

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO CIÊNCIAS DA VIDA
CURSO DE AGRONOMIA**

ADILSON ANTONIO RIZZON

LUZ SUPLEMENTAR NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE E COUVE-FLOR

CAXIAS DO SUL

2022

ADILSON ANTONIO RIZZON

LUZ SUPLEMENTAR NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE E COUVE-FLOR

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo da Universidade de Caxias do Sul. Área do conhecimento: Ciências da Vida. Orientador: Prof.: Dr. Gabriel Fernandes Pauletti.

CAXIAS DO SUL

2022

ADILSON ANTONIO RIZZON

LUZ SUPLEMENTAR NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE E COUVE-FLOR

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo da Universidade de Caxias do Sul. Área do conhecimento: Ciências da Vida. Orientador: Prof.: Dr. Gabriel Fernandes Pauletti.

Aprovado(a) em:/...../.....

Prof. Dr. Gabriel Fernandes Pauletti - Orientador da Universidade de Caxias do Sul.

LUZ SUPLEMENTAR NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE E COUVE FLOR

Adilson Antonio Rizzon¹

Prof. Dr. Gabriel Fernandes Pauletti²

Resumo: A agricultura é de suma importância para a economia. Muitos fatores estão envolvidos no sucesso de um cultivo, entre eles a nutrição, sanidade, genética e fatores de ordem climática como temperatura, umidade e luminosidade. Com o intuito de melhorar e acelerar as condições de desenvolvimento das culturas de alface e couve-flor foi realizado um estudo sobre o efeito da utilização de luz artificial suplementar na produção das mudas de alface e couve-flor. A semeadura foi realizada em bandejas de isopor sob sistema de irrigação em floating. Parte do experimento contendo as duas espécies recebeu o tratamento com luz de LED (emissores de diodo luminoso) por quatro horas/dia, além da radiação solar, e as demais plantas receberam somente a radiação solar, ou seja, o fotoperíodo natural. Após 37 dias, foram analisados os parâmetros biométricos (áreas foliar, comprimento radicular, massa seca aérea e massa seca radicular) e bioquímicos (compostos fenólicos, flavonoides, clorofila a/b e clorofila total). Os dados obtidos revelaram que a luz complementar, foi responsiva em todos os parâmetros biométricos avaliados no experimento tanto para alface quanto para couve-flor. Os parâmetros bioquímicos em alface também foram superiores nas plantas com suplementação luminosa. Para couve-flor, a luz suplementar não apresentou vantagens para os parâmetros bioquímicos e no caso de fenólicos totais apresentou redução. Conclui-se que a luz suplementar pode ser utilizada para otimizar o processo de desenvolvimento das mudas reduzindo o tempo de produção.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L. var. *crispa*. *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. Fotoperíodo. Luz Artificial. LED.

1 Acadêmico do curso de Agronomia pela Universidade de Caxias do Sul. E-mail: aarizzon@ucs.br

2 Professor Dr. Orientador da Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Agronomia pela Universidade de Caxias do Sul. E-mail: gfpaulet@ucs.br.

SUPPLEMENTARY LIGHT IN THE PRODUCTION OF LETTUCE AND CAULIFLOWER SEEDLINGS

Abstract: Agriculture is of paramount importance to the economy. Many factors are involved in the success of crop, among them nutrition, sanity, genetics and climatic order factors such as temperature, humidity and luminosity. In order to improve and accelerate the development conditions of lettuce and cauliflower crops, a study was carried out on the effect of the use of supplemental artificial light on the production of lettuce and cauliflower seedlings. Sowing was performed in sofoe trays under floating irrigation system. Part of the experiment containing the two species received the treatment with LED light (led emitting diode) for four hours/day, in addition to solar radiation and the others plants received only solar radiation, that is, the natural photoperiod. After 37 days, biometric parameters were analyzed (leaf areas, root length, air dry mass and root dry mass) and biochemical (phenolic compounds, flavonoids, chlorophyll a/b and total chlorophyll). The data obtained revealed that complementary light was responsive in all biometric parameters evaluated in the experiment for both lettuce and cauliflower. Biochemical parameters in lettuce were also higher in plants with light supplementation. For cauliflower, the supplementary light did not present advantages for biochemical parameters and in the case of total phenolics showed reduction. It is concluded that supplemental light can be used to optimize the seedling development process reducing production time.

