



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

VIVINEIDE DINIZ MARTINS

**PRÉ-TRATAMENTO COM LUZ E FITORMÔNIO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA
DE SEMENTES DE *Moringa oleifera***

**LAGOA SECA
2018**

VIVINEIDE DINIZ MARTINS

**PRÉ-TRATAMENTO COM LUZ E FITORMÔNIO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA
DE SEMENTES DE *Moringa oleifera***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agroecologia.

Área de concentração: Ciências Agrárias
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 o parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

M379p Martins, Vivineide Diniz.

Pré-tratamento com luz e fitormônio na qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleífera* [manuscrito] / Vivineide Diniz Martins. –2018.

22 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. Germinação. 2. Espectro luminoso. 3. Hormônios vegetais. I. Título

21. ed. CDD 582

VIVINEIDE DINIZ MARTINS

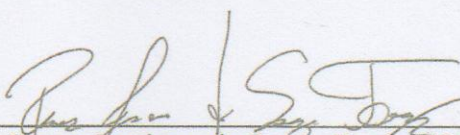
**PRÉ-TRATAMENTO COM LUZ E FITORMÔNIO NA QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Moringa oleifera***

Artigo, apresentado ao Programa de Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agroecologia.

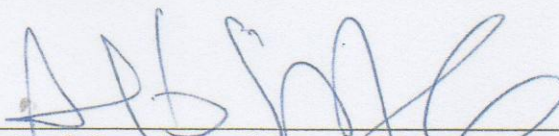
Área de concentração: Ciências Agrárias
Agroecologia/Fisiologia Vegetal.

Aprovada em: 04/12/2018.

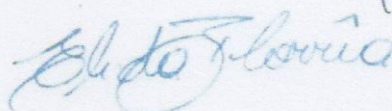
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rener Luciano de Souza Ferraz (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Alberto Soares de Melo
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof.ª Dr.ª Élide Barbosa Corrêa
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

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

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me permitido força, dedicação e entusiasmo para cumprir cada etapas da pesquisa.

Ao professor Dr. Renner Luciano de Souza Ferraz e a professora Me. Patrícia Costa pelas leituras sugeridas ao longo dessa orientação e por terem direcionado toda dedicação.

Aos meus pais Lúcia e Venâncio, meus filhos Robert Diniz Araújo e Rennan Wesley Diniz Araújo ao meu Esposo Zaqueu Aires de Queiroz aos meus irmãos Viviane, Vêneide, Vilany, Vilânia e Lucivaldo, meus cunhados David Lira, Ademildes e Bruna Viana meus sobrinhos, David filho, Pedro Henrique, Brenda, Bruno, Maria Eduarda, e Luiz Otávio pela compreensão por minha ausência nas reuniões familiares.

A equipe do GECAS- grupo de estudos em ciências agrárias no semiárido. Ao professor José Dantas da UFCG-Universidade Federal de Campina Grande, que contribuiu com a aquisição das sementes para a pesquisa.

Aos funcionários da UEPB, Campus II, pela presteza e atendimento quando nos foi necessário.

Aos colegas de classe pelos momentos de amizade e apoio.

“Não troco o meu “oxente” pelo “ok” de ninguém! Ariano Suassuna”.

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
CONCLUSÕES.....	17
ABSTRACT	18
REFERÊNCIAS.....	19

PRÉ-TRATAMENTO COM LUZ E FITORMÔNIOS NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Moringa oleifera*

VIVINEIDE DINIZ MARTINS*

RESUMO

Maior demanda por alimentos para garantia de segurança alimentar da população impulsionam o cultivo de plantas com potencial para múltiplos usos. Assim, objetivou-se avaliar o pré-tratamento com luz e extrato aquoso de tubérculos de tiririca na qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera*. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4, sendo quatro condições de luminosidade (luz branca, azul, vermelha e vermelho extremo) e quatro concentrações de extrato aquoso de tubérculos de tiririca (0, 25, 50 e 100%) obtidos de extrato aquoso de tubérculos de tiririca. O pré-tratamento com luz e extrato aquoso de tubérculos de tiririca, embora não tenha alterado a emergência das plântulas, influenciou a qualidade fisiológica das sementes, uma vez que o uso de luz vermelha reduziu o tempo médio de emergência, enquanto que as luzes azul, vermelha e vermelho extremo associadas a 50% de extrato aquoso de tubérculos de tiririca aumentaram o comprimento inicial da parte aérea. A utilização de luz azul induziu a formação de plântulas com menor comprimento final da parte aérea, no entanto, a aplicação de 100% de extrato aquoso de tubérculos de tiririca reverteu o menor crescimento. A luz branca associada às concentrações de 50 e 100% de extrato aquoso de tubérculos de tiririca promoveu maior taxa de crescimento relativo da parte aérea de plântulas.

Palavras-chave: Germinação. Espectro luminoso. Hormônios vegetais.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional, a segurança alimentar caracteriza-se como um desafio global. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO),

* Aluno de Graduação em Agroecologia na Universidade Estadual da Paraíba – Campus II.
Email: deinevi@hotmail.com

estima-se que 815 milhões de pessoas sofram atualmente de desnutrição (CICERI & ALLANORE, 2019).

