



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS II
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE BACHARELADO EM AGROECOLOGIA**

ALEXANDRE EUGÊNIO DA SILVA

**FOTOMORFOGÊNESE E CONSUMO HÍDRICO DE ESTACAS DE *Moringa oleifera*
SOB VARIAÇÕES DE LUZ E FITORMÔNIOS**

**LAGOA SECA
2018**

ALEXANDRE EUGÊNIO DA SILVA

**FOTOMORFOGÊNESE E CONSUMO HÍDRICO DE ESTACAS DE *Moringa oleifera*
SOB VARIAÇÕES DE LUZ E FITORMÔNIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), de natureza “Artigo”, apresentado ao Departamento de Agroecologia e Agropecuária (DAA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agroecologia.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Rener Luciano de Souza Ferraz

**LAGOA SECA
2018**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586f Silva, Alexandre Eugenio da.
Fotomorfogênese e consumo hídrico de estacas de *Moringa oleifera* sob variações de luz e fitormônios [manuscrito] / Alexandre Eugenio da Silva. - 2018.
30 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroecologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais , 2018.
"Orientação : Prof. Dr. Rener Luciano de Souza Ferraz ,
Coordenação do Curso de Agroecologia - CCAA."
1. Moringaceae. 2. Qualidade de luz. 3. Temperatura.
4. Umidade relativa. 5. Demanda hídrica. I. Título
21. ed. CDD 333.91

ALEXANDRE EUGÊNIO DA SILVA

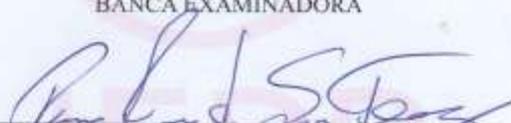
FOTOMORFOGÊNESE E CONSUMO HÍDRICO DE ESTACAS DE *Moringa oleifera* SOB
VARIÇÕES DE LUZ E FITORMÔNIOS

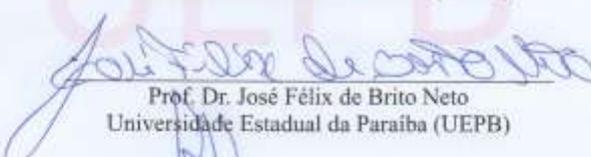
Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, de natureza “Artigo”, apresentado ao Departamento de Agroecologia e Agropecuária (DAA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agroecologia.

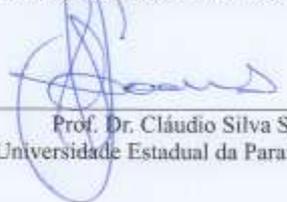
Área de concentração: Ciências Agrárias

Aprovada em: 05/12/2018.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Renez Luciano de Souza Perra (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dr. José Félix de Brito Neto
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dr. Cláudio Silva Soares
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos meus pais pela dedicação, companheirismo e amizade, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À DEUS pela dádiva da vida, e por ter me dado proteção e forças para chegar até aqui neste momento ímpar.

A toda minha família em especial os meus pais Jonas Eugênio da Silva e Vera Lúcia Cicchilli da Silva, que apesar das distâncias estão guardados em meu coração e pensamentos;

Ao meu orientador Prof. Dr. Rener Luciano de Souza Ferraz, pelo compartilhamento de seu inestimável conhecimento, e também pela sua dedicação, amizade e confiança.

A MSc. Patrícia da Silva Costa pelas suas contribuições fundamentais para realização das minhas atividades enquanto graduando.

Ao Prof^o. Dr. José Félix de Brito Neto e Prof. Dr. Cláudio Silva Soares pela disponibilização de equipamentos utilizados na pesquisa;

Ao meu amigo de curso João Paulo da Silva pelo apoio na realização do experimento;

A UEPB representada por todos os funcionários da instituição, por suas dedicações diárias em manter limpo e organizado todo o patrimônio público educacional;

A todos os professores que fizeram parte da minha formação e doaram seus importantes e fundamentais conhecimentos científicos.

Por fim gostaria de agradecer especialmente a minha companheira de longa data Kaline de Souza Meira por seu incentivo e devoção para que eu, a cada dia torne uma pessoa mais serena nesta Terra.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“Se você quiser descobrir os segredos do
Universo, pense em termos de energia,
frequência e vibração” *Nikola Tesla*

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 08 |
| 2 | MATERIAL E MÉTODOS..... | 09 |
| 2.1 | <i>Local e Duração do Experimento.....</i> | 09 |
| 2.2 | <i>Delineamento Experimental.....</i> | 10 |
| 2.3 | <i>Propágulos Vegetativos.....</i> | 10 |
| 2.4 | <i>Obtenção de Fitormônios.....</i> | 10 |
| 2.5 | <i>Condições de Luminosidade.....</i> | 11 |
| 2.6 | <i>Aplicação de Tratamentos.....</i> | 11 |
| 2.7 | <i>Manejo da Irrigação.....</i> | 11 |
| 2.8 | <i>Variáveis Avaliadas.....</i> | 12 |
| 2.9 | <i>Análise Estatística.....</i> | 13 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 13 |
| 4 | CONCLUSÕES..... | 21 |
| | REFERÊNCIAS..... | 22 |

FOTOMORFOGÊNESE E CONSUMO HÍDRICO DE ESTACAS DE *Moringa oleifera* SOB VARIAÇÕES DE LUZ E FITORMÔNIOS

Alexandre Eugênio da Silva¹

RESUMO

Objetivou avaliar aspectos fotomorfológicos e consumo hídrico de estacas de *Moringa oleifera* e mudanças microclimáticas ambientais sob variações do espectro de luz e fitormônios. Utilizou-se de um delineamento experimental inteiramente casualizado, consistindo de quatro concentrações de fitormônios exógenos e quatro condições de luminosidade. Realizou-se a pesquisa entre os meses de agosto e novembro de 2018, no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual da Paraíba. Estacas de *M. oleifera* tiveram as bases imersas em soluções contendo fitormônios, posteriormente plantadas e transferidas para ambientes protegidos em condições de luminosidade correspondentes. Semanalmente foi realizadas observações para determinação do número de brotação. Transcorridos 60 dias após o plantio, realizou-se avaliação do número de brotações sobreviventes e formação de raízes. Os ambientes foram monitorados para determinação da iluminância, temperatura média do ar, umidade relativa do ar, temperatura média do solo e consumo de água evapotranspirada pelas estacas. Registrou-se brotações nos ambientes com azul, vermelha e vermelho extremo em associação com a aplicação de fitormônios, contudo, apenas na luz azul houveram brotações sobreviventes e nenhum tratamento proporcionou formação de raízes. Conclui-se que, em ambientes protegidos iluminados com luz azul e aplicação de fitormônios, possibilitaram a brotação e sobrevivência das estacas, mesmo sem a formação de raízes 60 dias após o plantio. A iluminância foi reduzida nos ambientes sob luz azul, vermelho e vermelho extremo. A temperatura do ar foi reduzida sob luz azul, enquanto que as luzes vermelha e vermelho extremo promoveram aumento de temperatura e umidade relativa do ar, temperatura do solo e consumo de água pelas estacas.

Palavras-chave: *Moringaceae*. Qualidade de luz. Temperatura. Umidade relativa. Demanda hídrica.

¹ Aluno de Graduação em Bacharelado em Agroecologia na Universidade Estadual da Paraíba – Campus II.
Email: eugeniodasilvaalexandre@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a população mundial e a expansão dos setores agrícolas, de energia e industrial aumentaram substancialmente, portanto, a demanda por recursos naturais em especial recursos hídricos também foi incrementada. Como resultado, a escassez de água vem se tornando constante a cada ano em muitas regiões do globo (ZHANG et al., 2019a). Este cenário é marcante em regiões de clima árido e semiárido, onde ocorre má distribuição espacial e temporal das chuvas e isso a provoca ocorrência de longos períodos de seca e chuvas intensas o que alterna diretamente a disponibilidade de água, afetando o abastecimento de água para consumo humano, o desenvolvimento da agricultura e a prestação de serviços ecossistêmicos (MUTTI et al., 2019).