Keywords: *Lactuca sativa* L. var. *crispa*. *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. Photoperiod. Artificial light. LED.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura ocupa um papel importante na economia brasileira, isso se dá devido ao seu desenvolvimento econômico do país estar em crescimento e sua vocação agrícola. O mercado brasileiro de hortaliças é altamente diversificado e segmentado, com dezenas de hortaliças sendo comercializadas e consumidas nas diferentes regiões do país. Segundo Pessoa e Machado Junior (2021), culturas como alface e couve-flor pertencem ao grupo de folhosas que unem cerca de 1,5 milhão de produtores. A alface é uma das culturas mais consumidas no Brasil, movimentada em média 8 bilhões de reais apenas no varejo, com uma produção de mais de 1,5 milhão de toneladas ao ano. A couve-flor no ano de 2020 foi comercializada mais de 50 toneladas nas Centrais de Abastecimento (Ceasas) de todo o Brasil (SANTOS, 2022). Teores de vitamina A, betacaroteno, cálcio, fósforo, proteínas, vitamina C e fibras, são compostos importantes presentes em alface e couve flor para a saúde do ser humano (LYRA, 2015).

Neste contexto, o uso de tecnologia na agricultura está ganhando espaço, e fatores como mudanças climáticas e escassez de água, exigência das plantas mais tolerantes ou resistentes a doenças e a incidência de luz disponível para a produção, são problemas atuais que demandam soluções para o aumento de qualidade e produtividade nos cultivos agrícolas (ALMEIDA et al., 2004). A luz suplementar, que é uma tecnologia de iluminação artificial, vem sendo utilizada em diversos estudos, principalmente em ambientes fechados, onde se pode analisar a incidência e qualidade de luz, além do fotoperíodo para análise de parâmetros de desenvolvimento em ambiente controlado (EMBRAPA, 2018).

A luminosidade é um dos fatores mais importantes na produção vegetal, pois está relacionada a aspectos como temperatura e fotossíntese, afetando todo o processo de produção das plantas (REZENDE, 2010). A luz é imprescindível no desenvolvimento vegetal, sendo capaz de controlar por meio de fotorreceptores, como os fitocromos e criptocromos, a respostas foto morfológicas estimuladas por pigmentos de luz vermelha e azul (TERZAGHI e CASHMORE, 1995). A planta para realizar fotossíntese necessita de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) entre 400 a 720 nm, denominada luz espectral visível e principalmente a faixa espectral de luz azul (400-520 nm) e vermelha (610-720 nm), denominada radiação fotossinteticamente ativa (XU et al., 2016). Assim, na utilização de luz artificial, deve ser levado em consideração que o sistema consiga fornecer comprimentos dentro destas faixas.

Vários estudos vêm sendo conduzidos nos últimos anos em diversas espécies hortícolas como alface, tomate e morango. Os principais parâmetros avaliados são fotoperíodo, comprimento de onda, principalmente proporções de azul e vermelho, e intensidade luminosa que é variável de acordo com a espécie. (CARDIA e JUNIOR, 2019; FREITAS, 2020; MALUF et al., 2011; PEDROZA et al., 2019; CHEN et al., 2021).

Dessa forma, o presente trabalho visa, analisar a influência do uso da luz artificial em relação à luz natural na produção de mudas de culturas de alface crespa (*Lactuca sativa* L var. *crispa*) e couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade de Caxias do Sul, localizada na Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, Bairro Petrópolis, no município de Caxias do Sul, no estado do Rio Grande do Sul (29°10'05"S 51°10'06"W).

Os materiais vegetais utilizados foram: alface (*Lactuca sativa* var. *crispa*), uma cultivar para campo aberto, semeadura todo ano, com ciclo médio de 35 a 45 dias com boa tolerância ao pendoamento precoce, queima de borda (trip burn) e a *Lettuce mosaic virus* - (LMV- I), couve-flor (*Brassica unioleracea* var. *botrytis*) para produção em campo aberto de cultivo de inverno, com ciclo médio de 105 a 120 dias após a semeadura. Foram semeadas em bandejas de isopor de 128 células no dia 25 de maio de 2022 por 37 dias (figura 1), até o ponto de transplante da muda (figura 3). O substrato utilizado foi Caroline soil® composto Turfa de sphagnum, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizante NPK (traços). A semeadura foi realizada em três bandejas de cada material com uma semente por célula de alface por se tratar de uma semente peletizada, e três sementes por célula da couve-flor, sendo nesta realizado o raleio manual mantendo uma plântula por célula após o estabelecimento das mudas. As bandejas foram conduzidas em sistema *floating* com solução nutritiva (SARRUGE, 1975) com pH mantido em 6,0 e condutividade elétrica 2,0 mSc/cm.