A demanda por recursos está projetada para aumentar à medida que a população cresça até 2050, de acordo com a pesquisa, populações em todo o mundo precisam de 55% mais água, 60% mais alimentos e 80% mais energia (DAHER et al., 2019). Nesse sentido, a *Moringa oleifera* Lamark desempenha papel estratégico na indústria de alimentos, devido ao seu alto potencial nutritivo, além de possuir aminoácidos essenciais e se destacar como fonte de ferro (GUIMARÃES et al., 2018; PÁRAMO-CALDERÓN et al., 2019).

A *M. oleifera* é uma espécie da família Moringaceae, nativa da Índia e do Paquistão (DOMENICO; LINA; FRANCESCA, 2019), sendo bastante cultivada em regiões áridas e semiáridas, caracterizando-se em uma alternativa para alimentação humana e animal nestas regiões (KARTHICKEYAN, 2019).

Para as plantas, a luz não é apenas a força motriz da fotossíntese, mas também o sinal de transdução para regular a expressão gênica via fotorreceptores (BIAN et al., 2018). A intensidade e a qualidade da luz são importantes fatores para o crescimento e desenvolvimento das plantas. De acordo com Liu et al. (2018), acúmulo de flavonóides e biossíntese em plantas foram afetados por muitos fatores ambientais, como luz, temperatura, água e solo.

De acordo com Cavalcante et al. (2018), o extrato aquoso de tubérculos de tiririca (*Cyperus rotundus*) apresenta grande nível do fitorregulador ácido-3-indolbutírico (AIB), resultando na efetiva promoção de germinação de sementes. Assim, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar o pré-tratamento com luz e extrato aquoso de tubérculos de tiririca na qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera*.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada entre os meses de outubro e dezembro de 2018, no Laboratório de Fitopatologia e em ambiente telado no 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; SILVA; SILVA, 2017).

Para aplicação do *priming*, foram utilizadas sementes comerciais de *Moringa oleifera* Lamarck, obtidas da safra 2018, lote 00016 da empresa Arbocenter. Inicialmente, as sementes

passaram pelo processo de assepsia com hipoclorito de sódio a 1%, por 3 min (CARVALHO; CARVALHO, 2009), realizado sob luz verde, tida como luz de segurança, sem influência sobre os fitocromos (PEREIRA et al., 2011).

A aplicação do *priming* foi conduzida em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4, com quatro repetições de 24 sementes (PEREIRA et al., 2015). Os fatores consistiram de quatro condições de luminosidade (LBR = luz branca com emissão de $10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, LAZ = luz azul com comprimentos de onda de 400 a 485 nm, LVE = luz vermelha com comprimento de onda de 600 a 680 nm e LVX = luz vermelho extremo com comprimento de onda de 680 a 720 nm) e quatro concentrações de extrato (EAT₀ = controle 0%, EAT₂₅ = 25%, EAT₅₀ = 50% e EAT₁₀₀ = 100%) obtidos de extrato aquoso de tubérculos de tiririca (*Cyperus rotundus* L.).

As sementes foram alocadas em caixas plásticas, tipo gerbox, medindo 11x11x3,5 cm de comprimento, largura e altura, respectivamente. Para obtenção da luz branca, foram utilizadas caixas plásticas transparentes revestidas com quatro camadas de papel celofane transparente; para a luz azul, as caixas transparentes foram revestidas com quatro folhas de papel celofane azul; para a vermelha o revestimento foi com quatro folhas de papel celofane vermelho; e para o vermelho extremo, o revestimento foi com duas camadas de papel celofane vermelho e duas de azul, sobrepostas (YAMASHITA; GUIMARAES; CAVENAGHI, 2011).

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 10,0 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 (EAT₀ = 0%) foi utilizada água destilada, para EAT₂₅ = 25% a diluição foi com 75% de água destilada + 25% de solução estoque, para EAT₅₀ = 50% a diluição foi com 50% água destilada + 50% de solução estoque, enquanto que para EAT₁₀₀ = 100% foi utilizada a solução estoque sem diluição (REZENDE; ZUFFELLATO-RIBAS; KOEHLER, 2013; SCARIOT et al., 2017).

Em cada caixa, o substrato foi constituído de duas camadas de folha de papel 'germitex' umedecidas com as soluções correspondentes a cada tratamento, em volume correspondente a aproximadamente 2,5 vezes a sua massa seca (FERREIRA et al., 2017). As caixas contendo as sementes foram acondicionadas em câmara germinadora tipo *Biochemical Oxygen Demand*

(B.O.D.), regulada na temperatura de 30 ± 5 °C, com fotoperíodo de 8 horas (PEREIRA et al., 2015).

O tempo de aplicação do *priming* foi de 24 h, período necessário para embebição das sementes (fase II) sem que haja a conclusão do processo de germinação (GUIMARÃES; DIAS; LOUREIRO, 2008). Posteriormente, as sementes foram colocadas para secar durante 24 horas em bandejas de polietileno com dimensões de 30 cm x 20 cm x 5 cm de comprimento, largura e altura, respectivamente, as quais foram revestidas com duas camadas de papel absorvente e cobertas com papel celofane nas cores correspondentes às mesmas condições de luminosidade utilizadas durante a aplicação do *priming*.

