

# Influência da iluminação suplementar de diodo emissor de luz (LED) em cultivares de alface crespa vermelha e alface americana

DOI: <https://doi.org/10.35168/2176-896X.UTP.Tuiuti.2022.Vol10.n68.pp109-125>



**Cauã Porfirio**

Universidade Tuiuti do Paraná, UTP  
cauaporfirio@gmail.com

**Carla Pedroso Moraes**

Universidade Tuiuti do Paraná, UTP  
carla.moraes@utp.br

**Ari Espindola Junior**

Universidade Tuiuti do Paraná, UTP  
ari.junior@utp.br

# Influência da iluminação suplementar de diodo emissor de luz (LED) em cultivares de alface crespa vermelha e alface americana

---

## Resumo

O uso de iluminação LED para plantas tem crescido muito nos últimos anos, principalmente para o cultivo indoor, utilizando diversas combinações do espectro vermelho, azul e roxo. O objetivo deste trabalho foi utilizar a luz branca quente, a fim de simular todas as ondas do sol em um sistema de suplementação luminosa do fim da tarde ao início da noite (17:30 às 21:30 horas). As cultivares utilizadas de alface foram: americana e crespa roxa, no clima cfb para aumentar as características produtivas. Após 38 dias de tratamento foi concluído que a luz branca altera certas características para cada cultivar, no caso a alface americana obteve um maior número de folhas e momentaneamente a alface roxa obteve uma altura maior em relação á testemunha. Outro fator de relevância é que a escolha da luz branca não ocasionou problemas morfofisiológicos como em outros estudos utilizando combinações R:B, concluindo que a luz é uma alternativa segura para estudos e cultivo de produtores indoor que vão utilizar diferentes espécies.

**Palavras-chave:** LED grow. Qualidade de luz. *Lactuca sativa*.

# Supplemental LED lighting in american lettuce and purple crispy

---

## Abstract

The use of LED lighting for plants, especially lettuce, is a trend in indoor systems, using different combinations of red, blue, and purple chips. The goal of this experiment was using the warm white full spectrum that simulate all the sun wavelength in a supplemental system that started 17:30 to 21:30 in the “cfb” climate was used to assess the plants characteristics in American and purple crispy lettuce. After 38 days of treatment was concluded that the white led improve a few parameters for each cultivar, the American had a higher number of leaves and for a moment the purple crispy had a increased height compared to the testimony. One of the main discoveries was that there was no morphologic of psychological disturbs like in another experiments using R:B combinations, concluding that despise the lack of big differences the white light is a safe option for studies about the relation between the plants or indoor growers that are going to use various species of vegetables.

**Keywords:** LED grow, light quality, *Lactuca sativa*.

# Influência da iluminação suplementar de diodo emissor de luz (LED) em cultivares de alface crespa vermelha e alface americana

---

## Introdução

A primeira energia a entrar em um sistema agrícola é a solar para o processo de fotossíntese, processo primário para o metabolismo e consequentemente desenvolvimento de toda planta, sendo o fator mais limitante para qualquer produção agrícola, seguida de água e nutrientes. Menos de 5% da energia solar é convertida em CHO na fotossíntese, e a radiação PAR (radiação fotossinteticamente ativa) é cerca de 85% absorvida e 15% refletida (MARQUES, 2019).

Com a crescente tendência de cultivo indoor no geral, em especial em fazendas verticais, onde o ambiente é controlado, é necessário um alto investimento para um rendimento satisfatório, portanto todos as variáveis precisam de atenção, especialmente a fonte primária de energia de um sistema agrícola (TEIXEIRA, 2022).

O cultivo da alface é amplamente utilizado para estudos com iluminação artificial por apresentar um ciclo curto, porte pequeno, alto valor nutricional (LIMA, 2018) e devido a ser uma planta de dia longo deixa ela muito mais versátil para diversos estudos nesta área, tal qual o fotoperíodo de 14 a 16 horas para produção de folhas grandes e cheias (TEIXEIRA, 2022). Outra característica é a alteração na estrutura do fotossistema II em casos de excesso luminoso (CAVALCANTE, 2022), seu cultivo, em termos gerais, pode ser realizado de fevereiro a agosto em todo Brasil, o que fazem seus estudos muito úteis para todo país.

