ANAIS XVI CICURV, 2022,P.X-Y
ISSN: 2179-0574

XVII CICURV
Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Rio Verde

Avaliação da utilização de diodos emissores de luz (LEDs) sobre as características morfofisiológicas de plantas de *Alternanthera brasiliana* Kuntze

Igor Kioshi Hatisuka Marani[1], Márcio Rosa[2], Fábia Barbosa da Silva[3], Natanael Vitor de Souza Alves[4], Nayanne Rodrigues de Oliveira[5], Wendson Soares da Silva Cavalcante[6]

[1] Graduando do curso de Agronomia, Universidade de Rio Verde. Aluno de Iniciação Científica – PIVIC.
[2] Orientador, Prof. Dr. da Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde. E-mail: marciorosa@unirv.edu.br.
[3] Pós-doutoranda do Programa de Ciências Agrárias, Instituto Federal Goiano, Rio Verde.
[4] Graduando do curso de Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde.
[5] Graduanda do curso de Agronomia, Universidade de Rio Verde.
[6] Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade de Rio Verde.

Reitor:
Prof. Me. Alberto Barella Netto

Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação:
Prof. Dr. Carlos César E. de Menezes

Editor Geral:
Prof. Dr. Fábio Henrique Baia

Editor de Seção:
Prof. Dr. Guilherme Braz

Correspondência:
Igor Kioshi Hatisuka Marani

Fomento:
Programa PIBIC/PIVIC UniRV/ CNPq 2021-2022

Resumo: As respostas morfofisiológicas das plantas são moduladas não somente pela intensidade, mas também pela qualidade luminosa. A utilização de diodos emissores de luz (LEDs) permite a seleção criteriosa e específica dos comprimentos de onda desejados, diferentemente do que ocorre com as lâmpadas convencionais ou com a luz natural do Sol. Neste estudo objetivou-se investigar a influência da variação da qualidade de luz proporcionada por LEDs sobre as características morfofisiológicas de *Alternanthera brasiliana*, uma espécie herbácea perene, conhecida pela sua utilização na medicina popular para ações anti-inflamatórias, analgésicas e antivirais. Levanta-se a hipótese de que as características morfofisiológicas desta espécie também sejam influenciadas pela qualidade de luz incidente. Foram testados, sob delineamento inteiramente casualizado, 4 condições de qualidade de luz: Leds brancos, azuis, vermelhos e azuis + vermelhos na proporção 1:1, sob densidade de fluxo de fótons fotossintéticos de 400 µmol m^{-2} s^{-1}, com seis repetições cada. Aos 70 dias de cultivo foram avaliadas a fluorescência da clorofila a, as trocas gasosas das folhas e índices biométricos como altura de plantas, área foliar, área foliar específica e matéria seca total. Plantas de *A. brasiliana* apresentaram capacidade de crescer sob ambiente com suprimento de luz totalmente artificial. Contudo, ambientes com qualidade espectral mais ampla, como a proporcionada pela associação de LEDs azuis e vermelhos propiciaram um conjunto de respostas fisiológicas e biométricas que culminaram em maior acúmulo de biomassa.

Palavras-chave: Amaranthaceae. Eficiência fotoquímica. Qualidade de luz. Trocas gasosas.

Evaluation of the use of light emitting diodes (LEDs) on the morphophysiological characteristics of plants of Alternanthera brasiliana Kuntze

Abstract: The morphophysiological responses of plants are modulated not only by the intensity, but also by the light quality. The use of light-emitting diodes (LEDs) allows the careful and specific selection of the desired wa-

UniRV
Universidade de Rio Verde

velengths, unlike what happens with conventional lamps or with natural sunlight. This study aimed to investigate the influence of the variation in the quality of light provided by LEDs on the morphophysiological characteristics of *Alternanthera brasiliana*, a perennial herbaceous species, known for its use in folk medicine for anti-inflammatory, analgesic and antiviral actions. It is hypothesized that the morphophysiological characteristics of this species are also influenced by the quality of incident light. Four light quality conditions were tested under a completely randomized design: white, blue, red and blue + red LEDs in a 1:1 ratio, under a photosynthetic photon flux density of 400 µmol m^{-2} s^{-1}, with six repetitions each. At 70 days of cultivation, chlorophyll a fluorescence, leaf gas exchange and biometric indices such as plant height, leaf area, specific leaf area and total dry matter were evaluated. *A. brasiliana* plants showed the ability to grow in an environment with totally artificial light supply. However, environments with broader spectral quality, such as that provided by the association of blue and red LEDs, provided a set of physiological and biometric responses that culminated in greater accumulation of biomass.

