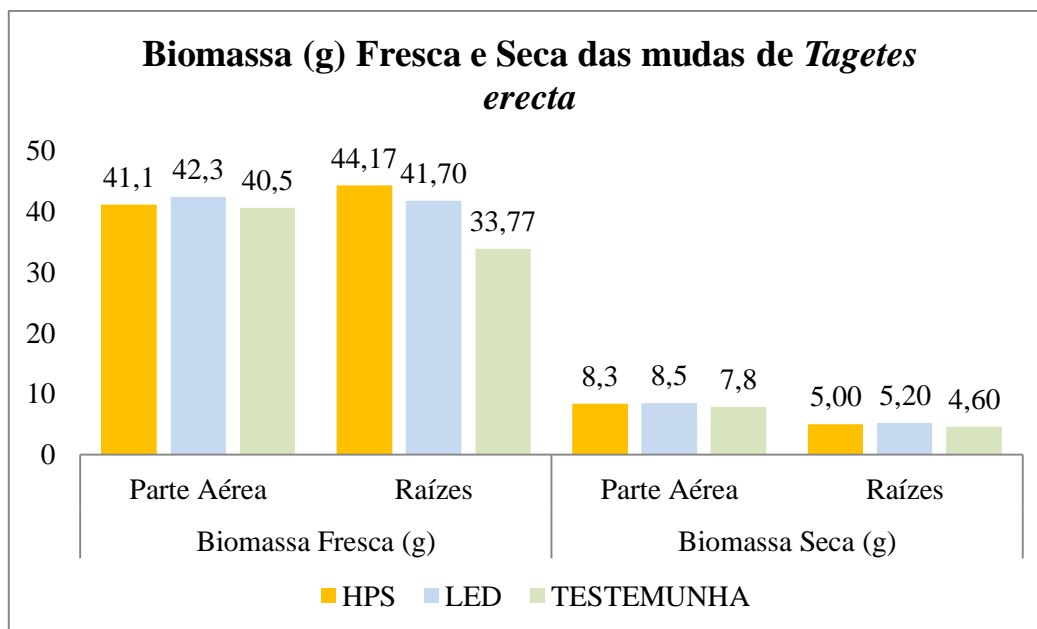
Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Considerando a qualidade da luz, comprimentos de onda entre 400 e 700 nm (Radiação Fotossinteticamente Ativa) são eficientes no processo fotossintético, porém nem todos os fótons são igualmente eficazes na produção de fotoassimilados. Dois são os picos: um no azul (400-500 nm) e outro no vermelho (600-700 nm) (MCCREE, 1972). Desta forma, a variação na eficiência quântica relativa no espectro de luz pode afetar o acúmulo de biomassa. Isso se confirma no trabalho de Jones (2016), em que constatou que o cultivo de *Tagetes* expostos a luz solar permitiu um melhor desenvolvimento das plantas se comparado ao cultivo sob lâmpadas incandescentes, as quais possuem um espectro muito restrito ao pico vermelho.

No presente trabalho, os benefícios da suplementação de luz foram pouco evidentes nas biomassas Fresca e Seca da parte aérea de *Tagetes*. Apesar de as mudas que não receberam suplementação de luz apresentarem as menores médias, essas não foram representativas e nem influenciariam no preço final de venda pelo produtor. A diferença mais expressiva pode ser observada nas biomassas Fresca e Seca das raízes, em que as mudas que receberam suplementação de luz apresentaram um melhor desenvolvimento do sistema radicular dentro do volume reduzido das células da bandeja, o que permitiria uma

melhor adaptação após o transplântio em canteiros, vasos, entre outros (Figura 9).

**Figura 9.** Comparação entre a biomassa fresca e seca da Parte Aérea e das Raízes de *Tagetes erecta*.



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

As mudas de Cravina, avaliadas no dia 25 de agosto, apresentaram melhores resultados quando submetidas a suplementação de luz a partir da lâmpada HPS. Ao analisar a Tabela 2, é possível observar que as mudas expostas à luz do painel LED (T2) e a Testemunha (T3) tiveram médias em torno de 8,2 cm. Já em T1 (HPS), a média superou os 9,8 cm. O mesmo pode ser observado em relação ao número de folhas, em que T1 apresentou média em torno de 11 folhas, e T2 e T3 apresentaram média em torno de 10 e 9 folhas, respectivamente.