Curitiba é classificada como cfb (clima subtropical úmido de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger), apresenta dias nublados a maior parte do ano. O mês de abril em média tem 2,9 dias de sol; 19,3 dias parcialmente nublados e 7,8 dias nublados (METEOBLUE, 2023), afetando diretamente a geração energética e o metabolismo vegetal da planta. Neste sentido,

# Influência da iluminação suplementar de diodo emissor de luz (LED) em cultivares de alface crespa vermelha e alface americana

---

faltam estudos demonstrando o potencial para culturas de dias longos em ambientes com ausência parcial da luz solar. Este trabalho teve como objetivo utilizar a luz branca quente, a fim de simular todas as ondas do sol em um sistema de suplementação luminosa do fim da tarde ao início da noite (17:30 às 21:30 horas).

O uso de iluminação artificial pela tecnologia de diodos emissores de luz, já que são altamente eficientes e econômicos, não dissipam calor pelo feixe luminoso, e também é possível utilizar o comprimento de ondas de acordo com a absorção da clorofila A e B (vermelho e azul, respectivamente), alterando diversos aspectos da cultura submetida, como velocidade da fotossíntese de acordo com a taxa de absorção do espectro, em termos gerais há uma absorção de 90% da luz pelas folhas em um espectro vermelho e azul, cada uma apresentando uma função para a planta. A iluminação também garante que o metabolismo da planta gere o fator nutricional da planta, cada vez mais buscado pelos consumidores (CAVALCANTE, 2022).

O uso de led azul isolado ou com vermelho estimulam o acúmulo de biomassa, enquanto o vermelho estimula o aumento do peso seco e número de folhas (PESSARAKLI, 2012). Dentro das diversas pesquisas já realizadas mostraram os diferentes efeitos em variedades de alfaces, dentro dos mais recentes (LIMA, 2018) com a variedade crespa as plantas cultivadas na luz branca ficaram mais compactas e vigorosas, já na luz vermelha escassas e torcidas dependendo da espécie, assim como descrito por MALUTA *et al*, (2013) onde cultivares de cana de açúcar obtiveram um menor porte e degradação de cloroplastos ao aumento deste espectro, enquanto na luz azul folhas maiores foram detectadas, já que causa alta absorção do pigmento, assim como a taxa fotossintética e relações hídricas (AHMED *et al*, 2020).

# Influência da iluminação suplementar de diodo emissor de luz (LED) em cultivares de alface crespa vermelha e alface americana

---

Ainda faltam detalhes técnicos dos estudos apresentados, já que muitos foram realizados com leds comuns sem especificações do espectro. Mas, recentemente os diodos emissores de luz tipo “GROW” tem se destacado por serem construídos especialmente para as necessidades das plantas, pensados em exigências. Há necessidade de estudos sobre cada cultura e variedades a serem submetidas a tais tratamentos, já que cada uma se comporta de forma diferente. O experimento buscou elucidar quais os efeitos deste tipo de led como uma fonte suplementar de energia para duas cultivares da alface.

## Material e Métodos

O trabalho foi realizado na casa de vegetação da Universidade Tuiuti do Paraná, situada no município de Curitiba-PR. Sua localização se dá a 90° face Leste.

**a) Materiais:** Em uma bancada foram dispostos 32 vasos de 3L, montados com uma camada de brita ao fundo para drenagem, depois o substrato “Organic Able”, simulando um solo de alta fertilidade ideal para o experimento. O espaçamento entre as linhas foi de 30 cm e entre os vasos de cada linha 6 cm de borda a borda. Foram utilizados 4 painéis a uma distância de 79 cm entre cada painel e planta, com fixação de 4 ripas na estrutura da casa de vegetação e a distância entre painéis de 35 cm, conforme a figura 2. As mudas foram transplantadas dia 10/04, a alface crespa roxa apresentava em média 3,75 folhas com uma altura de 7,5 cm. A alface americana apresentou 3,75 folhas com 1,4 princípios foliares, e altura média de 5,7 cm. O tratamento LED iniciou-se dia 11/04.

# Influência da iluminação suplementar de diodo emissor de luz (LED) em cultivares de alface crespa vermelha e alface americana

---

Figura 2. Montagem dos tratamento led aos 38 dias na casa de vegetação.