Para avaliação da qualidade fisiológica e crescimento inicial das plântulas, as sementes utilizadas no *priming* foram semeadas na profundidade aproximada de 0,02 m em bandejas de polietileno, preenchidas com 3,0 kg de substrato arenoso autoclavado, com umidade mantida entre 90 e 100% da capacidade de campo (CC). As bandejas foram alocadas em ambiente telado com redução de 15% da luminosidade. O manejo da irrigação foi realizado diariamente pelo método de pesagens (PEREIRA et al., 2005).

As avaliações consistiram na quantificação de porcentagem de plântulas emergidas (PPE, %), índice de velocidade de emergência (IVE, adimensional), tempo médio de emergência (TME, em dias), comprimento médio inicial da parte aérea (CIA, em cm), comprimento médio final da parte aérea (CFA, em cm) e taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCRA, em $\text{cm cm}^{-1} \text{dia}^{-1}$) (FERRAZ et al., 2017).

A contagem das plântulas emergidas foi realizada em intervalos de 24 horas, sendo consideradas emergidas as que apresentaram surgimento de epicótilo $\geq 2,0$ mm na superfície do substrato. Transcorridos 24 dias, a contar da implantação do experimento, foi realizada a contagem para determinação da porcentagem de plântulas emergidas, sendo

$$PPE = \left(\frac{N_2}{N_1} \right) \times 100$$
 em que: PPE = porcentagem de plântulas emergidas, N_1 = número de

sementes colocadas para germinar e N_2 = número de plântulas emergidas.

O índice de velocidade de emergência (IVE) estima o número médio de plântulas emergidas por dia e, assim, quanto maior o valor obtido do IVE maior é a velocidade de emergência e, conseqüentemente, maior vigor das plântulas (MAGUIRE, 1962). O IVE foi

calculado através da fórmula:
$$IVE = \left(\frac{100}{N} \right) \times \sum \left(\frac{n}{j} \right)$$
, em que: N = número de sementes

semeadas, n = número de plântulas emergidas no dia j (j = o número de dias após a semeadura (A-AS-SAQY; CORLETO, 1978).

O tempo médio de emergência (TME) corresponde à média ponderada do tempo necessário para a emergência, ou seja, quanto menor este tempo, maior será a velocidade de emergência (EDMOND; DRAPALA, 1958). O tempo médio de emergência foi calculado

utilizando-se a relação: $TME = \frac{\sum \frac{n}{t}}{\sum n}$, em que: n = número de plântulas emergidas e t =

número de dias após a semeadura (LABOURIAU; VALADARES, 1976).

Transcorridos 13 dias de implantação do experimento, foram selecionadas duas plântulas uniformes por parcela, nas quais foram realizadas medições para determinação do comprimento médio inicial da parte aérea (CIA) e comprimento médio inicial da raiz (CIR), os quais foram aferidos utilizando-se de régua graduada em mm (FERRAZ et al., 2017).

Foi realizada a determinação da taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCRA), sendo essa variável obtida por meio da relação: $R = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1}$, em que: R = taxa de crescimento relativo; \ln = logaritmo neperiano; W_1 = comprimento inicial; W_2 = comprimento final; t_1 = tempo inicial e t_2 = tempo final (ECHER et al., 2010; FERRAZ et al., 2017).

Os dados das variáveis de resposta foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965). Atendidos os pressupostos de normalidade, foi realizada 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 determinada pela significância dos parâmetros de regressão (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015). Para realização das análises foi utilizado o *software* Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que as condições de luminosidade promoveram diferença significativa no tempo médio de emergência (TME), comprimento final da parte aérea (CFA) e taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCRA), enquanto que porcentagem de plântulas

emergidas (PPE), índice de velocidade de emergência (IVE) e comprimento inicial da parte aérea (CIA) não foram influenciados significativamente pela luz. Os fitormônios contidos no extrato aquoso de tubérculos de tiririca tiveram efeito significativo no CIA, enquanto que nas variáveis, PPE, IVE, TME, CFA e TCRA, não foi verificado efeitos dos fitormônios. Houve interação significativa entre as condições de luminosidade e os fitormônios para as variáveis, CIA, CFA e TCRA enquanto que as demais variáveis não foram influenciadas pela interação entre estes fatores (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo das análises de variância para germinação e crescimento inicial de *Moringa oleifera* sob variação espectral de luz e extrato aquoso de tubérculos de tiririca.

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios					
		PPE	IVE	TME	CIA	CFA	TCRA
Luz (L)	3	1,44 ^{ns}	0,44 ^{ns}	36e-4 ^{**}	1,41 ^{ns}	11,53 ^{**}	33e-3 ^{**}
Fitormônios (F)	(3)	249,55 ^{ns}	1,82 ^{ns}	77e-5 ^{ns}	2,76 [*]	2,10 ^{ns}	73e-4 ^{ns}
Regressão Linear	1	160,70 ^{ns}	1,52 ^{ns}	4e-6 ^{ns}	3,38 [*]	0,91 ^{ns}	20e-3 [*]
Regressão Quadrática	1	362,95 ^{ns}	1,95 ^{ns}	17e-4 ^{ns}	4,65 [*]	5,08 ^{ns}	12e-4 ^{ns}
Desvio da Regressão	1	224,98 ^{ns}	1,98 ^{ns}	55e-5 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,30 ^{ns}	7e-6 ^{ns}
Interação L x F	9	50,87 ^{ns}	0,55 ^{ns}	29e-5 ^{ns}	2,29 ^{**}	4,14 ^{**}	15e-3 ^{**}
Resíduo	48	120,08	1,00	77e-5	0,78	1,35	49e-4
CV (%)		31,64	31,44	9,44	14,89	13,25	50,95

