

CRESCIMENTO DE ALFACE CULTIVADA SOB ILUMINAÇÃO DE DIODOS EMISSORES DE LUZ

JUAREZ PAZ PEDROZA^{1*}; SABRINA CORDEIRO DE LIMA²; JOÃO MIGUEL DE MORAES NETO³; DANIELE FERREIRA DE MELO⁴; TAINARA TÂMARA SANTIAGO SILVA⁵

¹Prof. Dr., UFCG, Campina Grande-PB, juarez.ppedroza2016@gmail.com

²Doutoranda em Engenharia Agrícola UFCG, Campina Grande-PB, sabrina.lcordeiro@gmail.com;

³Prof. Dr., UFCG, Campina Grande-PB, j.miguel.moraes@hotmail.com

⁴Doutoranda em Engenharia Agrícola UFCG, Campina Grande-PB, danimelo.ufcg@hotmail.com;

⁵ Prof.^a Dra., IFGoiano, Campos Belos-GO, tainara.eng.agri@gmail.com;

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC

Palmas/TO – Brasil

17 a 19 de setembro de 2019

RESUMO: A iluminação com diodos emissores de luz (LED) de estufas de produção agrícola é uma tecnologia eficiente no desenvolvimento das culturas. Com o objetivo de avaliar o impacto da iluminação de LED vermelhos e azuis (R/B) em diferentes combinações sob o crescimento de cultivares de Alface realizou-se este experimento, em ambiente protegido sem influência de fatores ambientais externos. Os tratamentos de luz aplicados foram diferentes combinações de luzes de LED em vermelho e azul (R/B) na faixa espectral de 445 – 660 nm (LED 5:1, LED 3:1, LED R:B e LED 6:3), e duas cultivares de alface (Crespa e Lisa), resultando em um fatorial 4x2, em delineamento inteiramente casualizado, com 6 repetições. As avaliações realizaram-se aos 21 DAT, onde foram determinados o Número de Folhas (NF), a Cobertura Foliar (CF) e a Área Foliar (AF) da alface. A combinação de luz LED 5:1 promoveu um maior crescimento das plantas, e a cultivar de alface crespa mostrou-se mais adequada às condições submetidas.

PALAVRAS-CHAVE: LED, *Lactuca Sativa*, Qualidade de luz.

GROWING OF LETTUCE CULTIVATED UNDER LIGHTING EMITTING LIGHT

ABSTRACT: LED illumination of agricultural production greenhouses is an efficient technology in crop development. In order to evaluate the impact of red and blue (R / B) LED illumination on different combinations under the growth of lettuce cultivars, this experiment was carried out, in protected environment without influence of external environmental factors. The applied light treatments were different combinations of red and blue (R / B) LED lights in the spectral range of 445-660 nm (5: 1 LED, 3: 1 LED, R: B LED and 6: 3 LED), and two lettuce cultivars (Curly and Smooth), resulting in a 4x2 factorial, in a completely randomized design with 6 replicates. The evaluations were carried out at 21 DAT, where the number of leaves (NF), leaf cover (CF) and leaf area (AF) of lettuce were determined. The combination of 5: 1 LED light promoted a higher growth of the plants, and the cultivar of crisp lettuce was more adequate to the submitted conditions.

KEYWORDS: LED, *Lactuca Sativa*, Light quality.

INTRODUÇÃO

A utilização de iluminação artificial promovida pelos diodos emissores de luz (LEDs) representam uma tecnologia promissora para a indústria de estufas agrícolas pois possuem vantagens técnicas em relação às fontes de iluminação tradicionais, e ainda, a possibilidade de uma produção eficiente independentemente de fatores climáticos.

O espectro de luz que a planta necessita para realizar fotossíntese está em uma faixa de cerca de 400 a 720 nm, que compreende a faixa espectral de luz azul (400-520 nm) e vermelha (610-720 nm), os

sistemas de iluminação LED devem fornecer, portanto, comprimentos de onda vermelhos e azuis, cobrindo o intervalo necessário para a fotossíntese de plantas (Xu et al., 2016).