Uma bandeja e meia de alface e uma bandeja e meia de couve flor foram submetidas ao tratamento luminoso suplementar onde foi utilizada uma placa de LED de um metro de comprimento composta pela mistura de dois comprimentos de onda, 670 nm (vermelho) e 430 nm (azul) na proporção 87,5 e 12,5 %, respectivamente. A placa de LED foi colocada a uma distância de 25 cm das plantas, gerando uma IFFF (intensidade de fluxo de fótons fotossintéticos) de 80 micromol de fótons/ cm²/ seg, restante do semeio ficou sem receber o tratamento luminoso. O tratamento com luz suplementar recebeu um acréscimo de quatro

horas diárias ao fotoperíodo, sendo ligado uma hora antes do amanhecer e 3 horas após o pôr do sol. O acionamento foi realizado com um temporizador. Uma bandeja e meio de ambos os materiais ficou sem iluminação, como mostra na figura 1.

Figura 1 – Instalação do ensaio sob sistema floating com parte submetida ao tratamento de luz roxa, feixe luminoso cobrindo meio ensaio.



Foram selecionadas para a avaliação, 25 mudas de cada cultivar com tratamento luminoso e 25 mudas sem a presença de luz suplementar de cada cultivar. No tratamento luminoso consideraram-se como planta útil as localizadas abaixo do espectro luminoso e de intensidade uniforme sobre as plantas. Para a testemunha, ou seja, sem a presença de luz, foram coletadas as plantas mais distantes da iluminação para evitar quaisquer interferências. As demais plantas foram consideradas como bordadura. Ambos os tratamentos receberam a mesma quantidade de adubação e foram submetidos aos mesmos tratamentos culturais.

As avaliações foram realizadas após 37 dias da sementeira, em que se identificou o ponto de transplante, ou seja, a sementeira foi realizada dia 25 de maio de 2022, e a avaliação dia 1 de julho de 2022, onde as mudas de ambos os materiais e tratamentos foram retiradas das células e levadas ao Laboratório de Estudos do Sistema Solo Planta Atmosfera (LESPA) do Curso de Agronomia da Universidade de Caxias do Sul. Em seguida foi realizada a lavagem da parte radicular das mudas, realizou-se o corte da parte radicular, e com um auxílio de uma trena foi mensurado o comprimento radicular e a altura da planta. Dez plantas foram levadas ao secador (estufa de secagem com ventilação forçada à 70° por 72 horas), para posterior pesagem da massa seca da parte aérea e da raiz, em balança semianalítica, com precisão de 0,001g. 15 plantas foram congeladas para a realização das avaliações bioquímicas.

Com o auxílio do equipamento para medir a área foliar (AM350), foi realizada a medida da área foliar de cinco mudas de ambos os tratamentos da alface e couve-flor.

O teor de compostos fenólicos totais foi realizado por espectrofotometria, utilizando reagente Folin-Ciocalteu (SINGLETON et al., 1999). A extração dos compostos fenólicos das amostras foi realizada com etanol 70%. Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico (EGA), 100 g⁻¹ de flor em base fresca (NEVES, ALENCAR E CARPES, 2009).

Os conteúdos de flavonoides totais e de antocianinas totais foram determinados segundo a metodologia de Lees e Francis (1971). Cerca de 0,5 gramas das amostras foram adicionadas de solução extratora de etanol 95% acidificada com ácido clorídrico 1,5 N (85:15) em quantidade suficiente para completar o volume de 25 ml. Após repouso de 24 horas, ao abrigo de luz procedeu-se a filtração e efetuou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro FEMTO 700S a 734 nm.

Os teores de clorofilas *a*, *b*, clorofila total foram determinados através do método de extração usando acetona 80% (LICHTENTALER; WELBURN, 1983). As referidas amostras foram higienizadas em água corrente para a retirada de impurezas macroscópicas. Foram utilizados 0,5 gramas de cada hortaliça folhosa, na forma de discos de 01 cm. Os discos foram transferidos para 05 tubos de ensaio/hortaliça e permaneceram por 24 horas em câmara fria (3°C), protegidos da luz. Posteriormente, os extratos foram filtrados e os volumes foram medidos e transferidos para cubetas de vidro. Em seguida, as leituras foram feitas em espectrofotômetro (FEMTO700 PLUS) nos comprimentos de onda de 645, 652 e 663nm. Este procedimento foi realizado em quintuplicada.

Sequencialmente, os teores de clorofilas (WHITHAN, BLAYDES e DEVLIN, 1971); (LICHTENTALER; WELBURN,1983) foram calculados de acordo com as seguintes equações usando os valores médios de massa, volume e absorbância:

$$\text{Clorofila } a = [(12,7 * A_{663} - 2,69 * A_{645}) * V] / 1000 * W$$

$$\text{Clorofila } b = [(22,9 * A_{645} - 4,68 * A_{663}) * V] / 1000 * W$$

$$\text{Clorofila total} = [(A_{652} * 1000) * (V / 1000 * W)] / 34,5.$$

Onde:

A = absorbância no comprimento de onda indicado.