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

Verificou-se que plântulas de *M. oleifera* tiveram menor tempo médio de emergência (0,086 dias) quando as sementes foram submetidas ao pré-tratamento (*priming*) com luz vermelha, diferindo significativamente dos TMEs registrados em plântulas oriundas de sementes submetidas ao *priming* com luz azul (0,095 dias) e vermelho extremo (0,095 dias), enquanto sob luz branca foi verificado valor intermediário de 0,092 dias (Figura 1).

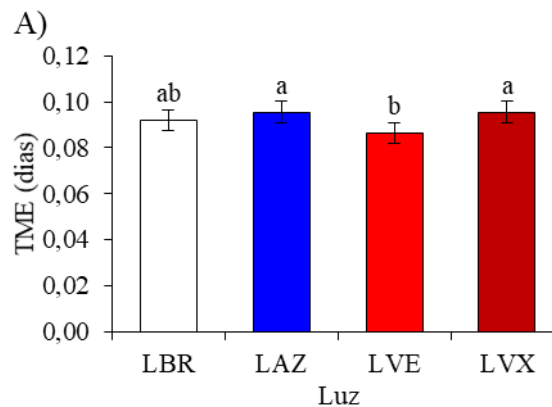


Figura 1. Tempo médio de emergência (TME) de plântulas de *M. oleifera* em função de condições de luminosidade.

A redução do TME sob luz vermelha (LVE) evidencia o papel fundamental da luz no processo de germinação e crescimento inicial de *M. oleifera*, isso sugere que a fotomorfogênese desta espécie é regulada por um conjunto de fotorreceptores para percepção do sinal luminoso, os fitocromos (KAMI et al., 2010; NEFF, 2012). De fato, menor TME e consequente maior velocidade de emergência se deve ao fato do *priming* com LVE ter ativado os fitocromos phyA, phyB, phyC, phyD e phyE, pois estes fotorreceptores são responsáveis pela percepção e modulação da luz e a expressão gênica por meio de sistemas de transdução de sinais (OKA; YAMAMOTO, 2019).

A partir do desdobramento da interação entre condições de luminosidade e o extrato aquoso de tubérculos de tiririca, verificou-se que, com a aplicação do *priming* com fitormônios obtidos de 50% de extrato aquoso de tubérculos de tiririca (FEAT), maior comprimento médio inicial da parte aérea (CIA) foi obtido sob luz azul (6,11 cm) e vermelho extremo (6,36 cm), diferindo significativamente dos 3,93 cm registrados sob luz branca, enquanto que sob luz vermelha as plântulas tiveram CIA intermediário de 5,58 cm (Figura 2A).

Maior comprimento inicial da parte aérea das plântulas de *M. oleifera* observado sob luz azul e vermelho extremo, se deve ao fato de que estas condições de luminosidade, comumente, promovem alongamento da parte aérea das plantas, o que pode ser explicado pela menor atividade dos fitocromos e evidência de respostas de evitação de sombra nos ambientes com baixa iluminância, condição recorrente em ambientes em que a incidência de luz branca é interrompida (KONG et al., 2018).

Plântulas de *M. oleifera* geradas de sementes submetidas ao *priming* com luz branca tiveram maior CIA (7,20 cm) quando não foram utilizados o extrato aquoso de tubérculos de tiririca (0% de FEAT) durante o *priming*. Na medida em que as concentrações do extrato aquoso de tubérculos de tiririca foram incrementadas até 73,7%, foi estimada redução significativa do CIA para 4,48 cm; no entanto, a partir deste ponto, a aplicação do extrato na concentração de 100% de FEAT promoveu aumento do CIA para 4,83 cm (Figura 2B).

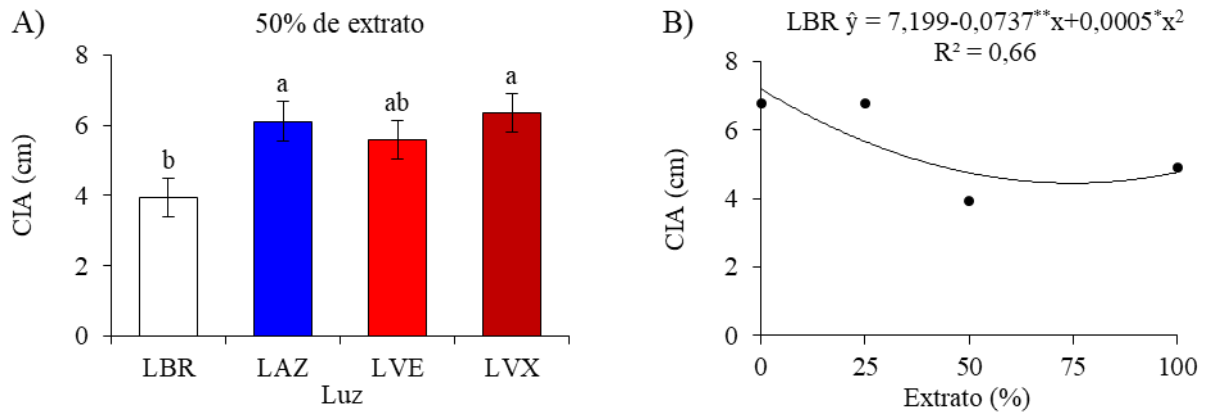


Figura 2. Comprimento médio inicial da parte aérea (CIA) de plântulas de *M. oleifera* em função do desdobramento de luz dentro de 50% de extrato (A) e concentrações de extrato dentro da luz branca (B).