**b) Métodos:** O experimento foi montado em duas bancadas de 1,89x1,04 com duas cultivares de alface (americana e crespa roxa). O LED utilizado é do tipo grow, específico para crescimento de plantas com a luz “branca quente”, que simula todas as ondas do sol. Cada painel é constituído de 30 emissores, sendo que 5 deles são do espectro vermelho (620-675nm), o qual estimula o crescimento vegetativo da planta, composição 25:5 WR. O LED foi acionado durante 4 horas diárias, das 17:30 as 21:30. O crescimento das plantas e seus aspectos foram avaliados a cada 7

# Influência da iluminação suplementar de diodo emissor de luz (LED) em cultivares de alface crespa vermelha e alface americana

---

dias, depois de 14 dias de início do tratamento (arranque), a espessura do caule (mm) foi medida com um paquímetro digital a 4,5 cm de altura pela borda do vaso (a primeira métrica do diâmetro foi realizada 17 dias após o início do experimento). Foi feita a contagem do número de folhas, folíolos e a altura de cada planta com uma fita métrica, utilizando como referencial de medida o nível do solo ao ápice do caule, e ao final do experimento o peso total e individual médio de cada tratamento. A avaliação da massa fresca e seca foi realizada após 37 dias de tratamento, duas folhas grandes e saudáveis foram arrancadas, juntamente a um princípio foliar e secas em uma desidratadora. Após retirar o excesso de umidade as amostras foram submetidas a 2 horas em uma estufa à 105°C e pesadas em uma balança de precisão. A temperatura do ambiente da casa de vegetação foi acompanhada diariamente com um termômetro manual dentro da casa de vegetação e a irrigação padronizada de forma manual, planilhada.

**c) Estatística:** Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa SISVAR 5.8, e para a comparação das médias foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (com ou sem LED, alface americana ou crespa vermelha) e 8 repetições.

## Resultados e discussão

A partir dos resultados obtidos observou-se que o led estimulou maior crescimento da altura no tratamento led crespa aos 21 dias, demonstrando que a iluminação teve o efeito estimulante pela maior disponibilidade energética nas plantas. Porém, no final do experimento a altura não obteve diferenças estatísticas (tabela 1).



# Influência da iluminação suplementar de diodo emissor de luz (LED) em cultivares de alface crespa vermelha e alface americana

Tabela 1. Tratamentos LED americana, LED crespa e controle para as variáveis avaliadas: altura da planta aos 21 dias (cm), altura da planta aos 35 dias (cm), diâmetro de caule (mm), nº de folhas maduras, nº de folhas jovens, folhas mortas e peso médio (gramas).

	LED americana	Controle americana	LED crespa	Controle crespa
Altura da planta (cm) - 21 dias	17,2 A	12,6 A	11,2 AB	10,3 B
Altura da planta (cm) - 35 dias	17,2 A	16,5 A	16,5 A	16,3 A
Diâmetro caule (mm)	16,1 C	42,9 A	17,7 C	24,3 B
Nº de folhas maduras	13 A	11,6 AB	10,7 B	10,2 B
Nº de folhas jovens	2,1 AB	2,4 A	1,5 B	2 AB
Folhas mortas	1,8 A	2 A	1,6 A	1,5 A
Massa (individual, g)	59,8 A	68,1 A	35,5 B	34,7 B

\* Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com base na comparação entre os tratamentos, foi possível observar que, durante o período do experimento, poucas diferenças significativas foram evidenciadas. Os valores obtidos para altura da planta aos 21 e 35 dias, folhas mortas e peso médio foram estatisticamente idênticos para alface americana com e sem suplementação de luz. Já para a alface crespa roxa, as variáveis de altura da planta aos 35DAT, número de folhas maduras e folhas mortas não diferiram entre os tratamentos.

Dentro das diferenças a alface americana obteve um maior número de folhas maduras sob a influência do led, o que mostra a eficiência da suplementação da luz para o estímulo da vegetação da planta durante seu ciclo, mesmo utilizando poucas horas por dia.

# Influência da iluminação suplementar de diodo emissor de luz (LED) em cultivares de alface crespa vermelha e alface americana

---

Assim como descrito por CHEN (2017) devido á luz vermelha estimular o aparato fotossintético, promove este aumento da fase vegetativa da planta e acelerando o ciclo conforme observado no experimento.