Key words: Amaranthaceae. Photochemical efficiency. Light quality. Gas exchange.

Introdução

A luz é um fator fundamental para as plantas no processo de regulação de seu crescimento e desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. As respostas morfofisiológicas das plantas não dependem apenas da presença, atenuação ou ausência da luz, mas também da variação em qualidade luminosa (LARCHER, 2004). De acordo com o comprimento de onda da luz, a planta desencadeia respostas específicas. A luz azul (400-500 nm) pode controlar o fototropismo, a expansão foliar, o crescimento do caule e o acúmulo de antocianinas. Já a luz vermelha (660 nm) controla a germinação, o funcionamento do cloroplasto, o crescimento de caule e pecíolo, e ambos os comprimentos exercem influência na floração e na expressão de genes (CARVALHO; FOLTA, 2014).

A espécie *A. brasiliana* é uma espécie muito utilizada pela população devido ao seu apelo ornamental e medicinal sendo utilizada como anti-inflamatório, analgésico e antiviral (DELAPORTE et al., 2002). Levanta-se a hipótese de que as características morfofisiológicas e antioxidante nesta espécie também sejam influenciadas pela qualidade de luz incidente. A utilização de malhas coloridas tem sido uma estratégia para estudos de qualidade de luz em plantas. CONCEIÇÃO et al. (2020) verificou que plantas de *A. brasiliana* os índices de fluorescência da clorofila a e de trocas gasosas, independentemente do cultivo a pleno sol, sombrite preto ou malhas azuis e vermelhas não variaram. No entanto, as malhas coloridas são limitadas quanto à pureza espectral. Nos últimos anos tem sido proposta a utilização de lâmpadas de diodo emissor de luz (LEDs), devido permitirem a seleção criteriosa e específica dos comprimentos de onda desejados, diferentemente do que ocorre com as lâmpadas convencionais ou quando se utiliza a luz natural do Sol. Além disso, esse sistema apresenta vantagens comparadas ao sistema convencional (lâmpadas fluorescentes), como a elevada eficiência de conversão fotoelétrica, baixa emissão de calor, pelo longo período de vida, pela massa e pelo volume pequeno, além de possibilitar a utilização do espectro de luz com comprimentos de ondas específicos (LAZZARINI et al., 2017).

Assim, a oportunidade de selecionar comprimentos de onda específicos a partir dos LEDs permite o estudo de respostas a fotorreceptores correspondentes, bem como oportuniza o estímulo de rotas biossintéticas para a produção de fitoquímicos de interesse comercial. Nesse sentido, a determinação da qualidade espectral ótima por meio de LEDS é um importante ponto para melhorar o crescimento e do desenvolvimento das plantas, bem como para otimizar a produção de bioativos. Nesse contexto, objetivou-se com este estudo avaliar a influência da qualidade da luz proporcionada por LEDs sobre as respostas morfofisiológicas de *A. brasiliana*.

Material e Métodos

As plantas foram obtidas a partir de estacas adultas cultivadas no viveiro da Universidade de Rio Verde. Foram utilizadas estacas de aproximadamente 20 cm com pelo menos duas gemas. As estacas tiveram suas folhas retiradas, foram cultivadas em vasos contendo 3L, numa mistura com três partes de solo com acidez corrigida e uma de substrato Bioplant Plus® com acidez corrigida e posteriormente expostas a quatro ambientes espectrais em sala de crescimento: luz de LEDs brancos, azuis, vermelhos e azuis + vermelhos na proporção 1:1, sob densidade de fluxo de fótons fotossintéticos de 400 ±20 µmol m^{-2} s^{-1}, sob fotoperíodo de 12h, e

temperatura ajustada para 25 ºC. A intensidade e a qualidade de luz foram verificadas pelo espectrômetro LI-180 (Li-Cor, Nebraska, USA). Os vasos foram dispostos sob estrutura metálica de 0,60m x 0,90m e altura ajustável, com seis repetições cada, em delineamento inteiramente casualizado. Aos 70 dias de cultivo as plantas foram submetidas a avaliações morfofisiológicas.