Com base nesses resultados, pode-se inferir que maior comprimento inicial da parte aérea mensurado sob luz branca, se deve ao fato de que as plantas possuem reguladores naturais de crescimento que podem ter diversos efeitos e respostas na planta, com ação positiva na germinação e em seu desenvolvimento (SMALL; DEGENHARDT, 2018).

A ação dos reguladores decrescimento vegetal endógenos pode ser incrementada pela utilização de fitormônios naturais obtidos a partir de espécies acumuladoras, uma vez que as plantas sintetizam auxinas que, quando utilizadas em quantidade supra ótimas, podem ter efeito herbicida e reduzirem o crescimento, assim como observado sob luz branca (LV et al., 2018; BIELESZOVÁ et al., 2019). Ressalta-se que as variações registradas no crescimento inicial em resposta à luz e fitormônios indicam estratégias de adaptação aos estresses provocados pelo excesso de radiação solar, uma vez que algumas pesquisas mencionam o papel de fitormônios na tolerância aos estresses (BELMECHERI-CHERIFI et al., 2018).

Verificou-se que plântulas de *M. oleifera* oriundas de *priming* com as condições de luminosidade e sem aplicação do extrato aquoso de tubérculos de tiririca (0% de FEAT) tiveram maior comprimento médio final da parte aérea (CFA) sob luz vermelha (9,58 cm) e vermelho extremo (9,53) com diferença significativa em relação ao CFA de 7,29 cm obtido sob luz azul. Sob aplicação de 25% de FEAT no *priming*, verificou-se que a luz branca promoveu maior CFA (9,93 cm) diferindo dos 7,39 cm registrados sob luz azul. Com a aplicação de 50% de FEAT no *priming*, maior CFA (10,31 cm) foi verificado sob vermelho extremo, com diferença significativa em relação aos 6,68 cm e 7,71 cm obtidos sob luz azul e vermelha, respectivamente. No *priming* com 100% de FEAT, as plântulas tiveram maior CFA (10,55 cm) sob luz branca, diferindo dos 7,95 cm obtidos sob luz vermelha (Figura 3A).

As mudanças na atmosfera dos ambientes protegidos, sobretudo o uso de coberturas coloridas, reduziram a iluminância interna com luz branca, isso pode ter ativado fotorreceptores específicos relacionados ao crescimento e desenvolvimento das plântulas, como os criptocromos e fitocromos. A eficiência de interceptação e absorção de luz está associada às características espectrais de ambientes sombreados, com efeitos relevantes no crescimento, rendimento e na qualidade das plantas, cenário que ocorre em ambientes sob radiações azuis (GONZÁLEZ et al., 2019).

Os fitocromos (phy) e criptocromos (cry) são relacionados à percepção do sinal luminoso e sinalização biossintética de fitormônios, refletindo em adaptações de crescimento em função da quantidade e qualidade da luz (TSUCHIDA-MAYAMA et al., 2010). Neste contexto, é possível relacionar os mecanismos de ação destes fotorreceptores na regulação biossintética de fitormônios e seu papel no crescimento final da parte aérea das plântulas de *M. oleifera* (KONG et al., 2018).

Quando as sementes foram submetidas ao *priming* com luz azul, foi verificada interação com as concentrações de FEAT, de modo que as plântulas geradas nas parcelas não tratadas com o extrato aquoso de tubérculos de tiririca (0% de FEAT) tiveram CFA de 7,47 cm; porém, foi observado aumento para 9,63 cm na medida em que foram utilizados extrato na concentração de 100% de FEAT durante o *priming* (Figura 3B).

A atenuação da luz azul medeia a aclimatação de plântulas, as quais desencadeiam respostas fotomorfogênicas quando estão submetidas a baixa luminosidade (GONZÁLEZ et al., 2019). Segundo Fukuda (2019), as respostas do crescimento das plantas às mudanças nas condições de luz são resultantes da regulação síncrona dos sistemas de transdução de sinal por fotorreceptores e da regulação metabólica. Estas informações ajudam na compreensão das alterações no crescimento final da parte aérea, sobretudo no ambiente sob luz azul (MARCHETTI et al., 2018).