É amplamente reconhecido que a produção e o consumo de alimentos estão relacionados aos principais impactos ambientais, como emissões de gases de efeito estufa (GEE), poluição da água e perda de biodiversidade que serão agravados no futuro pela crescente demanda global pela utilização de recursos naturais para provimento de gêneros alimentícios para segurança alimentar (AZZURRA et al., 2019). Neste contexto, a expansão da produção agrícola necessita de plantas com alto valor agregado, com potencialidades tanto alimentícias quanto energéticas, como por exemplo a *Moringa oleifera* Lamarck, uma vez que a agricultura está intimamente ligada ao consumo desses recursos naturais, em especial, energia e água (PÁRAMO-CALDERÓN et al., 2019; VALENGA et al., 2019).

Logo, o cultivo da *M. oleifera* mostra-se extremamente relevante, uma vez que, a cultura é de porte arborescente de crescimento rápido, pertencente à família Moringaceae, também conhecida como a árvore da vida, devido suas múltiplas aplicabilidades que incluem a purificação de água, biopesticida, cosmética, farmacêutica e propriedades medicinais, todas essas aplicações são atribuídas à ampla gama de fitoquímicos produzidos por ela, tornando-se assim uma planta muito importante para países em desenvolvimento (AEKTHAMMARAT et al., 2019; VIRK et al., 2019).

Folhas e vagens de *M. oleifera* são fontes importantes para as indústrias de alimentos humanos e ração animal, notadamente, devido ao seu alto valor nutricional, de modo que, atualmente, o cultivo desta espécie é considerado capaz de fornecer segurança alimentar e contribuir para práticas agrícolas mais sustentáveis e ao desenvolvimento das zonas rurais, fato que acrescenta amplas possibilidades de estudo e desenvolvimento regional, sobre no semiárido do Nordeste brasileiro (DOMENICO et al., 2019; ZHANG et al., 2019b).

A literatura acerca das implicações da variação espectral de luz e fitormônios exógenos na brotação de estacas de *M. oleifera* é incipiente, o que denota necessidade de

estudos para compreensão desses processos, pois, já se sabe que variações no espectro luminoso podem influenciá-los (LONG et al., 2018). De fato, o espectro de luz é importante para as plantas, isso devido ao fato de os vegetais possuírem fotorreceptores especializados na percepção do sinal luminoso ambiental e transdução de sinais para desenvolvimento de processos vitais na planta (FUKUDA, 2019; KONG et al., 2019).

Em sentido complementar à condição de luminosidade, nota-se que a percepção de luz por esses sistemas fotorreceptores desencadeia uma série de respostas de aclimação da planta ao sombreamento, ajustando a morfologia, bioquímica e fisiologia da planta, essas respostas de aclimatização tendem a melhorar a captação e a utilização da luz sob a sombra, mitigando, portanto, os efeitos negativos no crescimento das plantas (GONZÁLEZ et al., 2019). Estas informações são imprescindíveis para provimento de fundamentação teórica de pesquisas acerca da influência da luz na fotomorfogênese de estacas de *M. oleifera*, sobretudo em regiões semiáridas com elevada disponibilidade de luz.

A luz também pode modificar o balanço de fitormônios nos vegetais, influenciando a germinação, crescimento e desenvolvimento (YANG et al., 2018). Neste contexto, a aquisição de fitormônios exógenos é uma estratégia promissora e pode ser obtida a partir de extrato aquoso de tiririca (*Cyperus rotundus* L.), notadamente por conter expressiva quantidade de ácido indolacético (CAVALCANTE et al., 2018). É importante ressaltar que os fitormônios são importantes para mitigação de estresses abióticos, como por exemplo estresse luminoso, térmico e hídrico que ocorrem em ambiente protegido em determinadas épocas do ano (AGUILAR-CAMACHO et al., 2019; PODLEŠÁKOVÁ et al., 2019).

Diante do exposto objetivou-se avaliar aspectos fotomorfogenéticos e consumo hídrico de estacas de *Moringa oleifera* e mudanças microclimáticas ambientais sob variações do espectro de luz e fitormônios em ambiente protegido.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e Duração do Experimento

A pesquisa foi realizada entre os meses de agosto e novembro de 2018, no Laboratório de Fitopatologia e em ambiente protegido pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizado no município de Lagoa Seca – PB, nas coordenadas de Latitude 7° 09' S, Longitude 35° 52' W e altitude de 634 m (SOARES et al., 2017). O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo

As' (tropical úmido), com temperatura média anual de 22 °C, sendo a mínima de 18 e máxima de 33 °C, precipitação pluviométrica de 800 mm e umidade relativa do ar de 80%.

2.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4, com três repetições. Os fatores consistiram de quatro concentrações de fitormônios exógenos (EAT₀ = controle 0%, EAT₂₅ = 25%, EAT₅₀ = 50% e EAT₁₀₀ = 100%) obtidos de extrato aquoso de tubérculos de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e quatro condições de luminosidade (LBR = luz branca, LAZ = luz azul, LVE = luz vermelha e LVX = luz vermelho extremo).

2.3 Propágulos Vegetativos

Estacas semilenhosas, com 15 cm de comprimento e 4 a 5 mm de diâmetro, contendo de 2 a 3 nós, foram obtidas no período matutino, entre 7 e 9 horas, de plantas matrizes de *M. oleifera*, cultivadas em propriedade rural, localizada na cidade de Lagoa Seca, PB, Brasil (7°09'09.8"S 35°55'14.8"W). As estacas foram inseridas em caixa de isopor, acomodadas em duas camadas de papel toalha umedecidas para evitar desidratação e transportadas para o Laboratório de Fitopatologia do CCAA/UEPB, onde foram lavadas em água corrente e desinfetadas com solução de hipoclorito de sódio a 2% por 5 minutos (PAIVA et al., 2015).

2.4. Obtenção de Fitormônios

Tubérculos de *C. rotundus* foram obtidos no Campo Experimental do CCAA/UEPB em uma área com infestação severa. Para obtenção do extrato aquoso de *C. rotundus*, os tubérculos frescos foram isolados, lavados com água e detergente neutro, secos em papel toalha e pesados. Foram utilizados 10 g de tubérculos, os quais foram triturados em liquidificador com 200 ml de água destilada e peneirados para obtenção de uma solução estoque com 100% do extrato (SIMÕES et al., 2003).

As concentrações correspondentes a cada tratamento foram obtidas por diluição da solução estoque em água destilada. Para o tratamento controle de fitormônio de extrato aquoso de tubérculos de tiririca (FEAT₀ = 0%) foi utilizada água destilada, para FEAT₂₅ = 25% a diluição foi com 75% de água destilada + 25% de solução estoque, para FEAT₅₀ = 50% a diluição foi com 50% água destilada + 50% de solução estoque, enquanto que para FEAT₁₀₀ = 100% foi utilizada a solução estoque sem diluição (REZENDE et al., 2013; SCARIOT et al., 2017).

2.5 Condições de Luminosidade

Para obtenção das condições de luminosidade, quatro ambientes protegidos (mini-estufas) com dimensões de 2,0 x 1,0 x 1,0 m de comprimento, largura e altura, respectivamente, foram recobertos por uma camada de plástico transparente para obtenção da condição de luminosidade com a luz branca; para a azul, o ambiente transparente foi revestido com duas camadas de papel celofane azul; para a vermelha, duas camadas de papel celofane vermelho; e para o vermelho extremo, uma camada de papel celofane vermelho e uma de azul, sobrepostas (YAMASHITA et al., 2011; CARDOSO-GUIMARÃES et al., 2018).

É importante ressaltar que os ambientes protegidos tiveram sua base constituída de tábuas de madeira de 1,0 m de comprimento, 0,10 m de largura e 0,018 m de espessura. Exceto para o ambiente com luz branca, as bases dos demais ambientes protegidos foram revestidos com plástico de cor preta com espessura de 0,0002 m, notadamente para evitar a entrada de luz branca no interior dos ambientes.