**Tabela 2.** Análise da Altura (cm) e do Número de Folhas das mudas de Cravina submetidas aos três tratamentos.

Quadro de Análise - Altura (cm) das mudas de Cravina					
FV	gl	SQ	QM	F	
Tratamentos	2	199,605	99,8024	33,4745	**
Blocos	1	64,2249	64,2249	21,5415	**
Trata x Bloc	2	62,5359	31,268	10,4875	**
Resíduo	342	1019,66	2,98145		
Total	347	1346,02			

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

Médias dos Tratamentos			
HPS	9,8627	a	
LED	8,28879	b	dms = 0,53394
Testemunha	8,22414	b	CV = 19,64%

Quadro de Análise - Número de folhas das mudas de Cravina					
FV	gl	SQ	QM	F	
Tratamentos	2	157,316	78,6581	35,0691	**
Blocos	1	76,3477	76,3477	34,0391	**
Trata x Bloc	2	38,9368	19,4684	8,6798	**
Resíduo	342	767,086	2,24294		
Total	347	1039,69			

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

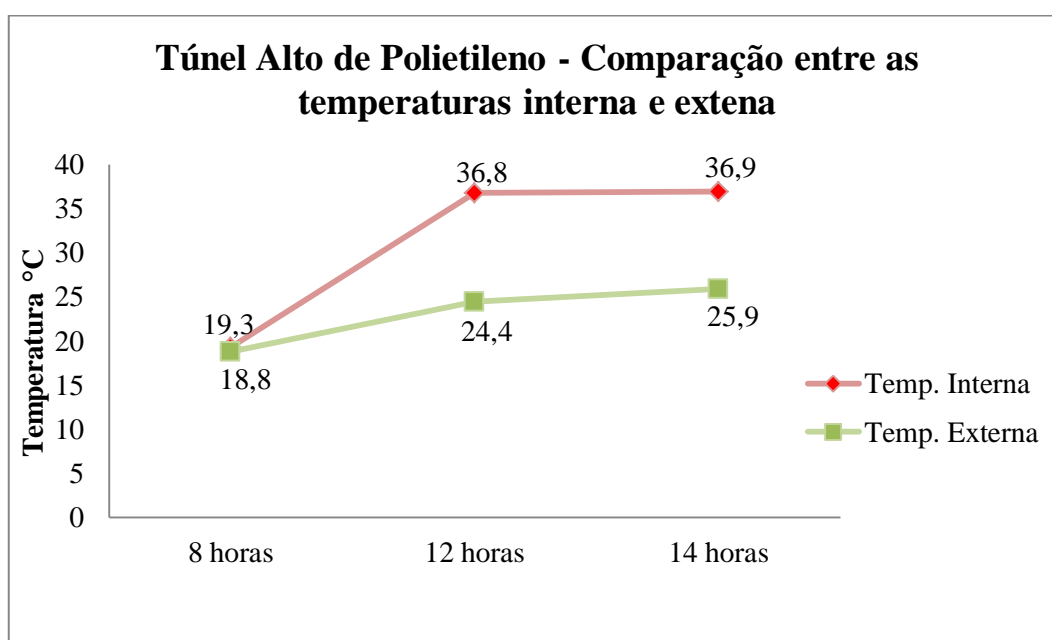
Médias dos Tratamentos			
HPS	11,0431	a	
LED	10,18,966	b	dms = 0,46312
Testemunha	9,39655	c	CV = 14,67%

Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. FV = Fonte de variação; gl = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados; QM = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV = Coeficiente de variação em %; dms = Diferença mínima significativa.

As condições climáticas podem não ter sido adequadas para sua produção, o que explicaria a falta de emissão de botões florais (Figura 10). De acordo com Larson (1992), as condições ideais para sua produção são semelhantes àquelas que ocorrem na região dos platôs andinos, onde a faixa de temperatura noturna varia entre 4,4 e 7,2 °C e as diurnas na faixa dos 14,4 a 20 °C durante o ano todo. Somado a isso, a região apresenta alta

intensidade luminosa e fotoperíodo constante de 12 horas. Ainda segundo Larson (1992), a temperatura do ar é capaz de afetar a taxa de crescimento e desenvolvimento da flor. A iniciação floral se dará de forma mais rápida e uniforme na ocorrência de temperaturas inferiores a 15,5 °C e é adiada em temperaturas acima desse valor. Após a iniciação floral, o desenvolvimento das flores é promovido pelas temperaturas mais elevadas.