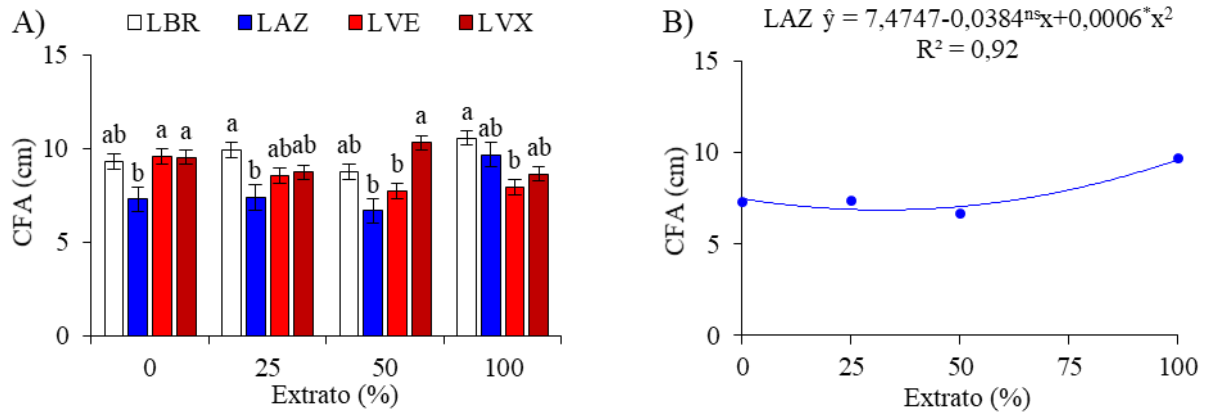


Figura 3. Comprimento médio final da parte aérea (CFA) de plântulas de *M. oleifera* em função do desdobramento de luz dentro de extrato (A) e concentrações de extrato dentro da luz azul (B).

Quando o *priming* de sementes foi realizado utilizando-se de 50% de FEAT, maior taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCRA) de plântulas de *M. oleifera* foi registrado sob luz branca ($0,093 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), diferindo significativamente dos valores observados sob luz azul ($0,009 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e vermelha ($0,035 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). Com a utilização de 100% de FEAT, foi verificada maior TCRA ($0,085 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) nas plântulas originadas do *priming* sob luz branca com diferença expressiva quando comparada aos valores de $0,034 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ obtido sob luz vermelha e $0,032 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ sob vermelho extremo (Figura 4A).

Quando o *priming* foi realizado sob luz branca, verificou-se que que sementes não submetidas à aplicação de FEAT (0%) originaram plântulas com TCRA de $0,040 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, enquanto que a utilização de 100% de FEAT promoveu aumento de TCRA para $0,100 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, o que representou aumento percentual de 60% (Figura 4B).

A suplementação de um espectro de luz branca com comprimentos de onda discretos assemelhando a luz natural, pode ser usada para manipular o rendimento total da parte aérea de plantas. Neste contexto, o uso de luz branca pode ter ativado a fotopercepção e desencadeado respostas adaptativas para maior taxa de crescimento das plântulas de *M. oleifera*. Embora comprimentos de onda na região do azul (400-500 nm) e vermelho (600-700 nm) do espectro visível sejam mais eficientes para a captura de CO_2 e liberação de O_2 , é importante ressaltar que os aumentos verificados na TCRA sob luz branca e fitormônios pode estar relacionado ao fato de que até 50% da composição espectral da luz branca estar situada entre 500 e 600 nm, abrangendo as luzes azul, verde, amarelo, vermelho e vermelho extremo (MICKENS et al., 2018).

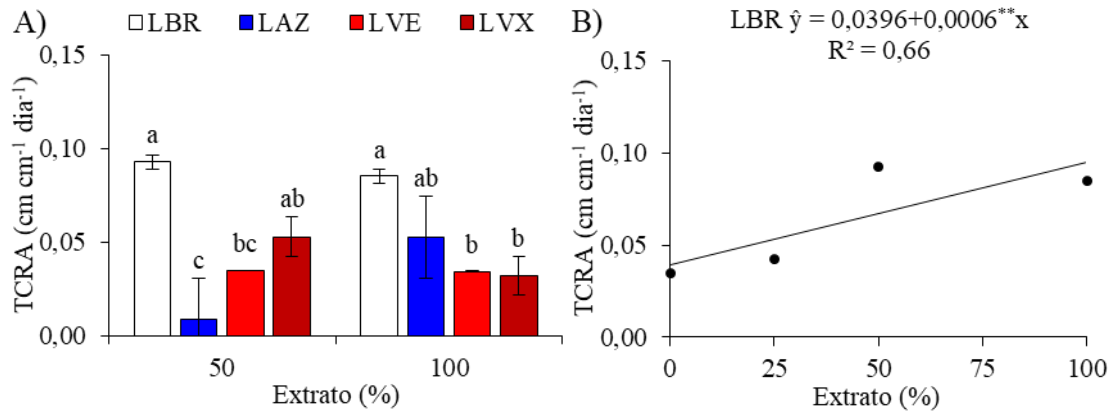


Figura 4. Taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCRA) de plântulas de *M. oleifera* em função do desdobramento de luz dentro de extrato (A) e concentrações de extrato dentro da luz branca (B).

As informações geradas nesta pesquisa são de fundamental importância para incremento do arcabouço tecnológico acerca do aumento da eficiência produtiva da *M. oleifera*, notadamente devido ao fato da aplicação de pré-tratamento de sementes com luz e extrato aquoso de tubérculos de tiririca proporcionar maior adaptabilidade desta espécie aos agroecossistemas, sobretudo na região Nordeste do Brasil. De fato, o manejo da luz pode ser uma estratégia promissora, isso porque a luz é um dos fatores mais importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas e que devido a sua natureza de radiação eletromagnética pode ser obtida de fontes naturais ou artificiais (XU, 2019).