Fluorescência da clorofila a: foi determinada com o uso de fluorômetro portátil FluorPen FP 100 (Photon Systems Instruments; Drasov, Czech Republic) em folhas não destacadas, previamente adaptadas ao escuro por 30 minutos para oxidação completa do sistema fotossintético de transporte de elétrons. Posteriormente, as folhas foram submetidas a pulso saturante de 3000 µmol m^{-2} s^{-1} permitindo estimar alguns índices bioenergéticos do fotossistema II, conforme Strasser et al. (2000).

Avaliações de trocas gasosas: foram avaliadas para registro das taxas fotossintética (A, µmol m^{-2} s^{-1}) e transpiratória (E,mmol m^{-2} s^{-1}), da condutância estomática (g_s, mol H_2O m^{-2} s^{-1}), e da relação entre a concentração interna e externa de CO_2 (Ci/Ca) por meio de analisador de gases no infravermelho portátil (IRGA) modelo LI-6800 (Licor, Nebraska, EUA), com densidade de fluxo de fótons ajustada para 1000 µmol m^{-2} s^{-1}. Para estas avaliações foram selecionadas as porções medianas de folhas maduras completamente expandidas. Estas medições foram realizadas entre às 08:00 e 11:00 horas.

Características biométricas: foram avaliadas as seguintes variáveis biométricas: altura da planta; área foliar, expressa em cm², mensurada por meio de integração de imagens utilizando o software Image J®; massa seca de órgãos e da planta inteira obtida em g, mediante pesagem em balança digital analítica após secagem em estufa com circulação de ar forçado a 65ºC por 72h e área foliar específica obtida pela razão entre a área foliar e a massa seca.

Análise estatística: os dados foram submetidos a análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de t-LSD (p<0,05).

Resultados e Discussão

Verificou-se que os parâmetros rendimento quântico máximo – φPo (Figura 1A) e índice de desempenho fotoquímico - PIABS (Fig. 1B) determinados pela avaliação de fluorescência da clorofila, foram inferiores sob LEDs vermelhos, não variando entre as demais qualidades de luz. A ausência da ativação de criptocromos e a limitação na produção de clorofilas decorrente da falta de luz azul podem estar relacionadas a menor eficiência fotoquímica (LANDI et al., 2020). Os maiores índices de dissipação de calor, φDo (rendimento quântico de dissipação de energia) e DioRC (fluxo de dissipação de energia por centro de reação) sob os LEDs vermelhos reforçam que essa condição é limitadora para o aparato fotossintético.

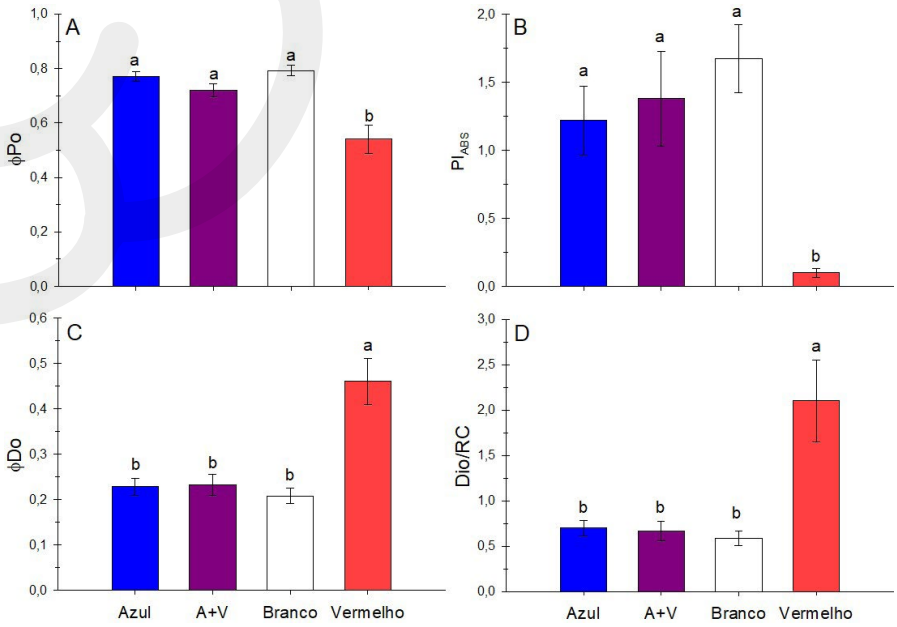


Figura 1. Rendimento quântico potencial - φPo (A), índice de desempenho fotoquímico - PIABS (B), rendimento quântico de dissipação de energia - φDo (C) e fluxo de dissipação de energia por centro de reação - DioRC (D) em plantas de *Alternanthera brasiliana* cultivadas por 70 dias sob LEDs de diferentes qualidades de luz