A inserção da cultura da alface neste meio tecnológico dar-se em virtude do seu alto consumo, no Brasil, 4,8% da quantidade (gramas) de hortaliças adquiridas para consumo domiciliar é de alface (CANELLA et al., 2018). E a combinação de luz LED R:B é importante para a expansão das folhas da alface (Li et al., 2010; Hogewoning et al., 2010; Johkan et al., 2012).

De todo modo, a investigação sobre a relação R: B fornecidas por luzes LED como única fonte de energia luminosa precisa ser melhor estudada. E segundo Wang et al. (2016) os estudos sobre os efeitos de diferentes combinações R: B no crescimento da alface ainda são escassos.

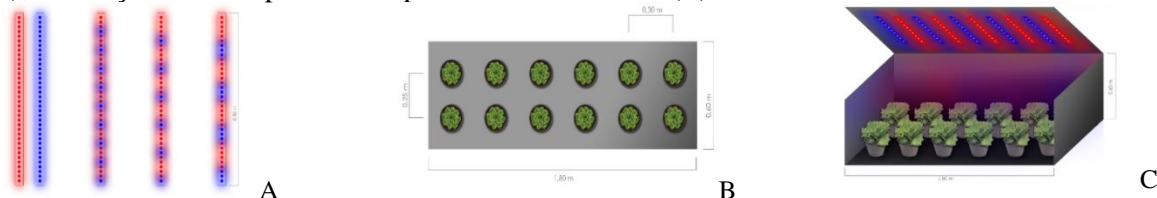
Com isso, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o crescimento de duas cultivares de alface e determinar qual cultivar obteve um melhor desempenho em função dos tratamentos de diferentes combinações de iluminação LED disponíveis no mercado.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se este experimento na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN). E instalado em uma estrutura vertical com quatro prateleiras de alvenaria em ambiente fechado.

O delineamento experimental utilizado foi o DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado) com os tratamentos arranjados em esquema fatorial (4x2). Sendo 4 variações de Luz com função RGB para iluminação hortícola em diferentes combinações de Vermelho e Azul (R:B), 6:3, 5:1, 3:1 e LED 100% Vermelha e 100% azul alternadas (LED R:B) (Figura 1 A), e 2 cultivares de alface (Lisa e Crespa), com 6 repetições, totalizando 48 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi constituída de uma planta por vaso espaçadas em 30 x 25 cm (Figura 1 B). As barras de LED foram instaladas na parte superior das prateleiras, 30 cm acima das plantas, espaçadas em 15 cm, totalizando 10 barras por prateleira (Figura 1 C).

Figura 1. Combinações de luz R/B (vermelho/azul) (A); Disposição dos vasos nas bancadas de cultivo (B); Instalações das lâmpadas LED para cultivo de Alface (C).



A fonte de iluminação de LED foi em barras de 50cm compostas por 36 lâmpadas com uma potência de saída de 10 W. Com saídas de pico a 445 nm da região do azul (B) e 660 nm na região do vermelho (R). As barras foram conectadas a uma fonte de 12v e 5A (em cada prateleira). O fotoperíodo foi controlado por um timer digital programável, proporcionando às plantas 12 horas de luz. A atmosfera de estufa não foi enriquecida em CO₂ durante o experimento.

As mudas de cultivares de Alface “Crespa” (Veneranda) e “Lisa” (Regina) foram semeadas em espuma fenólica e coletadas para transplante com 30 dias após semeadura (DAS), com 8 folhas definitivas, em média, fornecidas por produtor do município de Lagoa Seca-PB. E transplantadas para vasos de 4,8 l, compostos por uma camada de brita e tela abaixo da camada de solo para facilitar a drenagem. Os vasos foram completados com cerca de 5 kg de solo de textura Franco Arenosa.

O solo foi adubado antes de ser transferido para os vasos com NPK, seguindo metodologia proposta por Novais et al. (1991), em que, a fonte de nitrogênio foi o nitrato de cálcio (15,5% de Ca (NO₃)₂), a fonte de fósforo foi o ortofosfato simples (18% de P₂O₅) e de potássio, o cloreto de potássio (60% de K).