2.6 Aplicação de Tratamentos

As bases das estacas foram imersas em soluções correspondentes a cada concentração de extrato aquoso de *C. rotundus* por 10 segundos, em recipientes de 0,5 L envoltos e cobertos com duas camadas de papel celofane de cor verde, notadamente por constituir-se em luz de segurança, sem influência sobre os fitocromos (PEREIRA et al., 2011). Posteriormente, as estacas foram plantadas em saco de polietileno de cor preta com capacidade volumétrica de 1 dm³ preenchido com substrato constituído de solo arenoso e esterco bovino na proporção de 3:1 com umidade próxima da capacidade de campo. Os sacos contendo as estacas foram transferidos para os quatro ambientes protegidos correspondentes a cada condição de luminosidade.

2.7 Manejo da Irrigação

O manejo da irrigação foi realizado em turno de rega de quatro dias, utilizando-se do método de pesagens (PEREIRA et al., 2005), em que foi reposta a água evapotranspirada nos quatro dias que antecederam cada evento de irrigação.

Para tanto, foi obtida a massa dos sacos de polietileno preenchidos com substrato seco (MSS, em kg). Posteriormente, o substrato foi saturado com água de abastecimento local com volume inicial (VAI, em L) correspondente a 75% (v/m) da massa do substrato e os sacos acondicionados em bandejas de polietileno, sendo o sistema coberto com plástico preto e abrigado da luz para evitar perda de água por evaporação. Transcorridas 24 horas, o volume

de água drenado (VAD, em L) para a bandeja foi coletado e quantificado. Em seguida, foi obtida a massa dos sacos com o solo na capacidade de campo (MSC, kg).

A partir dos dados obtidos, foi calculado o volume de água no substrato em capacidade de campo (VAC, em L), dado pela expressão $VAC = VAI - VAD$. A cada quatro dias, foi realizada a pesagem dos sacos, de modo a se obter a massa do substrato após evapotranspiração (MET, em kg). Posteriormente, o volume de água requerido (VAR, em L) para reposição do solo à condição de capacidade de campo foi calculado utilizando-se da expressão $VAR = (VAC * MET) / MSC$.

Para reposição do volume de água requerida, utilizou-se de proveta graduada em mililitros (mL) com capacidade volumétrica para 300 mL. As pesagens foram realizadas no período noturno, notadamente para evitar a entrada de luz branca nos ambientes em que as condições de luminosidade eram simuladas com luz azul, vermelha e vermelho extremo. Para as pesagens, utilizou-se de balança digital portátil, modelo 123 Util, com precisão de 0,00 g, alimentada com pilhas do tipo AAA.

2.8 Variáveis Avaliadas

Semanalmente, em cada unidade experimental, eram realizadas observações para quantificação do número de brotações (NBR). Transcorridos 60 dias após o plantio (DAP), foi determinado o número de brotações sobrevivente (NBS) e, posteriormente, as estacas foram removidas dos sacos de polietileno e separadas do substrato para avaliação do número de raízes (NRA).

As variações microclimáticas foram monitoradas no interior dos ambientes protegidos durante o experimento e expressas por meio das variáveis de iluminância (ILU, em lx), temperatura média do ar (TMA, em °C), umidade relativa média do ar (URA, em %) e temperatura média do solo (TMS, em °C). A iluminância foi mensurada utilizando-se de um luxímetro digital modelo LD-400 com memória de armazenamento de até 50 leituras. As variáveis de temperatura e umidade foram aferidas utilizando-se de um termohigrômetro digital com escala de temperatura de 0 a 50 °C e umidade relativa de 20 a 99%, com precisão de ± 1 °C de temperatura e $\pm 5\%$ de umidade relativa.

O consumo de água evapotranspirada pelas estacas (CAE, em L) durante todo o experimento foi calculado a partir do somatório dos volumes de água requeridos (VAR, em L) para reposição do solo à condição de capacidade de campo em cada turno de rega, dado pela expressão $CAE = \sum VAR$.

2.9 Análise Estatística

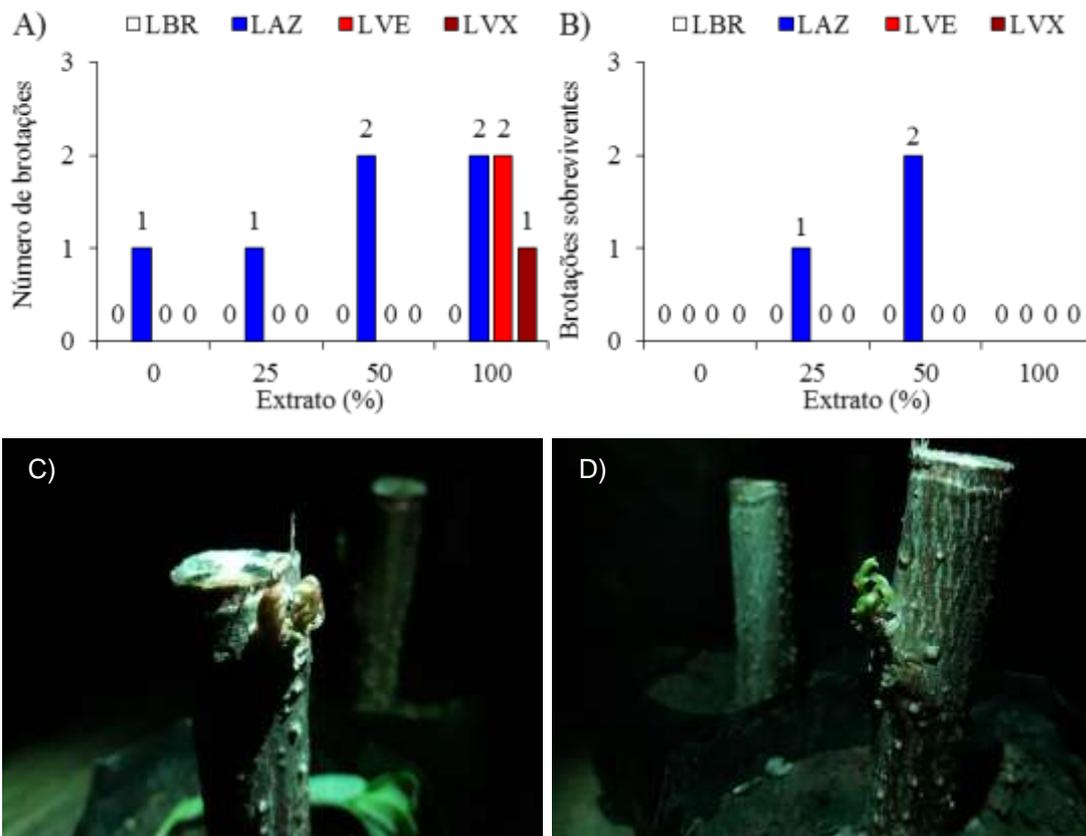
Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (SHAPIRO & WILK, 1965) e à análise de variância pelo teste F com 95% de confiança. Para o desdobramento dos graus de liberdade das condições de luminosidade foi aplicado teste de comparações múltiplas de médias (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade de erro, enquanto que para as concentrações de extrato aquoso de *C. rotundus* foi realizada análise de regressão polinomial e a escolha dos modelos matemáticos determinada pela significância dos parâmetros de regressão (BARBOSA & MALDONADO JÚNIOR, 2015), utilizando-se do *software* Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das observações realizadas semanalmente, decorridos 16 dias após o plantio (DAP) das estacas, foi contabilizada uma brotação nas estacas sob luz azul, tanto na ausência de fitormônios (FEAT) quanto na aplicação de 25%, enquanto que sob aplicações de 50 e 100% de FEAT foram registradas duas brotações. Com adição de 100% de FEAT, nas condições de luminosidade com vermelho foram contabilizadas duas brotações, enquanto que sob vermelho extremo uma brotação foi contabilizada (Figura 1A). Decorridos 60 DAP, nas estacas conduzidas sob luz azul, foi contabilizada uma brotação sobrevivente nas estacas tratadas com 25% de FEAT e duas brotações sobreviventes nas estacas tratadas com 50% de FEAT, enquanto que nas demais combinações de luz e FEAT todas as brotações morreram (Figura 1B).