Não foram observados impactos expressivos da qualidade de luz sobre as respostas estomáticas, visto que a condutância estomática (Fig. 2A) e a taxa transpiratória (Fig. 2B) não foram afetadas. No entanto, sob LEDs vermelhos a taxa fotossintética (Fig. 2C) e a eficiência de carboxilação (Fig. 2D) foram menores em relação aos demais ambientes. O baixo desempenho fotoquímico sob LEDs vermelhos, demonstrado pela avaliação da fluorescência da clorofila a indica menor aporte de ATP para as reações do Ciclo de Calvin, consequentemente diminuindo a capacidade carboxilativa. Adicionalmente, atribui-se a luz vermelha, a diminuição do conteúdo de Rubisco (MUNEER et al., 2014) o que contribui para diminuir a taxa fotossintética e a eficiência de carboxilação.

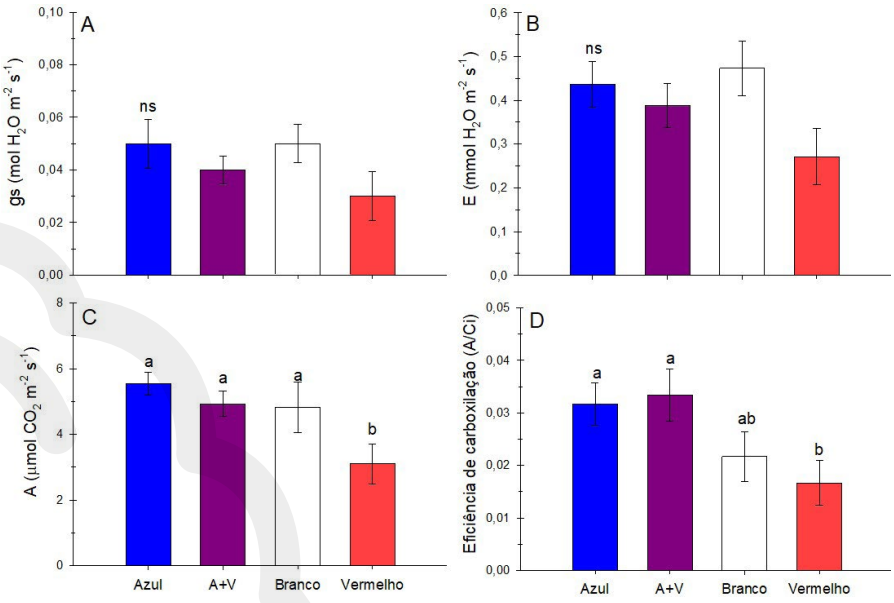
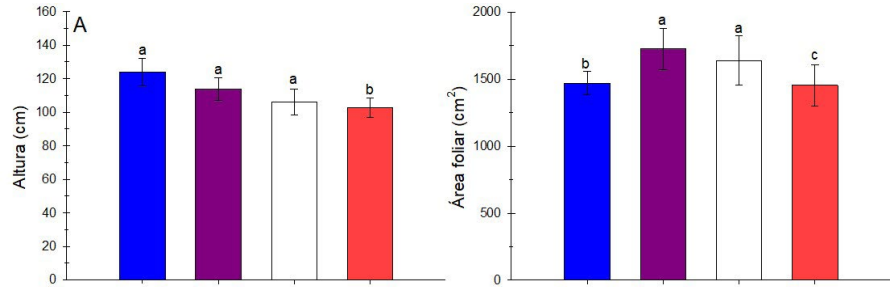


Figura 2. Condutância estomática - g_s (A), taxa transpitarória -E (B), taxa fotossintética – A (C) e eficiência de carboxilação – A/Ci (D) em plantas de *Alternanthera brasiliana* cultivadas por 70 dias sob LEDs de diferentes qualidades de luz

O baixo desempenho fisiológico observado nas plantas sob LED vermelho refletiu sobre as características biométricas, sendo observados menores médias de altura (Fig. 3A), área foliar (Fig. 3B) e matéria seca total (Fig. 3D). A menor área foliar específica observada nesta condição indica menor espessura da folha (ROSA, 2020). As respostas negativas observadas sob LEDs vermelhos monocromáticos podem estar relacionadas à indução do acúmulo de amido nos cloroplastos e consequente inibição da fotossíntese nas plantas (SÆBØ et al., 1995). Os efeitos negativos induzidos pela luz vermelha monocromática, são também chamados de "síndrome da luz vermelha", o que ocorre principalmente pela alta estimulação do fitocromo devido à falta de luz vermelha distante, ou mesmo pela ausência de azul, tendo efeitos diretos no crescimento das plantas (KELLER et al., 2011; TROUWBORST et al., 2016).