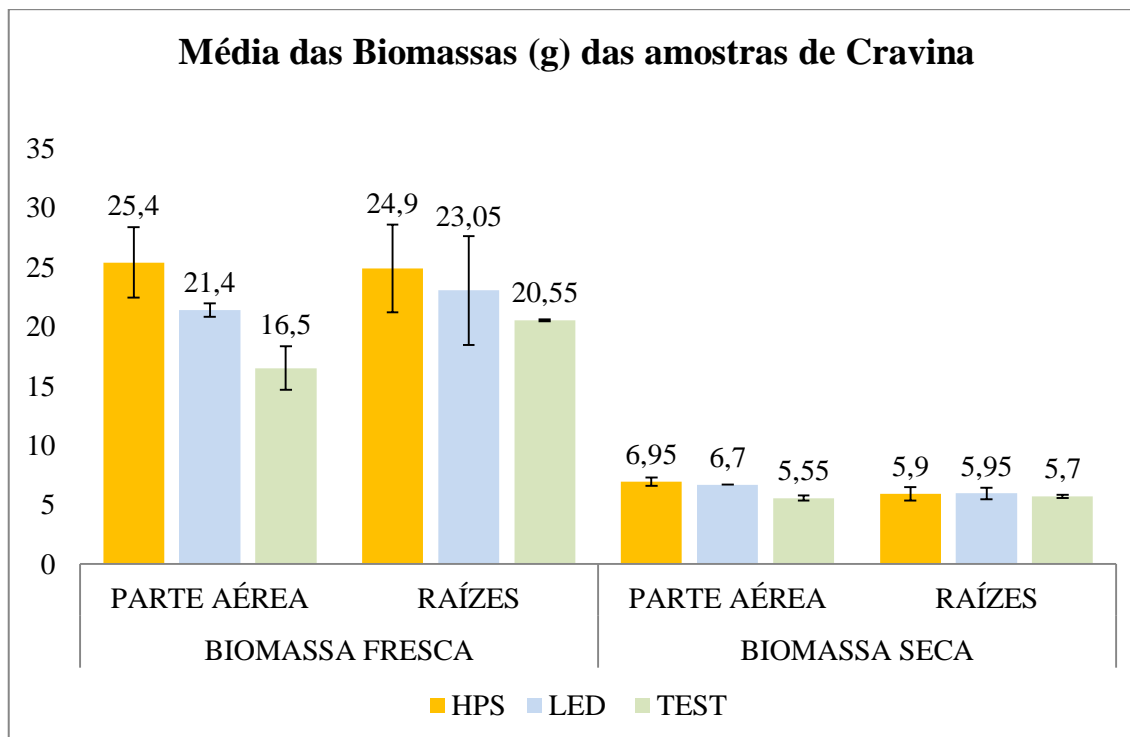
**Figura 10.** Média das temperaturas interna e externa do Túnel Alto de Polietileno, medidas às 8h, 12h e 14h, entre os dias 17 e 25 de agosto, a partir de um termopar.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Mesmo que os fatores climáticos possam não ter sido os mais adequados para o cultivo, a suplementação de luz a partir da lâmpada HPS (T1) apresentou os melhores resultados quando comparadas as médias das biomassas fresca e seca. A parte aérea apresentou uma biomassa fresca de 25,4 gramas e uma biomassa seca de 6,95 gramas, enquanto suas raízes apresentaram 24,9 gramas de biomassa fresca e 5,9 gramas de biomassa seca. Em seguida, a suplementação de luz a partir do painel LED (T2) apresentou, na parte aérea, 21,4 gramas de biomassa fresca e 6,7 gramas de biomassa seca. Suas raízes tiveram biomassa fresca igual a 23,05 gramas e biomassa seca igual a 5,95 gramas. Por fim, apresentando os resultados mais baixos, a Testemunha (T3) teve 16,5 gramas como biomassa fresca da parte aérea, enquanto a biomassa seca foi igual a 5,55 gramas. Quanto às raízes, estas apresentaram 20,55 gramas de biomassa fresca e 5,7 gramas de biomassa seca. Estes dados podem ser observados na Figura 11.