Maior quantidade de brotações ocorridas sob luz azul, além daquelas verificadas sob vermelho e vermelho extremo, podem ser atribuídas ao fato de as plantas de *M. oleifera* possuírem fotorreceptores específicos para percepção do estímulo luminoso do ambiente, de modo a alterar o balanço de fitormônios e influenciar na diferenciação celular das gemas laterais. De fato, a suplementação de iluminância com luz azul pode ter promovido alongamento dos brotos, uma vez que este processo é determinado pela interação entre luz vermelha e azul, contidas na luz branca, de modo que a luz azul é responsável pela libertação das gemas laterais e crescimento dos brotos (JEONG et al., 2014).

Figura 1. Número de brotações aos 16 dias após o plantio (A), número de brotações sobreviventes aos 60 dias (B) e imagens noturnas das brotações, feitas com filtro de luz verde (C e D), em estacas de *M. oleifera* sob luz e fitormônios.



Fonte: Prof. Dr. Renner Luciano de Souza Ferraz (Orientador)

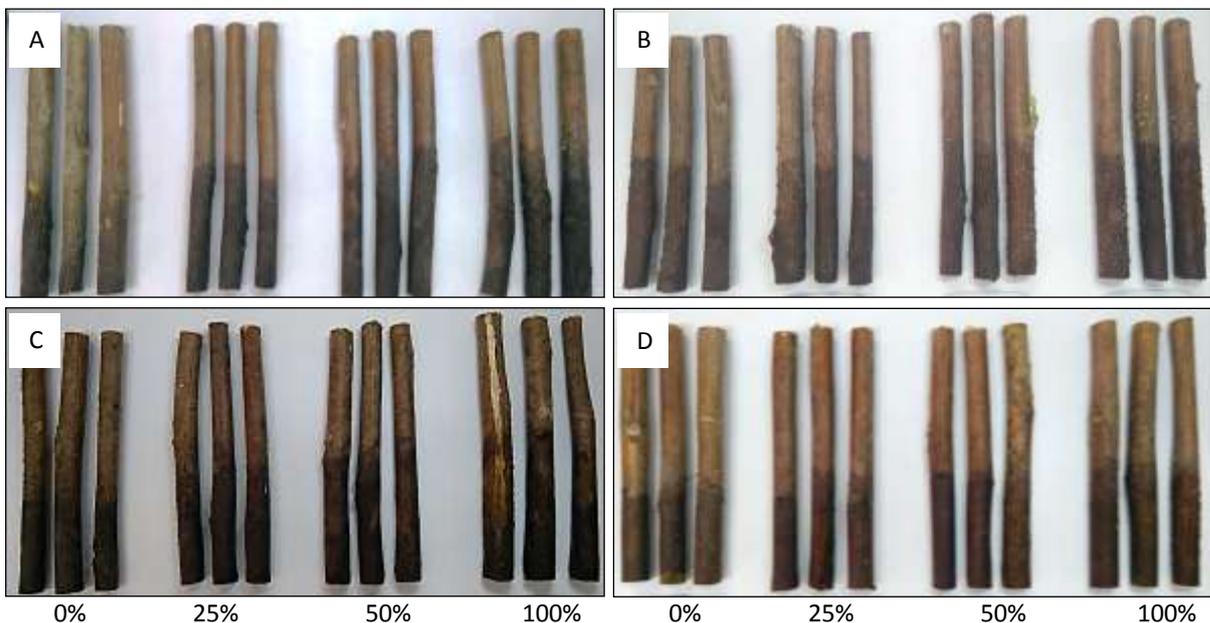
Nas plantas superiores, a detecção de luz vermelha e azul é realizada por diferentes fotorreceptores de luz (OKA & YAMAMOTO, 2019), de modo que as luzes vermelha e azul exibem diferentes efeitos no desenvolvimento da planta e na biossíntese de componentes celulares. Isso pode explicar, tanto a morte, quanto a sobrevivência das brotações de *M. oleifera* sob luz azul, notadamente porque a luz vermelha é importante para o desenvolvimento do aparelho fotossintético, indução floral, brotação e acúmulo de amido nas plantas, o que pode ter levado à morte dos brotos pela elevada atividade metabólica sem a presença de raízes para provimento de água e nutrientes, enquanto que na luz azul ocorre a regulação de respostas das plantas, incluindo a abertura dos estômatos, a expansão das folhas e a produção de biomassa, o que pode ter contribuído para sobrevivência dos brotos sob iluminação com luz azul (XU et al., 2012; LIN et al., 2013).

É possível que a sobrevivência de brotos ocorrida sob luz azul esteja relacionada ao fato de que a combinação de iluminação com luzes energéticas, por exemplo ultravioleta e

azul, e temperaturas elevadas, seja eficaz para aumentar os níveis de compostos fenólicos e ácido ascórbico e aumentar a atividade de enzimas envolvidas na remoção de espécies reativas de oxigênio e isso ter aumentado a sobrevivência das brotações mesmo sem a formação de raízes, notadamente pela ativação dos sistemas de defesa das brotações às condições microclimáticas adversas (LEMOINE et al., 2010; MA et al., 2014).

Aos 60 DAP, não foi verificada formação de raízes nas estacas de *M. oleifera* em função das condições de luminosidade e concentrações de fitormônios aplicadas (Figura 2). Mesmo com a aplicação de fitormônios indutores de enraizamento, a não formação de raízes pode ter ocorrido em resposta às mudanças no espectro de luz, isso ocorre porque o crescimento e a morfogênese das plantas são influenciados pela intensidade, irradiância e fluência luminosa.

Figura 2. Estacas de *M. oleifera* 60 dias após o plantio em condições de luminosidade sob luz branca (A), azul (B), vermelha (C) e vermelho extremo (D).



Fonte: Arquivo pessoal

Ressalta-se que, fotorreceptores, como fitocromos, criptocromos e fototropinas, absorvem espectros de luz específicos e criam sinais para modular a expressão gênica por meio de sistemas de transdução de sinais em células de plantas. Além disso, a qualidade da luz pode afetar os níveis de fitormônios, como auxinas, giberelina e citocininas, através da expressão gênica associada à regulação metabólica e isso pode alterar a síntese de metabólitos secundários pelos sinais dos fotorreceptores e ocasionarem redução na sobrevivência das plantas (FUKUDA, 2019).

Com base nos resultados das análises de variância, verificou-se que as condições de luminosidade promoveram diferenças significativas em todas as variáveis microclimáticas avaliadas, enquanto que as concentrações de fitormônios tiveram influência significativa na temperatura média do ar e no consumo de água. Foi verificada interação significativa entre as condições de luminosidade e as concentrações de fitormônios no consumo de água pelas estacas de *M. oleifera* (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo das análises de variância para variáveis microclimáticas e consumo de água por mudas de *M. oleifera* sob variação do espectro de luz e fitormônios.

| Fontes de Variação | GL | Quadrados médios | | | | |
|----------------------|-----|-----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------------------|
| | | ILU | TMA | URA | TMS | CAE |
| Luz (L) | 3 | 1050169,46** | 29,26** | 237,02** | 141,01** | 123441,74** |
| Fitormônios (F) | (3) | 2280,18 ^{ns} | 2,14* | 11,13 ^{ns} | 1,22 ^{ns} | 56221,52* |
| Regressão Linear | 1 | 4968,04 ^{ns} | 1,67 ^{ns} | 13,39 ^{ns} | 0,16 ^{ns} | 57927,51 ^{ns} |
| Regressão Quadrática | 1 | 1473,21 ^{ns} | 0,79 ^{ns} | 19,94 ^{ns} | 1,24 ^{ns} | 44790,91 ^{ns} |
| Desvio da Regressão | 1 | 399,30 ^{ns} | 3,97* | 0,07 ^{ns} | 2,28 ^{ns} | 65946,13 ^{ns} |
| Interação L x F | 9 | 1859,09 ^{ns} | 0,48 ^{ns} | 5,78 ^{ns} | 0,29 ^{ns} | 56571,02** |
| Resíduo | 32 | 2828,52 | 0,54 | 5,29 | 0,91 | 17690,93 |
| CV (%) | | 7,67 | 2,00 | 8,30 | 2,46 | 18,05 |

** , * e ^{ns}: significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F. FV: fontes de variação, GL: graus de liberdade, CV: coeficiente de variação.