O maior acúmulo de matéria seca sob associação de LEDs azuis e vermelhos (Fig. 3D) refletem os bons índices fisiológicos e possivelmente se deve ao efeito sinérgico entre estas faixas espectrais (HE et al., 2017).



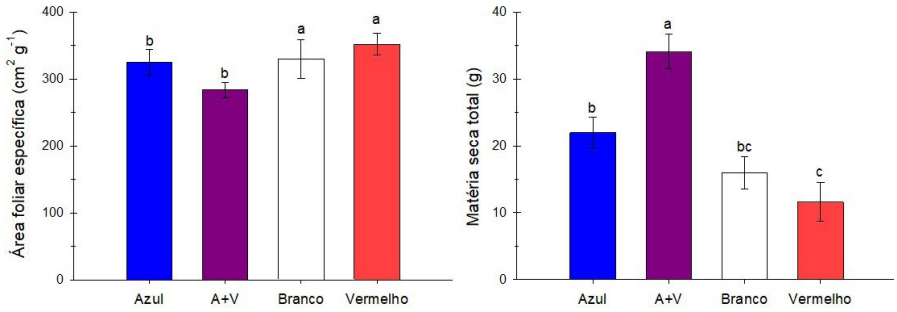


Figura 3. Altura (A), área foliar (B), área foliar específica (C) e matéria seca total (D) em plantas de *Alternanthera brasiliana* cultivadas por 70 dias sob LEDs de diferentes qualidades de luz.

Na Fig. 4 atesta-se que as plantas de A. brasiliana foram capazes de crescer sob luz totalmente artificial proporcionada por LEDs, sendo o cultivo indoor uma alternativa promissora para o cultivo de espécies para produção de compostos bioativos.

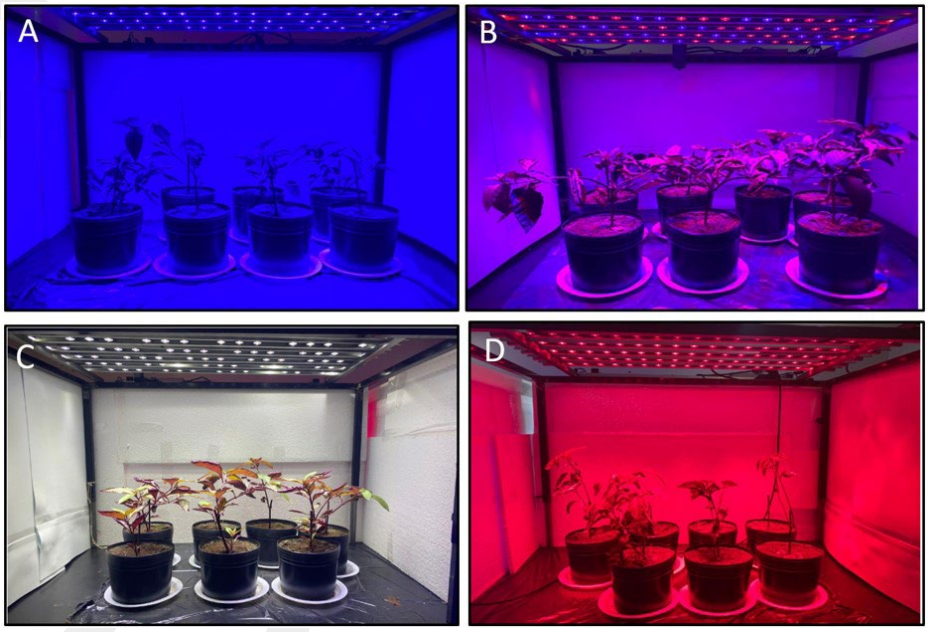


Figura 4. Plantas de Alternanthera brasiliana Kuntze expostas a diferentes qualidades de luz LED: azul (A), azul+vermelho (B), branco (C) e vermelho (D).