Sinais de luz induzem respostas de desenvolvimento, como germinação, expansão de cotilédones, desenvolvimento de cloroplastos, alongamento de caules, crescimento de raízes e folhas, juntamente com senescência e floração. A luz sinaliza o movimento dos cloroplastos e a expressão gênica, desencadeando respostas das plantas, que incluem ritmos circadianos, fototropismo, abertura estomática, crescimento reduzido e posicionamento intracelular dos cloroplastos para aumentar a absorção de luz e isso ajuda as plantas a evitar a sombras, regula o alongamento das células, a germinação das sementes, o desenvolvimento reprodutivo e maior área foliar (METALLO et al., 2018).

CONCLUSÕES

O pré-tratamento com luz e o extrato aquoso de tubérculos de tiririca embora não tenha alterado a emergência das plântulas, influenciou a qualidade fisiológica das sementes de

Moringa oleifera, uma vez que o uso de luz vermelha reduziu o tempo médio de emergência, enquanto que as luzes azul, vermelha e vermelho extremo associadas a 50% do extrato aumentaram o comprimento inicial da parte aérea.

A utilização de luz azul induziu a formação de plântulas com menor comprimento final da parte aérea, no entanto, a aplicação de 100% do extrato aquoso reverteu o menor crescimento. A luz branca associada às concentrações de 50 e 100% do extrato aquoso de tubérculos de tiririca promoveu maior taxa de crescimento relativo da parte aérea de plântulas de *Moringa oleifera*.

PRE-TREATMENT WITH LIGHT AND PHYTOHORMONES IN THE PHYSIOLOGICAL QUALITY OF MORINGA OLEIFERA SEEDS

ABSTRACT

Increased demand for food to ensure food security of the population encourages the cultivation of plants with potential for multiple uses. Thus, the objective of this study was to evaluate the pre-treatment with light and aqueous extract of tuberose tubers in the physiological quality of *Moringa oleifera* seeds. A completely randomized design was used in a 4x4 factorial scheme, with four luminosity conditions (white, blue, red and extreme red light) and four concentrations of phytohormones (0, 25, 50 and 100%) obtained from aqueous extract of nutsedge tubers. Pre-treatment with light and phytohormones, although it did not alter the emergence of seedlings, influenced the physiological quality of the seeds, since the use of red light reduced the average time of emergence, while the blue, red and extreme red lights associated with 50% of phytohormones increased the initial length of the aerial part. The use of blue light induced the formation of seedlings with lower final shoot length, however, the application of 100% of phytohormones reversed the lowest growth. The white light associated with the concentrations of 50 and 100% of phytohormones promoted a higher relative growth rate of the seedlings.

Keywords: Germination. Light spectrum. Plant hormones.

REFERÊNCIAS

- A-AS-SAQUI, M.; CORLETO, A. Effect of seed presowing hardening on seedling emergence of four forage species. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 6, p. 701-709, 1978.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação Agronômica & AgroEstat** - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos. Funep, 2015.
- BELMECHERI-CHERIFI, H. et al. The growth impairment of salinized fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) plants is associated to changes in the hormonal balance. **Journal of Plant Physiology**, 2018. (In Press).
- BIAN, Z. et al. Effect of green light on nitrate reduction and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L.) under short-term continuous light from red and blue light-emitting diodes. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, 2018.
- BIELESZOVÁ, K. et al. New fluorescently labeled auxins exhibit promising anti-auxin activity. **New Biotechnology**, v. 48, p. 44-52, 2019.
- CARDOSO-GUIMARÃES, C. A. F. et al. **Caracterização morfométrica de sementes comerciais de *Moringa oleifera* para cultivo agroecológico**. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE MORINGA, 7., 2018, Salvador. Anais... Salvador: IFBA, 2018.
- CARVALHO, D. B.; CARVALHO, R. I. N. Qualidade fisiológica de sementes de guanxuma em influência do envelhecimento acelerado e da luz. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 489-494, 2009.
- CAVALCANTE, J. A. et al. Extrato aquoso de bulbos de tiririca sobre a germinação e crescimento inicial de plântulas de rabanete. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 13, n. 1, p. 39-44, 2018.
- CICERI, D.; ALLANORE, A. Local fertilizers to achieve food self-sufficiency in Africa. **Science of The Total Environment**, Amsterdã, v. 648, p. 669-680, 2019.
- DAHER, B. et al. Toward creating an environment of cooperation between water, energy, and food stakeholders in San Antonio. **Science of The Total Environment**, Amsterdã, v. 651, n. 2, p. 2913-2926, 2019.
- DOMENICO, M.; LINA, C.; FRANCESCA, B. Sustainable Crops for Food Security: Moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Encyclopedia of Food Security and Sustainability**, Amsterdã, v. 1, p. 409-415, 2019.
- ECHER, F. R. et al. Estresse hídrico induzido por manitol em cultivares de algodão. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 638-645, 2010.
- EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of the American Society For Horticultural Science**, Alexandria, v. 71, p. 428-434, 1958.