Todas as condições de luminosidade promoveram iluminâncias diferentes nos ambientes protegidos. Sob luz branca, a iluminância foi de 1107,25 lx, seguida da luz vermelha com 676,42 lx, vermelho extremo com 572,25 lx e azul com 417,17 lx (Figura 3A). A temperatura média do ar manteve-se semelhante entre as condições de luminosidade com luz branca, vermelha e vermelho extremo, com médias de 37,77, 37,58 e 38,16 °C, respectivamente, enquanto que sob luz azul a temperatura média do ar foi reduzida para 34,75 °C (Figura 3B).

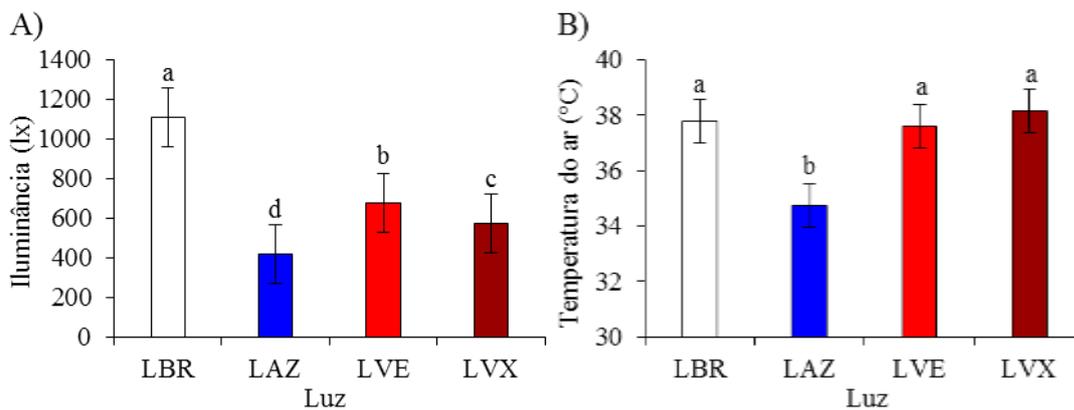
É possível que a menor iluminância verificada no ambiente com luz azul tenha induzido melhor aclimatação das estacas e conseqüentemente suas brotações e sobrevivência, pois, a luz azul desencadeia modificações fotomorfogenéticas para adaptações aos ambientes com menor iluminância, sobretudo a menor produção de clorofila 'a' e aumento nos teores de clorofila 'b', provocando menor relação entre estes dois pigmentos fotossintetizantes e

consequente melhor interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em condições de baixa luminosidade, como aquela ocorrida sob luz azul (MA et al., 2014).

Os resultados e pertinência desta pesquisa podem ser ratificados por Purquerio e Tivelli (2006), uma vez que estes pesquisadores reportam que o cultivo em ambiente protegido é um sistema de produção agrícola especializado, que possibilita certo controle das condições edafoclimáticas como: temperatura, umidade do ar, radiação, solo, vento e composição atmosférica. Estas informações são importantes para o incremento de opções tecnológicas para produção de mudas e cultivo em ambiente protegido, sobretudo utilizando-se de coberturas plásticas coloridas (GAO et al., 2019).

Contudo, a escolha e manejo do ambiente protegido devem ser adequados, pois além das altas temperaturas, o manejo inadequado pode ocasionar incremento de radiação infravermelha e calórica, de modo a gerar aumento na temperatura interna do ambiente e isso pode induzir estresse térmico nos vegetais, notadamente, pela aceleração do metabolismo com incremento do processo respiratório e desnaturação protéica, o que implica em redução do processo fotossintético (SANTOS et al., 2010).

Figura 3. Iluminância (A) e temperatura média do ar (B) em ambientes protegidos sob condições de luminosidade com luz branca (LBR), azul (LAZ), vermelha (LVE) e vermelho extremo (LVX).



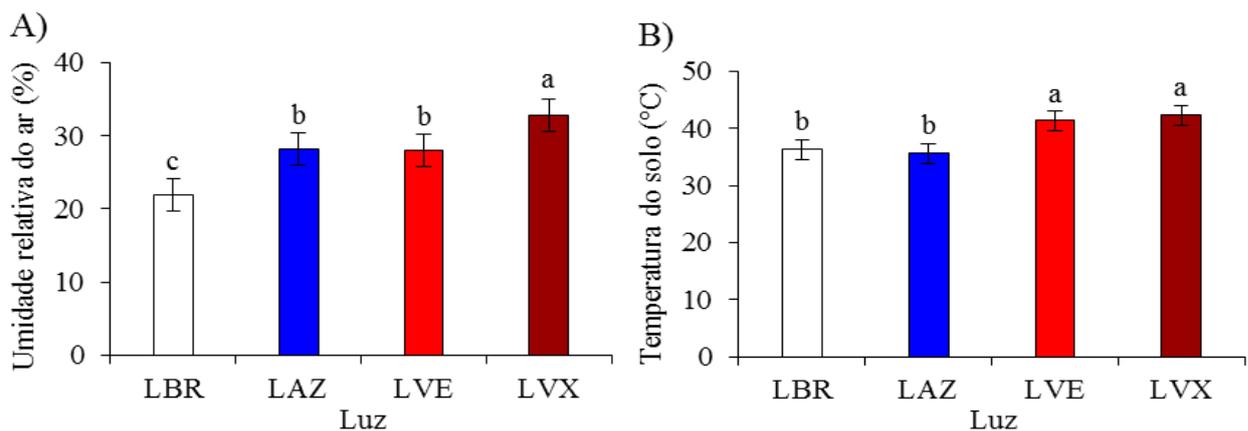
O ambiente sob vermelho extremo teve maior umidade relativa do ar (32,75%), enquanto que os ambientes sob azul e vermelho tiveram umidade relativa de 28,17 e 28%, respectivamente; já no ambiente sob luz branca foi registrada menor umidade relativa do ar, cerca de 21,92% (Figura 4A). A temperatura do solo foi maior nos ambientes sob luz vermelha e vermelho extremo, em média de 41,38 e 42,35 °C, respectivamente, de modo que estes ambientes diferiram dos ambientes sob luz branca e azul onde foram registradas temperaturas do solo de 36,55 e 35,63 °C, respectivamente (Figura 4B).

O maior acúmulo de massa de ar quente no interior dos ambientes protegidos sob luz na região do vermelho extremo no espectro de luz visível pode estar relacionado ao aumento registrado na temperatura do solo e conseqüentemente maior evaporação de água para a atmosfera, pois, de acordo com Santos et al. (2010), comprimentos de onda calóricos, na região do infravermelho, provocam aumento de temperatura, que de fato pode ter ocorrido nos sacos de polietileno de modo a induzir elevação da evaporação.

No caso da luz azul, a redução da incidência direta dos raios solares é favorável às espécies que necessitam de menor fluxo de energia radiante, sobretudo pela redução da temperatura. Fato é que essa menor incidência de energia solar pode contribuir para diminuição dos efeitos extremos da radiação, principalmente a fotorrespiração, e proporcionar melhores condições ambientais, o que pode ter favorecido a brotação e sobrevivência das estacas (MACIEL et al., 2007).