**Figura 11.** Médias de biomassas fresca e seca da parte aérea e das raízes de Cravina. Foi calculada a massa de duas amostras, cada uma contendo 25 mudas.



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Também avaliadas em 25 de agosto, as Petúnias, diferentemente das duas espécies anteriores, apresentaram as maiores médias quando não foram submetidas à suplementação de luz (T3). Considerando a altura, as plantas cresceram cerca de 1 cm a mais que em T1 e T2, e a média do número de folhas ficou em torno de 6 para todos os tratamentos. Esses dados podem ser observados na Tabela 3.

Segundo Styer & Koranski (1997), é importante que as plantas apresentem um hábito de crescimento compacto, com entrenós curtos e boa ramificação basal. A presença de muitas ramificações faz com que as plantas sejam mais compactas, com maior área foliar e tenham um período de floração mais extenso. Também promove uma adequada relação caule/raiz, turgência e intensidade de cor em folhas e flores. Apesar de o maior tamanho não ser uma característica desejável aos produtores, em T3 as mudas apresentaram aspecto mais vigoroso que T1 e T2, especialmente por conta da turgência apresentada (biomassa fresca bastante elevada em relação às submetidas aos outros dois tratamentos).

**Tabela 3.** Análise da Altura (cm) e do Número de Folhas das mudas de Petúnia submetidas aos três tratamentos.

Quadro de Análise - Altura (cm) das mudas de Petúnia					
FV	gl	SQ	QM	F	
Tratamentos	2	86,5146	43,2573	22,899	**
Blocos	1	167,244	167,244	88,5335	**
Trata x Bloc	2	92,8863	46,4431	24,5855	**
Resíduo	438	827,402	1,88905		
Total	443	1174,05			

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

Médias dos Tratamentos			
HPS	9,23649	b	
LED	9,10135	b	dms = 0,37588
Testemunha	10,09797	a	CV = 14,5%

Quadro de Análise - Número de folhas das mudas de Petúnia					
FV	gl	SQ	QM	F	
Tratamentos	2	1,31532	0,65766	0,6264	ns
Blocos	1	2,02703	2,02703	1,9305	ns
Trata x Bloc	2	25,3514	12,6757	12,0723	**
Resíduo	438	459,892	1,04998		
Total	443	488,586			

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

ns = não significativo

Médias dos Tratamentos			
HPS	6,62162	a	
LED	6,60811	a	dms = 0,28023
Testemunha	6,72973	a	CV = 15,4%

Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. FV = Fonte de variação; gl = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados; QM = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV = Coeficiente de variação em %; dms = Diferença mínima significativa.

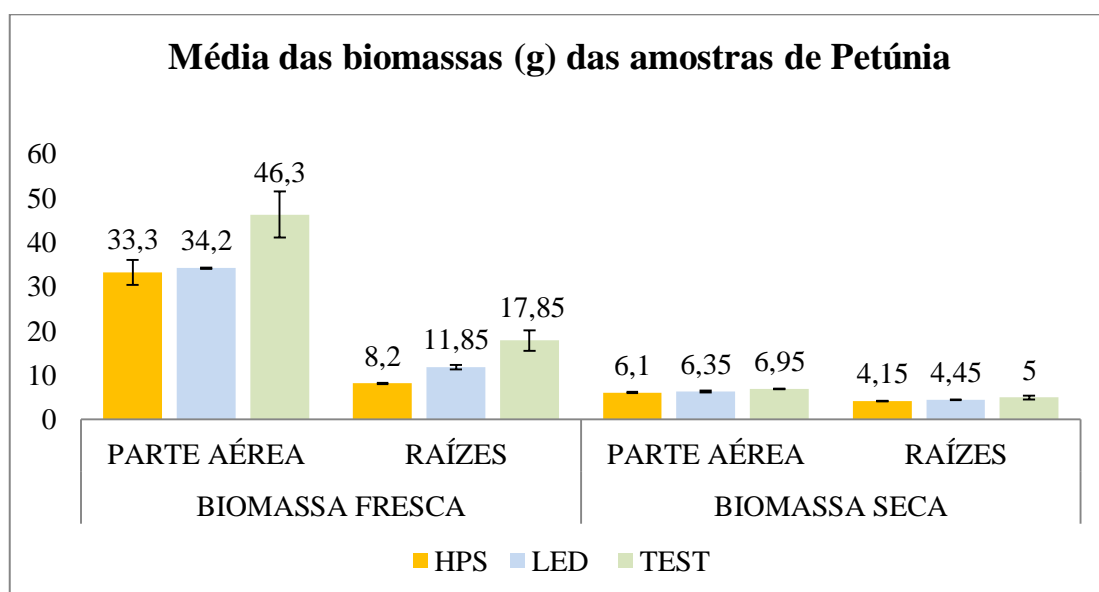
Assim como foi observado nas mudas de Cravina, as condições ambientais também podem não ter sido as mais adequadas. No caso específico das Petúnias, temperaturas acima dos 24°C diminuem significativamente o desenvolvimento dos ramos axilares e causam alongamento dos entrenós. Para que se produza uma planta de boa qualidade, é