Outro ponto de interesse é o uso de luzes brancas específicas para plantas como descrito por NGUYUEN *et al.*, (2011). Onde demonstra que este espectro aumenta as características agrônômicas de alfaces mais do que as luzes brancas comuns ou com combinações de R:B intercaladas a branca, além da economia de energia elétrica e aumento de flavonoides, a autora demonstra o apoio de estudos e experimentos com a iluminação branca.

Os princípios foliares também foram diferentes, devido a aceleração do ciclo promovido pelo led vermelho houve uma ligeira redução de folhas jovens no tratamento luminoso. Enquanto no led crespa e controle crespa não foi observada uma aceleração do ciclo.

Ainda nas folhas jovens no tratamento controle foram mais numerosas, pode ser explicado pela característica específica de alfaces crespas, não apenas pela cor da hortaliça, é um ponto importante de ser observado, assim como o número de folhas de alface crespa apresentado por FRANÇA (2022) já que ele também utilizou uma cultivar crespa.

As folhas mortas não obtiveram diferença estatística. Outra variável sem diferenças observado entre os tratamentos LED foi o peso médio das plantas (tabela 1), demonstrando que este nível luminoso não aumentou proporcionalmente a quantidade de fotoassimilados da alface, mas acelerou o ciclo em nos aspetos citados, diferentes para cada cultivar.

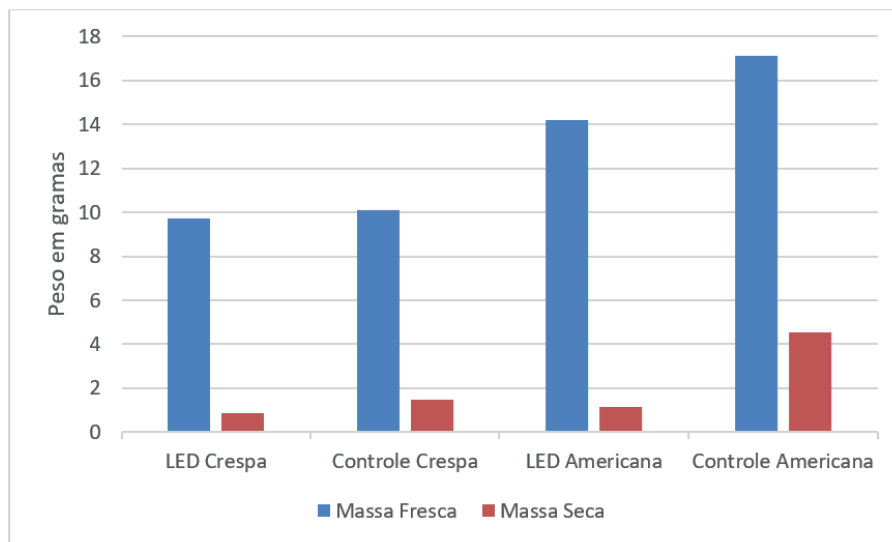
O diâmetro do caule também obteve diferença para a alface americana e para a alface crespa roxa, tal fato pode ser explicado pelo maior uso da energia da planta no crescimento vegetativo, já

# Influência da iluminação suplementar de diodo emissor de luz (LED) em cultivares de alface crespa vermelha e alface americana

que o led simula os raios solares elas mantinham o crescimento de outras partes, como a altura (no caso led crespa 21dat) e número de folhas (led americana 35dat).

Quanto a massa seca não houve uma grande diferença (gráfico 1). Para fins produtivos é importante se atentar a este detalhe, já que o peso das hortaliças é um fator de importância econômica. Este fator afeta a cultivar crespa roxa por naturalmente ser uma cultivar mais compacta e firme, conforme citado por FRANÇA (2022), a massa seca obteve maior acúmulo com o tratamento luminoso roxo.

Gráfico 1. Comparação da massa fresca e seca nos tratamentos LED crespa e americana e controle crespa e americana em gramas.



# Influência da iluminação suplementar de diodo emissor de luz (LED) em cultivares de alface crespa vermelha e alface americana

---

Conforme observado para o número de folhas de alface americana a qualidade e quantidade da luz influencia em diferentes aspectos morfológicos e fisiológicos da planta, a luz branca quente busca simular todos os espectros do sol, e no painel utilizado os chips de led vermelho alteram a morfologia das plantas, modificando as variáveis discutidas anteriormente de uma maneira segura para as duas cultivares.