Em relação às menores umidade relativa do ar e temperatura do solo verificadas no ambiente sob luz branca, deve-se ressaltar que este ambiente não foi completamente fechado e revestido com plástico preto na parte inferior para evitar a entrada de luz branca, de modo que a ocorrência de correntes de vento pode ter transferido a massa de ar quente para fora da estufa, além de resfriar a superfícies do solo. Estas informações estão em conformidade com as observações de Lemos Filho et al. (2010), que, a partir da análise espacial da influência dos elementos meteorológicos sobre a evapotranspiração de referência, verificaram que em regiões onde ocorrem fortes advecções, observadas comumente quando uma área úmida é circundada por área seca, a velocidade do vento e umidade relativa ganham importância no processo de resfriamento da superfície do solo.

Figura 4. Umidade relativa do ar (A) e temperatura média do solo (B) em ambientes protegidos sob condições de luminosidade com luz branca (LBR), azul (LAZ), vermelha (LVE) e vermelho extremo (LVX).



A partir do desdobramento das condições de luminosidade dentro das concentrações de fitormônios, foi possível observar que, sem a aplicação de fitormônios (0% de FEAT) estacas conduzidas sob vermelho extremo tiveram maior consumo (988,33 mL), enquanto que sob luz branca e vermelha, os respectivos consumos foram de 618,33 e 623,33 mL, sendo que sob luz azul foi registrado valor de consumo intermediário de 776,33 mL. Quando foi aplicada concentração de 50% de FEAT, maior consumo (1026,33 mL) ocorreu sob luz vermelha, diferindo dos 609 e 574 mL consumidos pelas estacas conduzidas sob luz branca e azul, respectivamente (Figura 5A).

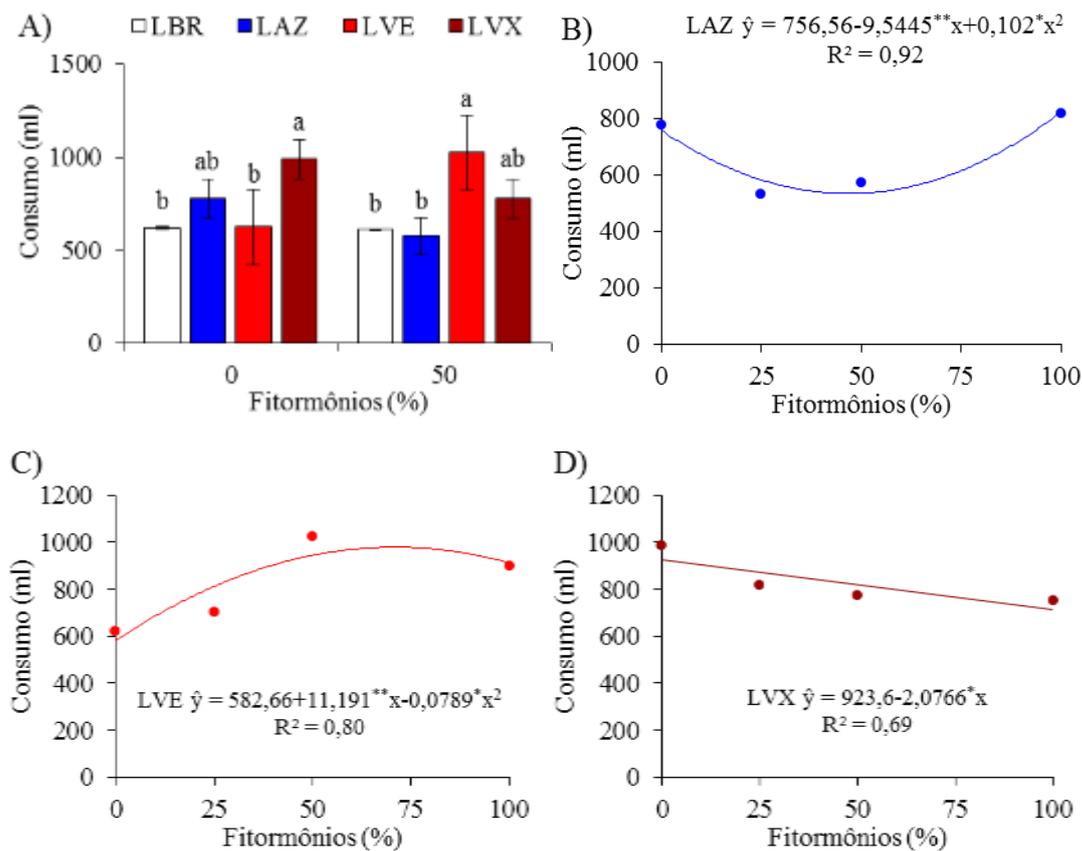
Analizando-se o desdobramento das concentrações de fitormônios dentro das condições de luminosidade, verificou-se que estacas conduzidas sob luz azul tiveram consumo de 756,56 mL sem a aplicação de FEAT (0%), havendo redução para 533,28 mL sob aplicação de 46,79% de FEAT, seguida de aumento para 822,11 mL com a aplicação de 100% de FEAT (Figura 5B). Sob luz vermelha, estacas conduzidas sem aplicação de FEAT tiveram consumo de 582,66 mL, ocorrendo aumento para 979,49 mL com o incremento da concentração de 70,92% de FEAT, seguindo-se de redução para 912,76 mL com a aplicação de 100% de FEAT (Figura 5C). Quando as estacas foram conduzidas sob vermelho extremo, o incremento das concentrações de FEAT promoveram expressiva redução do consumo de água evapotranspirada, sendo reduzido de 923,6 mL observado sem a aplicação de FEAT (0%) para 715,94 mL com a aplicação de 100% (Figura 5D).

Os maiores consumos de água avapotranspirada ocorridos nos ambientes sob luz vermelha e vermelho extremo estão associados à brotação das estacas e conseqüente elevação da atividade transpiratória, o que se deve ao fato destes ambientes associarem elevadas temperaturas com comprimentos de onda mais efetivos para captação de luz pelas clorofilas e síntese de carboidratos. De fato, os aumentos da evapotranspiração se devem às mudanças nos ambientes, pois, o processo compreende simultaneamente a evaporação e a transpiração, os quais são controlados pelo suprimento de água às plantas e pela disponibilidade de energia resultante da interação com as variáveis meteorológicas que condicionam a demanda atmosférica (PIVETTA et al., 2010).

A quantificação da evapotranspiração é crucial para o entendimento do balanço hídrico e para o planejamento eficiente do uso de recursos hídricos, sobretudo para a prática da irrigação (PARAJULI et al., 2019). É importante ressaltar que vários fatores podem interferir na evapotranspiração das culturas, entre eles pode-se destacar a abertura dos estômatos, a reflectância, a rugosidade aerodinâmica, a extensão da área coberta pelo vegetal,

a estação do ano, a disponibilidade de energia, a demanda atmosférica e o suprimento de água do solo às plantas (FERNANDES et al., 2011). Neste contexto, o uso de coberturas coloridas deve ser manejado de forma adequada para não elevar o consumo de água e ocasionar déficit hídrico nas plantas.

Fig. 5. Consumo de água evapotranspirada pelas estacas de *M. oleifera* em função do dedobramento de luz dentro de fitormônios (A) e fitormônios dentro da luz azul (B), vermelha (C) e vermelho extremo (D).



A quantificação da evapotranspiração é crucial para o entendimento do balanço hídrico e para o planejamento eficiente do uso de recursos hídricos, sobretudo para a prática da irrigação (PARAJULI et al., 2019). É importante ressaltar que vários fatores podem interferir na evapotranspiração das culturas, entre eles pode-se destacar a abertura dos estômatos, a reflectância, a rugosidade aerodinâmica, a extensão da área coberta pelo vegetal, a estação do ano, a disponibilidade de energia, a demanda atmosférica e o suprimento de água do solo às plantas (FERNANDES et al., 2011).

Neste contexto, o uso de coberturas coloridas deve ser manejado de forma adequada para não elevar o consumo de água e ocasionar déficit hídrico nas plantas.