Para confecção da curva retenção de água no solo utilizou-se o Software SWRC Fit tomando como parâmetro a equação de Van Genuchten (1980). Para manejo da irrigação foram instalados as 15 cm de profundidade 4 tensiômetros de punção um em cada prateleira de tratamento de Luz. Com tensiômetro digital foram aferidas diariamente a tensão de retenção de água no solo. A umidade crítica tomada como parâmetro foi 15 kpa (Marouelli, 2008). O solo para recebimento das plantas de alface foi

colocado em seu estado de capacidade de campo, aplicando uma lâmina de água de 23mm, por ocasião de transplântio, e realizada a reposição quando acusada a tensão crítica estabelecida.

Aos 11 e 21 DAT foi determinado o número de folhas (NF) obtido através de contagem das folhas de cada planta. E a cobertura foliar (CF), onde, cada unidade experimental foi fotografada com câmera digital, numa superfície de contraste tomando como parâmetro uma área de referência de 36 cm² (Figura 2); O número de pixels correspondentes à área de referência foi correlacionado com o número de pixels correspondentes a área de verde (coberta pelas folhas) e assim foi determinada a cobertura foliar de cada planta, utilizando um programa de edição de imagens (Adobe Photoshop versão 2017). Na determinação da (AF) foi utilizado o método de Benincasa (1986), em análise destrutiva ao final do experimento (21 DAT).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2014). Os efeitos das diferentes variações nas combinações da iluminação e das cultivares foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 1 e 5% de probabilidade ($p < 0,01$; $p < 0,05$). Na ocorrência de interação entre os fatores desdobraram-se os efeitos dos tratamentos de luz em função das cultivares.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para o Número de Folhas (NF) e Cobertura Foliar (CF) aos 11 e 21 DAT, e para a Área Foliar (AF), aos 21 DAT da alface cultivada sob iluminação LED está apresentado na Tabela 1.

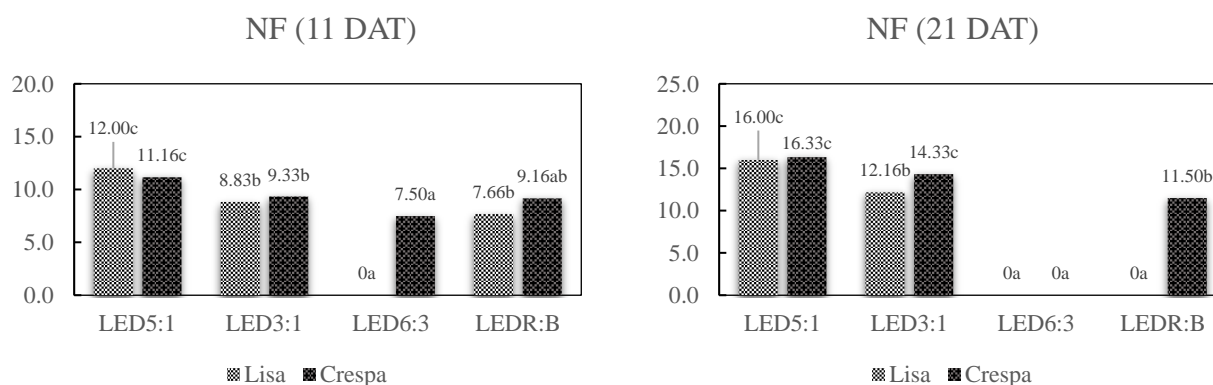
Tabela 1. Resumo da análise de variância para os dados de NF e CF da alface cultivada sob iluminação LED aos 11 e 21 DAT.

Fonte de Variação	GL	NF		CF	
		11 DAT	21 DAT	11 DAT	21 DAT
Iluminação (L)	3	128,30**	643,25**	53486,46**	21
Cultivar (C)	1	56,33**	147**	395662,82**	231079,59**
LxC	3	40,66**	88,05**	19676,58*	216174,72**
Erro	40	3,21	3,17	4844,6	28758,22**
CV (%)		10,15	9	14,11	2521,15

GL: Graus de Liberdade; QM: Quadrados médios; CV: Coeficiente de Variação; ** Significativo a 1% e * Significativo a 5% de probabilidade e ^{ns} não significativo pelo teste de Tukey

A interação entre os fatores Iluminação e Cultivar (LxC) para o número de folhas (NF) aos 11 DAT (A) e aos 21 DAT (B) é apresentado na Figura 2.

Figura 2. Número de folhas (NF) da alface cultivada sob iluminação LED aos 11 (A) e 21 (B) dias após transplântio (DAT).