FERRAZ, R. L. S. et al. Atributos qualitativos de sementes de algodoeiro hidrocondicionadas em soluções de silício. **Científica**, São Paulo, v. 45, n. 1, p. 85-94, 2017.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, D. T. R. G. et al. Germinação de três Euphorbiaceae influenciada pela luz e níveis de palhada. **Revista Agro@mbiente On-line**, Cauamé, v. 11, n. 3, p. 215-222, 2017.

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

GONZÁLEZ, C. V. et al. Blue light attenuation mediates morphological and architectural acclimation of *Vitis vinifera* cv. Malbec to shade and increases light capture. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 157, p. 112-120, 2019.

GUIMARÃES, M. A.; DIAS, D. C. F. S.; LOUREIRO, M. E. Hidratação de sementes. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 2, n. 1, p. 31-39, 2008.

KAMI, C. et al. Light-Regulated Plant Growth and Development. In: LITSCHER, E. S.; WASSARMAN, P. M. (Ed.). **Current Topics in Developmental Biology**. Elsevier: Amsterdã, 2010. 29-66p.

KARTHICKEYAN, V. Effect of cetane enhancer on *Moringa oleifera* biodiesel in a thermal coated direct injection diesel engine”, **Fuel**, London, v. 235, p. 538-550, 2019.

KONG, Y. et al. Blue light associated with low phytochrome activity can promote elongation growth as shade-avoidance response: A comparison with red light in four bedding plant species. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 155, p. 345-359, 2018.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, p. 174-186, 1976.

LIU, Y. Light quality affects flavonoid production and related gene expression in *Cyclocarya paliurus*. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, Lausanne, v. 179, p. 66-73, 2018.

LV, B. et al. Local auxin biosynthesis mediates plant growth and development. **Trends in Plant Science**, Oxford, 2018. (In Press).

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evolution for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCHETTI, C. F. et al. Blue light suppression alters cytokinin homeostasis in wheat leaves senescing under shading stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 130, p. 647-657, 2018.

METALLO, R. M. et al. Influence of blue/red vs. white LED light treatments on biomass, shoot morphology, and quality parameters of hydroponically grown kale. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 235, p. 189-197, 2018.

MICKENS, M. A. et al. A strategic approach for investigating light recipes for 'Outredgeous' red romaine lettuce using white and monochromatic LEDs. **Life Sciences in Space Research**, v. 19, p. 53-62, 2018.

NEFF, M. M. Light-Mediated Seed Germination: Connecting Phytochrome B to Gibberellic Acid. **Developmental Cell**, Cambridge, v. 22, n. 4, p. 687-688, 2012.

NOUMAN, W. et al. Drought stress affects size but not nutritional quality, antioxidant system and composition of phenolic acids of *Moringa oleifera* leaves. **Medicinal & Aromatic Plants**, New Delhi, v. 6, n. 5, p. 37, 2017.

OKA, Y.; YAMAMOTO, K. Photoreceptor-Mediated Plant Development. In: ANPO, M.; FUKUDA, H.; WADA, T. (Ed.). **Plant Factory Using Artificial Light: Adapting to Environmental Disruption and Clues to Agricultural Innovation**. Elsevier: Amsterdã, 2019. 111-117p.

PÁRAMO-CALDERÓN, D. E. et al. Tortilla added with *Moringa oleifera* flour: Physicochemical, texture properties and antioxidant capacity. **LWT**, v. 100, p. 409-415, 2019.

PEREIRA, J. R. D. et al. Consumo de água pela cultura do crisântemo cultivada em ambiente protegido. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 651-659, 2005.

PEREIRA, K. T. O. et al. Germinação e vigor de sementes de *Moringa oleifera* Lam. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 2, p. 92-99, 2015.

PEREIRA, M. C. et al. Germinação de sementes de melão-de-são-caetano sob variação de água, luz e temperatura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 363-370, 2011.

REZENDE, F. P. F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Aplicação de extratos de folhas e tubérculos de *Cyperus rotundus* L. e de auxinas sintéticas na estaquia caulinar de *Duranta repens* L. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 15, n. 4, p. 639-645, 2013.

SCARIOT, E. et al. Extrato aquoso de *Cyperus rotundus* no enraizamento de estacas lenhosas de *Prunus persica* cv. 'Chimarrita'. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 16, n. 2, p. 195-200, 2017.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). **Biometrika Trust**, v. 52, p. 591-609, 1965.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC; 2003. 1102p.

SMALL, C. C.; DEGENHARDT, D. Plant growth regulators for enhancing revegetation success in reclamation: A review. **Ecological Engineering**, Oxford, v. 118, p. 43-51, 2018.

SOARES, C. S.; SILVA, J. A.; SILVA, G. N. Produção de coentro em diferentes espaçamentos dos canais hidropônicos. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 22, p. 1-5, 2017.

TSUCHIDA-MAYAMA, T. et al. Role of the phytochromo and cryptochrome signaling pathways in hypocotyl phototropism. **The Plant Journal**, v. 62, p. 653-662, 2010.

XU Y. Nature and Source of Light for Plant Factory. In: ANPO M, FUKUDA H, WADA T. (Ed.). **Plant Factory Using Artificial Light: Adapting to Environmental Disruption and Clues to Agricultural Innovation**. Elsevier: Amsterdã, 2019. 47-69p.

YAMASHITA, O. M; GUIMARAES, S. C; CAVENAGHI, A. L. Germinação das sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em função da qualidade de luz. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 4, p. 737-743, 2011.