Conclusão

Plantas de *Alternanthera brasiliana* apresentaram capacidade de crescer sob ambiente com suprimento de luz totalmente artificial. Contudo, ambientes com qualidade espectral mais ampla, como a proporcionada pela associação de LEDs azuis e vermelhos proporcionaram um conjunto de respostas fisiológicas e biométricas que culminaram em maior acúmulo de biomassa.

Agradecimentos

Ao Programa de Iniciação Científica da Universidade de Rio Verde pela oportunidade de realizar a pesquisa (PIVIC) e ao Laboratório de Estudos Avançados em Agricultura Vertical (LEAV) do IF-Goiano-Campus Rio Verde pelo apoio nas avaliações fisiológicas.

Referências Bibliográficas

CARVALHO, S.D.; FOLTA, K.M. Sequential light programs shape kale (*Brassica napus*) sprout appearance and alter metabolic and nutrient content. **Horticulture Research**, v.8, p.1-13, 2014.

CONCEICAO, M. S; TAVARES, G. F.; DÁRIO, B. M. M.; BARROS, S. D.; OLIVEIRA, N. R.; ROSA, M. Respostas fisiológicas de *Alternanthera brasiliana* Kuntze expostas a diferentes condições espec-

trais. In: **Anais do II Cepex** - Congresso de ensino, pesquisa e extensão - XIV Congresso de iniciação científica da Universidade de Rio Verde, 2020.

DELAPORTE et al. Estudo farmacognóstico das folhas de *Alternanthera brasiliana* (L.) Kuntze (Amaranthaceae). **Acta Farm. Bonaerense***,* v.21 (3), p.169-74, 2002.

HE, J.; QIN, L.; CHONG, E. L.; CHOONG, T. W.; LEE, S. K. Plant growth and photosynthetic characteristics of *Mesembryanthemum crystallinum* grown aeroponically under different blue-and red-LEDs. **Frontiers Plant Science**, v. 8(5): 361, 2017.

LANDI, M.; ZIVCAK, M.; SYTAR, O.; BRESTIC, M.; ALLAKHVERDIEV, S. I. Plasticity of photosynthetic processes and the accumulation of secondary metabolites in plants in response to monochromatic light environments: A review. **BBA-Bioenergetics**,

148131, 2020.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**, São Carlos, SP. Editora Rima, 2000, 531p.

LAZZARINI, L. E. S.; PACHECO, F. V.; SILVA, S.T.; COELHO, A. D.; MEDEIROS, A. P. R.; BERTOLUCCI, S. K. V.; PINTO, J. E.B. P.; SOARES, J. D. R. Uso de Diodos Emissores de Luz (LED) na Fisiologia de Plantas Cultivadas - Revisão. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 2, p. 137-144, 2017.

KELLER, M. M.; JAILLAIS, Y.; PEDMALE, U. V.; MORENO, J. E.; CHORY, J.; BALLARÉ, C. Cryptochrome 1 and phytochrome B control shade-avoidance responses in *Arabidopsis* via partially independent hormonal cascades. **The Plant Journal**, v. 67(2), p.195–207, 2011.

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

ROSA, M. Photon flux density and wavelengths alter the morphophysiological and chemical characteristics of Anacardium othonianum Rizz in vitro. **Tese** (Doutorado em Biotecnologia e Biodiversidade) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, p. 90. 2020.

SÆBØ, A.; KREKLING, T.; APPELGREN, M. Light quality affects photosynthesis and leaf anatomy of birch plantlets *in vitro*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture,** v. 41(2), p.177–185, 1995.

STRASSER, R.J.; SRIVASTAVA, A.; TSIMILLI-MICHAEL, M The fluorescence transient as a tool to characterize and screen photosynthetic samples, pp. 445–483. *In* YUNUS, M.; PATHRE, U.; MOHANTY, P (eds.). **Probing Photosynthesis: Mechanism, Regulation and Adaptation.** Taylor and Francis. New York, 2000.

TROUWBORST, G.; HOGEWONING, S.W.; VAN KOOTEN, O.; HARBINSON, J.; VAN IEPEREN, W. Plasticity of photosynthesis after the “red light syndrome” in cucumber. **Environmental and Experimental Botany**, v. 121, p.75–82, 2016.