A utilização de diferentes combinações de luz foi um fator determinante no número de folhas das cultivares de alface, de uma maneira geral a proporção de LED 5:1 promoveu maior número médio

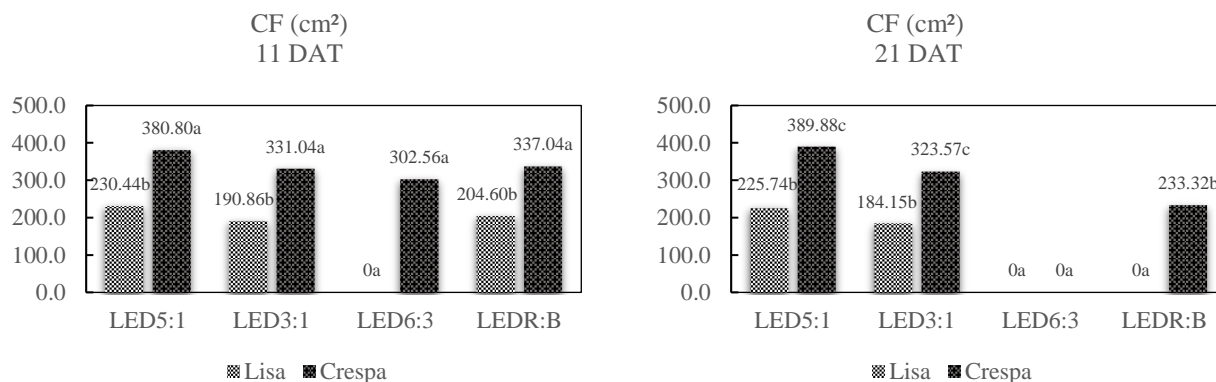
de folhas por planta e a cultivar crespa apresentou maiores resultados, sugerindo melhores padrões de crescimento sob estas condições de cultivo. Para a cultivar de alface lisa, a combinação de iluminação LED 6:3, aos 11 DAT, não possibilitou o crescimento das plantas, resultando na perda de 100% das parcelas experimentais, sugerindo que o tratamento não foi oportuno para a realização de fotossíntese e consequente geração de energia para as plantas; aos 21 DAT a cultivar de alface crespa também apresentou a perda de todas as parcelas experimentais. No tratamento de luz LED R:B, ao final do experimento (21 DAT), ocorreu a perda de todas as parcelas da cultivar de alface lisa. Tais resultados podem indicar que a iluminação com as proporções 6:3 e R:B não seriam adequadas para o cultivo de alface.

O valor médio do número de folhas variou de 11,5 à 16,33 na cultivar de alface crespa aos 21 DAT, no tratamento de luz (LED 5:1). Lee et al. (2015) obtiveram resultados semelhantes para o número de folhas de alface, variando de 14,9 à 15,6 para os diferentes tratamentos de luz aplicados (90/30, 80/40, 70/50 e 60/60 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Em 2010, Lee et al. já haviam relatado que o crescimento das folhas de alface é mais estimulado em luz vermelha e luz azul do que aquela sob luz fluorescente com o mesmo fluxo de fótons.

Resultados contrários foram encontrados em alguns estudos que utilizaram iluminação LED como fonte de energia para as plantas. Os resultados apresentados por Hogewoning et al (2010) e Wang et al. (2016), foram satisfatórios, com a ocorrência do aumento na biomassa da plantas de alface. Reforçando que a combinação de LEDs vermelhos e azuis, que são frequentemente usados em sistemas de produção de plantas fechados, exibe um alta eficiência de produção em comparação com outras fontes de luz, como lâmpadas fluorescentes da mesma intensidade (JOHKAN et al., 2010; SON e OH, 2013).

As cultivares de alface mostraram respostas diferentes à cobertura foliar (CF) nas diferentes combinações de luz (Figura 3). Apresentando uma CF de 380,8 cm^2 , a cultivar crespa sob o padrão de luminescência proporcionado pela fonte de luz LED 5:1 aos 11 DAT, que se manteve superior às demais até os 21 DAT.

Figura 3. Número de folhas (NF) da alface cultivada sob iluminação LED aos 11 e 21 dias após transplântio (DAT).