Os resultados gerados nesta pesquisa são importantes para nortear o manejo adequado de ambientes protegidos, levando em consideração aspectos como microclima e irrigação. O uso eficiente de recursos hídricos em agroecossistemas semiáridos e áridos do mundo tornou-se cada vez mais importante devido ao rápido esgotamento dos recursos hídricos. Em muitos casos, a evapotranspiração pode ser o maior componente do ciclo hidrológico, denotando a importância de se tentar para o consumo de água, sobretudo nos ambientes sob luz vermelha e vermelho extremo (POKORNY, 2019).

Ressalta-se que sob condições ambientais estressantes, as plantas acumulam maior concentrações de fitormônios e isso leva um desbalanço hormonal, o que pode alterar o crescimento vegetal. A aplicação exógena de fitormônios também pode ter conferido maior tolerância aos estresses ambientais ocorridos nos ambientes protegidos pela mudança do espectro luminoso, modulando a expressão de genes envolvidos na sinalização de defesas das plantas, regulação transcricional, biossíntese de hormônios, produção de espécies reativas de oxigênio e metabolismo de fitormônios, conferindo adaptação dos brotos das estacas às condições microambientais adversas (PODLEŠÁKOVÁ et al., 2019).

Neste contexto, as mudanças na qualidade de luz pela manipulação do espectro luminoso pode ser uma estratégia para produção de mudas de qualidade em ambiente protegido, sobretudo em regiões de clima semiárido onde a limitação de recursos hídricos como a água e elevado saldo de radiação e temperatura podem limitar a brotação e desenvolvimento das mudas propagadas via estaca (FUKUDA, 2019).

Portanto, a aplicação exógena de fitormônios ganhou considerável atenção, pois não causará danos ao meio ambiente e são mais ativos nas condições de estresse, notadamente, por serem substâncias naturais produzidas pelas plantas e atuarem como mediadores da resistência das plantas a patógenos e tolerância a condições de estresses abióticos (JINI & JOSEPH, 2019).

4. CONCLUSÕES

Ambientes protegidos iluminados com luz azul e aplicação de fitormônios possibilitaram a brotação e sobrevivência de estacas de *M. oleifera* mesmo sem a formação de raízes 60 dias após o plantio e condições microclimáticas variáveis.

A iluminância foi reduzida nos ambientes sob luz azul, vermelho e vermelho extremo. A temperatura do ar foi reduzida sob luz azul, enquanto que as luzes vermelha e vermelho extremo promoveram aumento de temperatura e umidade relativa do ar, temperatura do solo e consumo de água pelas estacas.

Modificações do espectro de luz e aplicação de fitormônios em estacas de *M. oleifera* em ambiente protegido devem ser manejadas em função das épocas do ano, uma vez que as variáveis microclimáticas são alteradas e influenciam a brotação, formação de raízes e sobrevivência das mudas.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the phytomorphogenetic and water consumption of *Moringa oleifera* cuttings and environmental microclimate changes under light spectrum and phytorium. A completely randomized experimental design consisted of four concentrations of exogenous phytorials and four light conditions. The research was carried out between August and November of 2018, in the Center of Agrarian and Environmental Sciences of the State University of Paraíba. Stakes of *M. oleifera* had the bases immersed in solutions containing phyton- mones, later planted and transferred to protected environments in corresponding light conditions. Observations were made weekly to determine sprout number. After 60 days after planting, the number of surviving shoots and root formation were evaluated. The environments were monitored to determine the illuminance, mean air temperature, relative air humidity, mean soil temperature and evapotranspiration water consumption by the cuttings. Sprouts were recorded in blue, red and extreme red environments in association with the application of phytorials, however, only in the blue light there were surviving shoots and no treatment provided root formation. It was concluded that in protected environments lit with blue light and application of phytorials, allowed the sprouting and survival of the cuttings, even without root formation 60 days after planting. The illuminance was reduced in environments under light blue, red and extreme red. The air temperature was reduced under blue light, while the red and red extreme lights promoted increase of temperature and relative humidity of the air, temperature of the ground and consumption of water by the piles.

Keywords: Moringaceae. Quality of light. Temperature. Relative humidity. Water demand.

REFERÊNCIAS

1. AEKTHAMMARAT A, PANNANGPETCH P, TANGSUCHARIT P. ***Moringa oleifera* leaf extract lowers high blood pressure by alleviating vascular dysfunction and decreasing oxidative stress in L-NAME hypertensive rats.** *Phytomedicine*. v. 54, p. 9-16, 2019.
2. AGUILAR-CAMACHO M, WELTI-CHANES J, JACOBO-VELÁZQUEZ DA. **Combined effect of ultrasound treatment and exogenous phytohormones on the accumulation of bioactive compounds in broccoli florets.** *Ultrasonics Sonochemistry*. v. 50, p. 289-301, 2019.

3. AZZURRA A, MASSIMILIANO A, ANGELA M. **Measuring sustainable food consumption: A case study on organic food.** Sustainable Production and Consumption. V. 17, p. 95-107, 2019.

4. BARBOSA JC, MALDONADO JÚNIOR W. **Experimentação Agronômica & AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agronômicos.** Funep; 2015.

5. CARDOSO-GUIMARÃES CAF, NASCIMENTO EA, LUNA CLA, FERRAZ RLS, COSTA PS, ARAÚJO MA. **Germinação e crescimento inicial de Moringa oleifera sob variação do espectro luminoso e fitormônios.** In: IVII Encontro de Extensão, Pesquisa e Inovação em Agroecologia, 4., 2018, Picuí. Anais... Picuí: IFPB, 2018. p. 1-7.

6. CAVALCANTE JA, LOPES KP, PEREIRA NAE, SILVA JG, PINHEIRO RM, MARQUES RLL. **Extrato aquoso de bulbos de tiririca sobre a germinação e crescimento inicial de plântulas de rabanete.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. v. 13, n. 1, p. 39-44, 2018.

7. DOMENICO M, LINA C, FRANCESCA B. **Sustainable Crops for Food Security: Moringa (*Moringa oleifera* Lam.).** Encyclopedia of Food Security and Sustainability. v. 1, p. 409-415, 2019.

8. FERNANDES ALT, FRAGA JÚNIOR EF, TAKAY BY. **Avaliação do método Penman-Piche para a estimativa da evapotranspiração de referência em Uberaba, MG.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 15, n. 3, p. 270-276, 2011.

9. FERREIRA DF. **Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons.**

Ciência e Agrotecnologia. v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

10. FUKUDA N. **Plant growth and physiological responses to light conditions author links open overlay panel.** In: ANPO M, FUKUDA H, WADA T, editors. Plant Factory Using Artificial Light: Adapting to Environmental Disruption and Clues to Agricultural Innovation. Elsevier; 2019.

11. GAO H, YAN C, LIU Q, DING W, CHEN B, LI Z. **Effects of plastic mulching and plastic residue on agricultural production: A meta-analysis.** Science of The Total Environment. v. 651, p. 484-492, 2019.

12. GONZÁLEZ CV, JERÉZ DM, JOFRÉ MF, GUEVARA A, PRIETO J, MAZZA C, WILLIAMS LE, GIORDANO CV. **Blue light attenuation mediates morphological and architectural acclimation of *Vitis vinifera* cv. Malbec to shade and increases light capture.** Environmental and Experimental Botany. v. 157, p. 112-120, 2019.

13. JEONG SW, HOGEWONING SW, IEPEREN W. **Responses of supplemental blue light on flowering and stem extension growth of cut chrysanthemum.** Scientia Horticulturae. v. 165, p. 69-74, 2014.

14. JINI D, JOSEPH B. **Use of phytohormones in improving abiotic stress tolerance to rice.** In: HASANUZZAMAN M, FUJITA M, NAHAR K, BISWAS JK, editors. Advances in Rice Research for Abiotic Stress Tolerance. Woodhead Publishing;2019.

15. KONG Y, SCHIESTEL K, ZHENG Y. **Pure blue light effects on growth and morphology are slightly changed by adding low-level UVA or far-red light: A comparison with red light in four microgreen species.** Environmental and Experimental Botany. v. 157, p. 58-68, 2019.