Segundo CHEN (2017) o led vermelho causa estas mudanças via transformação do fitocromo, desenvolvendo o aparato fotossintético, também regula a síntese de fotoquímicos como fenóis e óxidos, enquanto o led azul estimula o desenvolvimento do cloroplasto, abertura de estômatos e fotomorfogênese, e ainda regula a biossíntese de clorofila e antocianina.

Como observado nos tratamentos ambas as espécies não obtiveram maior resultado estatístico ao longo do experimento. Porém, para a cultivar crespa roxa este espectro branco pode ser mais proveitoso pela menor taxa de reflexão da luz vermelha conforme observado na variável altura 35dat, o mesmo pode ser observado no experimento de FRANÇA (2022) a alface crespa obteve melhores resultados com a luz branca.

De acordo com o experimento de MARQUES (2019), o tratamento luminoso branco e roxo obteve variáveis iguais, exceto no número de folhas, cuja roxa promoveu o crescimento de um maior número de folhas totais. As luzes azuis e vermelhas resultaram em maiores zonas aéreas e folhas totais, entretanto enquanto a luz azul causou o estiolamento e má formação morfológica das plantas para Marques (2019). Enquanto para FRANÇA (2022) as plantas do led vermelho pereceram, demonstrando o risco dos leds monocromáticos para as plantas.

# Influência da iluminação suplementar de diodo emissor de luz (LED) em cultivares de alface crespa vermelha e alface americana

---

Ao observar os experimentos de PEDROZA (2019) é notável o resultado da combinação LED 6:3 RB, onde todas as amostras foram perdidas, em contrapartida a combinação 5:1 resultou em plantas com maior número de folhas e cobertura foliar. Fato este devido ao maior estímulo de vegetação e alterações de relações hídricas e cloroplasto provocados pelo chip azul, mostrando que a linha entre combinações dos espectros luminosos e espécies vegetais é muito tênue, mas definitivamente apresenta uma alta eficiência.

O presente experimento demonstrou que apenas 4 horas de suplementação não demonstraram diferença tão significativa em relação com o tratamento sem os leds, pelo menos para a luz branca. A luz vermelha nos chips do painel, estimulou mais o crescimento do número de folhas 35 DAT da led americana, é a que mais estimula a fotomorfogênese (LAZARINI et al, 2017). Porém, se usada isoladamente apresenta uma baixa condutância de estômatos, já que o espectro azul que estimula a atividade estomática das plantas via criptocromo. Também relatado, como no caso de FRANÇA (2022), que a luz vermelha não obteve resultados em 15DAT pois as plantas morreram e distúrbios como relatado por MARQUES (2019), mostrando uma maior flexibilidade da luz branca em relação á combinações monocromáticas.

É importante elucidar a segurança que esta escolha de espectros apresentou em relação ao R:B, já que não houve nenhum tipo de problemas com estiolamento ou má formação das folhas de ambos os tratamentos, pela maior reflexão que ocorreria pela cor da alface. Caso a iluminação vermelha e azul fosse adotada é provável que a led americana apresentaria mais resultados, de acordo com o experimento utilizando 4 horas de luz R:B (TEIXEIRA, 2022) a energia luminosa fornecida era de 709,85  $\mu\text{mol/s/m}^2$ , já no presente trabalho a relação de luz de cada barra led é de 800 lumens, fornecendo cerca de 128.3  $\mu\text{mol/s/m}^2$  (em cada barra havia 4 vasos sendo alimentados).

# Influência da iluminação suplementar de diodo emissor de luz (LED) em cultivares de alface crespa vermelha e alface americana

---

A distância das lâmpadas também é um ponto importante a ser levantado, já que a distância de 79cm entre o painel e cada vaso foi adotado para maior raio luminoso, a fim de atingir todas as mudas, porém houve uma redução energética significativa que pode ter freado parte do potencial de crescimento com este espectro, mostrando que mesmo sendo mais custoso o ideal para cultivos que utilizam a iluminação artificial.

É possível observar que a luz branca é uma opção segura para escolha de novos experimentos e de produção, pois a simulação das ondas do sol acaba por reduzir a preocupação quanto a distúrbios fisiológicos e morfológicos de ambas as alfices, apesar de perder certo potencial em relação ao desenvolvimento de flavonoides (CHEN, 2017). Conforme descrito por EBISAWA (2008), especialmente para o espectro azul, em um sistema utilizando iluminação suplementar azul a noite, o flavonoide como a quercetina, já que ele é o mais estimulante para produção de tais substâncias, o efeito também foi observado por YAN *et al*, 2019, é possível manejar o sistema de acordo com as características desejadas da alface, além de deixar o ambiente de trabalho mais saudável para os olhos humanos, garantindo a segurança dos funcionários.