A cultivar de alface crespa apresentou maior índice de cobertura foliar, os resultados mostram uma redução neste índice de 19,84 cm^2 em média para a cultivar de alface lisa e 22,46 cm^2 para a alface crespa, ao final do experimento (21 DAT). Como esse índice mede o comportamento das cultivares de uma maneira geral, esta redução se deve à perda de algumas parcelas experimentais, como também da ocorrência do murchamento de algumas plantas (Figura 3).

A tensão de retenção de água no solo não chegou ao seu estado crítico durante a condução deste experimento (21 dias), não sendo necessária a realização de irrigação, pois nas condições ambientais de cultivo as perdas de água são mínimas.

CONCLUSÃO

A LED com combinação 5:1 promove um maior crescimento das plantas de alface. E a cultivar de alface crespa mostrou-se com melhor adaptabilidade às condições implantadas nesta experiência. O que comprova que cada cultivar tem uma adaptabilidade diferente em condições ambientais análogas.

O crescimento das plantas podem estar diretamente associadas às possíveis combinações de luz LED vermelhas e azuis.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa ao segundo autor.

REFERÊNCIAS

- Canella, D. S.; Louzada, M. L. C.; Claro, R. M.; Costa, J. C.; Bandoni, D. H.; Levy, R. B.; Martins, A. P. B. Consumo de hortaliças e sua relação com os alimentos ultraprocessados no Brasil. *Revista de Saúde Pública*, v. 52, p. 50-50, 2018.
- Ferreira, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, v.38, n.2, p.109-112, 2014.
- Hogewoning, S. W.; Trouwborst, G.; Maljaars, H.; Poorter, H.; Van Leperen, W.; Harbinson, J. Blue light dose-responses of leaf photosynthesis, morphology, and chemical composition of *cucumis sativus* grown under different combinations of red and blue light. *Journal of Experimental Botany*, v.61, n.11, p.3107-3117, 2010.
- Johkan, M.; Shoji, K.; Goto, F.; Hahida, S. N.; Yoshihara, T. Blue light-emitting diode light irradiation of seedlings improves seedling quality and growth after transplanting in red leaf lettuce. *HortScience*, v. 45, n. 12, p. 1809-1814, 2010.
- Johkan, M.; Shoji, K.; Goto, F.; Hahida, S. N.; Yoshihara, T. Effect of green light wavelength and intensity on photomorphogenesis and photosynthesis in *lactuca sativa*. *Environmental and Experimental Botany*, v.75, p.128-133, 2012.
- Lee, J. G.; Oh, S. S.; Cha, S. H.; Jang, Y. A. Effects of red/blue light ratio and short-term light quality conversion on growth and anthocyanin contents of baby leaf lettuce. *Journal of Bio-Environment Control*, v. 19, n. 9, p. 351-359, 2010.
- Lee, M.; Park, S.; Oh, M. Growth and cell division of lettuce plants under various ratios of red to far-red light-emitting diodes. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, v.56, n.2, p.186-194, 2015.
- Li, W. L.; Yu, J. H.; Zhang, G. B.; Yang, Q. C. Effects of light quality on parameters of gas exchange and chlorophyll fluorescence in lettuce leaves by using led. *Journal of Gansu Agricultural University*, v.1, p.011, 2010.
- Novais, R. F.; Neves, J.C.L.; Barros, N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A.J.; Garrido, W.E.; Araújo, J.D.; Lourenço, S., eds. *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo*. Brasília, Embrapa-SEA, 1991. p.189-254.
- Son, K. H.; Oh, M. M. Leaf shape, growth, and antioxidant phenolic compounds of two lettuce cultivars grown under various combinations of blue and red light-emitting diodes. *HortScience*, v. 48, n. 8, p. 988-995, 2013.
- Wang, J.; Lu, W.; Tong, Y.; Yang, Q. Leaf morphology, photosynthetic performance, chlorophyll fluorescence, stomatal development of lettuce (*lactuca sativa* l.) exposed to different ratios of red light to blue light. *Frontiers in Plant Science*, v.7, p.250, 2016.
- Xu, Y.; Chang, Y.; Chen, G.; Lin, H. the research on led supplementary lighting system for plants. *Optik-International Journal for Light and Electron Optics*, v.127, n.18, p.7193-7201, 2016.