16. LEMOINE ML, CHAVES AR, MARTÍNEZ GA. **Influence of combined hot air and**

UV-C treatment on the antioxidant system of minimally processed broccoli (*Brassica oleracea* L var. *Italica*). LWT - Food Science and Technology. v. 43, p. 1313-1319, 2010.

17. LEMOS FILHO LCA, CARVALHO LG, EVANGELISTA AWP, ALVES JÚNIOR J. **Análise espacial da influência dos elementos meteorológicos sobre a evapotranspiração de referência em Minas Gerais.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 14, n. 12, p. 1294-1303, 2010.

18. LIN KH, HUANG MY, HUANG WD, HSU MH, YANG ZW, YANG CM. **The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*).** Scientia Horticulturae. v. 150, p. 86-91, 2013.

19. LONG J, YUAN X, MA C, DU M, MA X, WEN Z, MA R, WANG Y, CAO Y. **Strongly enhanced luminescence of $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Mn}^{4+}$ phosphor by co-doping B^{3+} and Na^+ ions with red emission for plant growth LEDs.** Royal Society of Chemistry Advances. 2018;3.

20. MA G, ZHANG L, SETIAWAN CK, YAMAWAKI K, ASAI T, NISHIKAWA F, MAEZAWA S, SATO H, KANEMITSU N, KATO M. **Effect of red and blue LED light irradiation on ascorbate content and expression of genes related to ascorbate metabolism in postharvest broccoli.** Postharvest Biology and Technology. v. 94, p. 97-103, 2014.

21. MACIEL SPA, ZANELLA F, LIMA ALS. **Efeito do sombreamento sobre a produção de alface em hidroponia.** Rev Ciên Consci. 2007;2(1).

22. MUTTI PR, SILVA LL, MEDEIROS SS, DUBREUIL V, MENDES KR, MARQUES TV,

LÚCIO OS, SILVA CMS, BEZERRA BG. **Basin scale rainfall-evapotranspiration dynamics in a tropical semiarid environment during dry and wet years.** International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. v. 75, p. 29-43, 2019.

23. OKA Y, YAMAMOTO K. **Photoreceptor-Mediated Plant Development.** IN: ANPO M, FUKUDA H, WADA T, EDITORS. Plant Factory Using Artificial Light: Adapting to Environmental Disruption and Clues to Agricultural Innovation. Elsevier; 2019.

24. PAIVA EP, ROCHA RHC, PRAXEDES SC, GUEDES WA, SÁ FVS. **Crescimento e qualidade de mudas de romãzeira ‘wonderful’ propagadas por estaquia.** Revista Caatinga. v. 28, n. 2, p. 64-75, 2015.

25. PARAJULI K, JONES SB, TARBOTON DG, FLERCHINGER GN, HIPPS LE, ALLEN LN, SEYFRIED MS. **Estimating actual evapotranspiration from stony-soils in montane ecosystems.** Agricultural and Forest Meteorology. v. 265, p. 183-194, 2019.

26. PÁRAMO-CALDERÓN DE, APARICIO-SAGUILÁN A, AGUIRRE-CRUZ A, CARRILLO-AHUMADA J, HERNÁNDEZ-URIBE JP, ACEVEDO-TELLO S, TORRUCO-UCO JG. **Tortilla added with *Moringa oleífera* flour: Physicochemical, texture properties and antioxidant capacity.** LWT. v. 100, p. 409-415, 2019.

27. PEREIRA JRD, CARVALHO JA, MIGUEL DS, SANTANA MJ. **Consumo de água pela cultura do crisântemo cultivada em ambiente protegido.** Engenharia Agrícola. v. 25, n 3, p. 651-659, 2005.

28. PEREIRA MC, CARDOSO NP, GIANCOTTI PRF, ALVES PLAC. **Germinação de sementes de melão-de-são-caetano sob variação de água, luz e temperatura.** Bioscience Journal. v. 279, n 3, p. 363-370, 2011.

29. PIVETTA CR, HELDWEIN AB, MALDANER IC, RADONS SR, TAZZO IF, LUCAS

DD. **Evapotranspiração máxima do pimentão cultivado em estufa plástica em função de variáveis fenométricas e meteorológicas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 14, p. 768-775, 2010.

30. PODLEŠÁKOVÁ K, UGENA L, SPÍCHAL L, DOLEŽAL K, DIEGO N.

Phytohormones and polyamines regulate plant stress responses by altering GABA pathway. New Biotechnology. v. 48, p. 53-65, 2019.

31. POKORNY J. **Evapotranspiration.** In: Fath B. Encyclopedia of Ecology. Elsevier; 2019.

32. PURQUERO LFV, TIVELLI SW. **Manejo do ambiente em cultivo protegido.**

Informações Tecnológicas, Campinas, 2006. In: IAC, 2006. Acessado 01 Dezembro 2018.

Acessível:http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/MANEJO_Cultivo_Protegido/Manejo_Cultivo_protegido.htm.

33. REZENDE FPF, ZUFFELLATO-RIBAS KC, KOEHLER HS. **Aplicação de extratos de folhas e tubérculos de *Cyperus rotundus* L. e de auxinas sintéticas na estaquia caular de *Duranta repens* L.** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais. v. 15, n. 4, p. 639-645, 2013.

34. SANTOS LL, SEABRA JUNIOR S, NUNES MCM. **Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido.** Revista de Ciências Agro-Ambientais. v. 8, n. 1, p. 83- 93, 2010.

35. SCARIOT E, BONOME LTS, BITTENCOURT HVH, LIMA CSM. **Extrato aquoso de *Cyperus rotundus* no enraizamento de estacas lenhosas de *Prunus persica* cv.**

‘Chimarrita’. Revista de Ciências Agroveterinárias. v. 16, n. 2, p. 195-200, 2017.

36. SHAPIRO SS, WILK MB. **An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples).** Biometrika Trust. v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

37. SIMÕES CMO, SCHENKEL EP, GOSMANN G, MELLO JCP, MENTZ LA, PETROVICK PR. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5th ed. Florianópolis: Ed. da UFSC; 2003.
38. SOARES CS, SILVA JA, SILVA GN. **Produção de coentro em diferentes espaçamentos dos canais hidropônicos**. Pesquisa Agropecuária Pernambucana. v. 22, p. 1-5, 2017.
39. VALENGA MGP, BOSCHEN NL, RODRIGUES PRP, MAIA GAR. **Agro-industrial waste and *Moringa oleifera* leaves as antioxidants for biodiesel**. Industrial Crops and Products. v. 128, p. 331-337, 2019.
40. VIRK AK, KUMARI C, TRIPATHI A, KAKADE A, LI X, KULSHRESTHA S. **Development and efficacy analysis of a *Moringa oleifera* based potable water purification kit**. Journal of Water Process Engineering. v. 27, p. 37-46, 2019.
41. XU HL, XU QC, LI FL, FENG YZ, QIN FF, FANG W. **Applications of xerophytophysiology in plant production—LED blue light as a stimulus improved the tomato crop**. Scientia Horticulturae. v. 148, p. 190-196, 2012.
42. YAMASHITA OM, GUIMARAES SC, CAVENAGHI AL. **Germinação das sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em função da qualidade de luz**. Planta Daninha. v. 29, n. 4, p. 737-743, 2011.
43. YANG C, XIE F, JIANG Y, LI Z, HUANG X, LI L. **Phytochrome a negatively regulates the shade avoidance response by increasing auxin/indole acidic acid protein stability**. Developmental Cell. v. 44, n. 1, p. 29-41, 2018.
44. ZHANG Q, YU H, SUN P, SINGH VP, SHI P. **Multisource data based agricultural drought monitoring and agricultural loss in China**. Global and Planetary Change. v. 172,

p. 298-306, 2019.

45. ZHANG T, JEONG CH, CHENG WN, BAE H, SEO HG, PETRIELLO MC, HAN SG
Moringa extract enhances the fermentative, textural, and bioactive properties of yogurt.
LWT. v. 101, p. 276-284, 2019.