necessário que a temperatura seja moderada durante todo o ciclo (BERTRAM & KARLSEN, 1994; BALL, 1997).

O tamanho reduzido das mudas expostas a T1 e T2 pode ser explicado justamente pelo fornecimento de luz vermelha/vermelha escura pela lâmpada HPS e pelo painel LED. Isso ocorre como resposta em plantas induzidas pelo fitocromo, tais como petúnia, mostarda e alface. A quantidade de luz ou fluência (número de fótons que atinge uma unidade de área) de alta intensidade promove a inibição do alongamento do hipocótilo de plântulas. Além de breves pulsos de luz vermelha (bastante intensa), luzes de menores intensidades também induzem essa resposta quando o tempo de irradiação for suficientemente longo (UFC, 2013).

No trabalho de Buyatti (2012), em que foram feitos pulsos de 15 minutos de luz vermelha ao final do dia (FDD), houve uma diminuição da altura total das Petúnias de até 28%. Ainda de acordo com Buyatti (2012), em seu experimento foi possível observar uma redução na biomassa seca da parte aérea e raízes das plantas, assim como no caso do presente trabalho (Figura 12). Da mesma maneira, Patil et al. (2001), em trabalho que comparava diferentes relações de luz vermelha incidente sobre plantas de petúnia, concluíram que houve diminuição do comprimento do caule das plantas tratadas entre 33% e 44% quando comparadas à testemunha.

**Figura 12.** Médias de biomassas fresca e seca da parte aérea e das raízes de Petúnia. Foi calculada a massa de duas amostras, cada uma contendo 25 mudas.



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

## Conclusões

A lâmpada HPS consumiu três vezes mais energia que o painel LED e, por consequência, custou três vezes mais realizar suplementação de luz a partir de seu uso. Para *Tagetes erecta*, a suplementação de luz não promoveu maior altura e quantidade de folhas, mas garantiu maiores médias de biomassa seca e fresca, e alta porcentagem de botões florais abertos, com destaque para suplementação através do painel LED, a qual promoveu a abertura de 67,86% dos botões florais das plantas avaliadas. As condições ambientais podem ter prejudicado o desenvolvimento das mudas de *Dianthus chinensis*, mas foi possível observar que a suplementação de luz foi efetiva para todos os parâmetros avaliados. Destacou-se a suplementação com lâmpada HPS, tratamento em que as mudas tiveram as maiores médias de altura, número de folhas, biomassa fresca da parte aérea e das raízes, e biomassa seca da parte aérea. Para as mudas de *Petunia x hybrida*, a Testemunha apresentou as maiores médias em todos os parâmetros avaliados. Isso pode ter ocorrido especialmente pela resposta do fitocromo aos pulsos contínuos de luz vermelha, os quais inibem o alongamento do hipocótilo, acarretando em mudas menores. Faz-se necessária a realização de novos experimentos, com condições mais homogêneas e maior número de repetições, buscando mais informações que possam corroborar com os dados obtidos no presente trabalho.