Como é possível observar nas fotos da figura 3, ambas os tratamentos se desenvolveram de maneira satisfatória durante a condução do experimento.

# Influência da iluminação suplementar de diodo emissor de luz (LED) em cultivares de alface crespa vermelha e alface americana

---

Figura 03. Foto tratamentos Led crespa e americana aos 38 DAT e tratamentos Controle crespa e americana 38 DAT.



Tratamento Led crespa e americana 38 DAT



Tratamento Controle crespa e americana 38 DAT

Ainda assim o tratamento se demonstrou com potencial tanto para o desenvolvimento de futuros experimentos explorando a relação de distância ou horas entre os painéis e vasos (ou bancadas, em casos de hidroponia) em um sistema que visa suplementar a entrada de energia luminosa no sistema.

## Conclusão

A luz branca se demonstrou uma opção segura para o cultivo de alfaces sem preocupação quanto a desordens fisiológicas observadas em outras cores dos leds, cada cultivar respondeu de uma maneira diferente a esta iluminação suplementar, sendo a americana com o número de folhas maduras e a crespa roxa com a altura aos 21 dias.

# Influência da iluminação suplementar de diodo emissor de luz (LED) em cultivares de alface crespa vermelha e alface americana

---

## Referências

- AHMED, A.H. optimal control of environmental conditions affecting lettuce plant growth in a controlled environment with artificial lightning: A review, 2020.
- CALVACANTE, R. C. Efeito de diferentes luminárias led na fotossíntese de alface cultivada em ambiente controlado, 2022.
- CHEN, XIAO-LI. Growth and nutritional properties of lettuce affected by different alternating intervals of red and blue LED irradiation, 2017.
- EBISAWA et al. Supplementary ultraviolet radiation together with blue light at night increased quercetin content and flavonoids synthase gene expression in leaf lettuce, 2008.
- FRANCO *et al.* Potato led growth: The macroeconomic effects of technological innovations in Bolivian agriculture, 2007.
- FRANÇA, Efeitos provenientes da aplicação de iluminação LED em um modelo de plantio vertical para cultivo de alface crespa. 2022
- LAZZARINI *et al.* Uso de diodos emissores de luz (led) na fisiologia de plantas cultivadas-revisão, 2017.
- LIMA, S. C. Influência da radiação eletromagnética de diodos emissores de luz no cultivo da alface, 2018.



# Influência da iluminação suplementar de diodo emissor de luz (LED) em cultivares de alface crespa vermelha e alface americana

---

MALUTA *et al.* Cultivo in vitro de cana-de-açúcar exposta a diferentes fontes de luz, 2013

MARQUES, H. Análise do desenvolvimento da alface em diferentes tons de iluminação led, 2019.

METEOBLUE. Dados históricos simulados de clima e tempo para Curitiba. Disponível em: <[https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/curitiba\\_brasil\\_3464975](https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/curitiba_brasil_3464975)>. Acesso em: 20/03/2023.

NGUYEN *et al.* Effects of White LED Lighting with Specific Shorter Blue and/or Green Wavelength on the Growth and Quality of Two Lettuce Cultivars in a Vertical Farming System, 2011.

PEDROZA, J.P. Crescimento de alface cultivada sobre diodos emissores de luz, 2019.

PESSARAKLI, M. Handbook of photosynthesis, 2012.

ROCHA *et al.* Sugarcane micropropagation using light emitting diodes and adjustment in growth-medium sucrose concentration, 2013.

TEIXEIRA, M. de Lara. Análise de viabilidade econômica da utilização de suplementação luminosa com lâmpadas led no cultivo de alface, 2022.

YAN *et al.* Growth, Nutritional Quality, and energy Use Efficiency of Hydroponic lettuce as Influenced by Daily Light integrals Exposed to White versus White Plus Red Light-emitting Diodes, 2019.

Data da submissão: 13/07/2023

Data do aceite: 15/10/2023

Data da publicação: 06/05/2024