## Referências

- 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 (*Hyosericum inodorum*)**. 2015. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.
- BELLÉ, S. Irrigação de plantas ornamentais. In: CLÁUDIA PETRY (org.). **Plantas Ornamentais: aspectos para a produção**. 2ª edição. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2008. p. 101-107.
- BERTRAM, L. & KARLSEN, P. A comparison study on stem elongation of several greenhouse plants. **Scientia Horticulturae**. 59: 265 – 274. 1994.
- BUYATTI, M. A. **Técnicas para regular el crecimiento de plantines florales**. 2012. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidad Nacional del Litoral,

- Esperanza, 2012. Disponível em: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/349/pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 01 set. 2021.
- FELIPPE, G.M. Fotomorfogênese. In: FERRI, M.G.(coord.) **Fisiologia Vegetal 2**. São Paulo: EPU, 2.ed., 1986. p.231-280.
- HASSANIEN, R.H.E.; LI, M.; LIN, W.D. Advanced applications of solar energy in agricultural greenhouses. **Renew. Sust. Energ. Rev.**, 54 (2016), pp. 989-1001
- HEUVELINK, E. et al. Horticultural lighting in the Netherlands: New developments. **Acta Horticulturae**, v. 711, p. 25 - 33, 2006.
- JONES, A. D. **Effects of Light Type on Tagetes patula Growth**. 2016. Disponível em: <https://shkola.of.by/effects-of-light-type-on-tagetes-patula-growth.html>. Acesso em: 25 ago. 2021.
- JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M. S. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: tendências e características. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, 14(1), 37–52, 2008.
- KEES SCHOENMAKER (Holambra - SP). Presidente do Ibraflor. **O Mercado de Flores no Brasil**. 2021. Elaborada por IBRAFLOR. Disponível em: <https://www.ibraflor.com.br/numeros-setor>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- KLUGE, R. A. et al. Aspectos Fisiológicos e Ambientais da Fotossíntese. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n° 1, p. 56 - 73. 2015.
- LARSON, R.A. **Introduction to Floriculture**. San Diego, California, 2nd ed., 1992. 636 p.
- LORENZI, H. **Plantas para jardim no Brasil: herbáceas, arbustivas e trepadeiras**. 2ª edição. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2015.
- LUZ, J. M. Q.; FAGUNDES N. S.; SILVA M. A. da S. Produção hidropônica de alface (*Lactuca sativa*), do tipo mimosa, em diferentes concentrações de soluções nutritivas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 195-201, mar./abr. 2010.
- MASSA, G.D.; KIM, H.H.; WHEELER, R.M; MITCHELL, C.A. Plant productivity in response to LED lighting. **HortScience**, Alexandria, v.43, p.1951-1956, 2008.
- MCGREE, K.J. Action Spectrum, Absorptance and Quantum Yield of Photosynthesis in

Crop Plants. **Agricultural Meteorology**, 9, p. 191-216. 1972.

MITCHELL, C. A. Plant lighting in controlled environments for space and earth applications. In: **VII INTERNATIONAL SUMPOSIUM ON LIGHT IN HORTICULTURAL SYSTEMS**. Wageningen. Anais eletrônicos [...] 956. 2012. p. 23-36.

MORINI, S.; MULEO, R. Effects of light quality on micropropagation of woody species. In: JAIN, S.M.; ISHII, K. Micropropagation of woody trees and fruits Dordrecht. **Kluwer Academic Publishers**, 2003. p.3-35.

NASCIMENTO, R. **Atlas ambiental de Florianópolis**. Florianópolis, SC: Instituto Larus, 81 p., 2002.

PATIL, G. G.; OI, R; GISSINGER, A; MOE, R. Plant morphology is affected by light quality selective plastic films and alternating day and night temperature. **Gartenbauwissenschaft**. 66: 53 – 60. 2001.

PEEL, M.C., B.L. Finlayson, and T.A. McMahon, 2007: Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydro. Earth Syst. Sci.**, 11, 1633–1644.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assisat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *Afr. J. Agric. Res*, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SONI, P.; TAEWICHI, C.; SALOKHE, V.M. Energy consumption and CO2 emissions in rainfed agricultural production systems of Northeast Thailand. **Agric. Syst.**, 2013. p. 25-36.

STYLER, R.C. & D.S KORANSKI. Plug and transplant production. **A Grower's Guide**. Ball Publishing, Batavia, Illinois, USA. 1997.

TAMULAITIS, G. et al. Highpower light-emitting diode based facility for plant cultivation. **Journal of Physics**. D: Applied Physics, London, v. 38, 9. 3182-3187, 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Unidade xiv – fitocromo e controle do desenvolvimento pela luz**. Fortaleza: UFC, 2013. 25 slides, color. Disponível em: <http://www.fisiologiavegetal.ufc.br/Aulas%20em%20PDF%20PG/Unidade%20XIV.pdf>  
Acesso em: 01 set. 2021.