V = volume final (mL) do extrato (pigmentos + solução extratora).

W = matéria fresca (g) do material vegetal utilizado.

Considerou-se 15 plantas por tratamento para os parâmetros biométricos e três repetições de 5 plantas para os parâmetros bioquímicos. Os resultados foram submetidos

foram submetidas ao teste T a 5 % de probabilidade de erro utilizando software Microsoft Excel 2016.

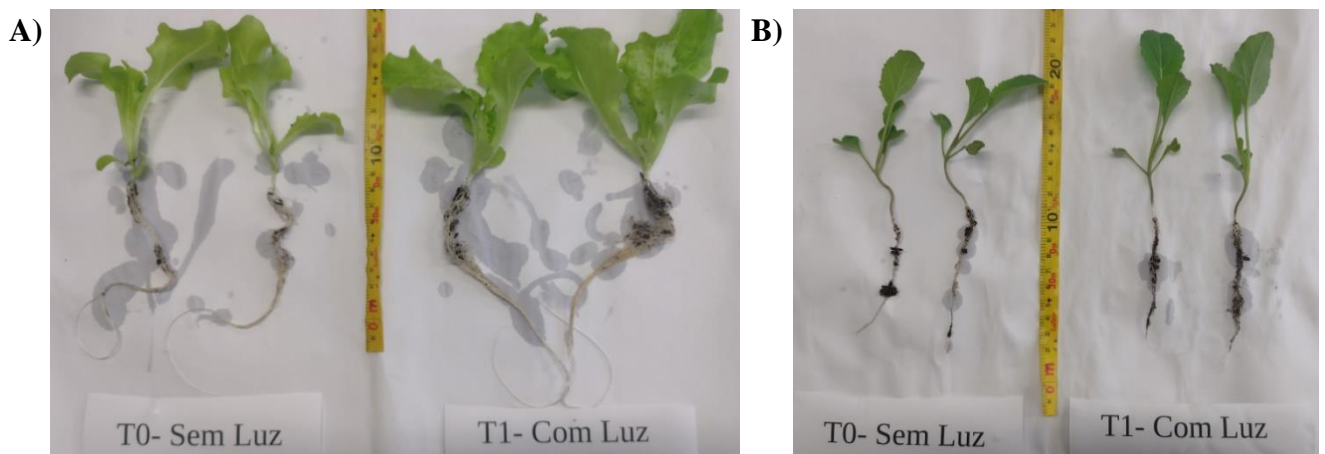
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos revelaram que a luz complementar, foi responsiva em todos os tratamentos avaliados no experimento de alface crespa (*Lactuca sativa* var. *crispa*). Após 9 dias, foi iniciado o processo de germinação. As plantas apresentaram excelente sobrevivência, independente da incidência de luz recebida.

As mudas demonstraram uma diferença de vigor significativa após 37 dias da sementeira entre os dois tratamentos. Segundo Lima Júnior et. al. (2006), fatores como água, luz, temperatura e condições edáficas, se não fornecidos em quantidades necessárias, podem acarretar no aumento de vigor e desenvolvimento das plantas.

Após análise dos dados, todos os tratamentos avaliados diferiram estatisticamente para os parâmetros biométricos (tabela 1) e bioquímicos (tabela 3), para plantas de alface cultivadas na presença e ausência de luz de LED, sendo todos os valores superiores nas plantas com presença de luz suplementar, podemos perceber esta diferença na figura 2(A). Esta variação pode estar relacionada com maior atividade fotossintética, produção e translocação de fotoassimilados proporcionado pelo maior período iluminado. De acordo com Terzaghi e Cashmore (1995), pigmentos clorofila, fitocromos e criptocromos são estimulados dando resposta foto morfogênética através de seus fotorreceptores sob comprimentos de onda azul e vermelho.

Figura 3 – Estrutura de mudas e comprimento radicular, mesurados com o auxílio de uma trena. Alface (A) e Couve-flor (B) com e sem luz



A luz artificial que promove maior crescimento e aumento de conteúdos fotoquímicos em vegetais, segundo Etaa et al., (2020), é a luz de LED. Em seu estudo com alface green oak (*Lactuca Sativa*) observaram bons resultados com densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (PPFD), visível (400-700 nm), azul (400-500 nm) e vermelho (600-700 nm),

Amoozgar, Mohmmadi e Sabzalian (2017) apresentaram em seu estudo com alface (cv. *Ggrizzly*) que a luz LED vermelho isoladamente, não é adequada para completar o crescimento da planta, embora a luz vermelha possa ter maior contribuição para a fotossíntese do que a azul, não expressou aumento de massas seca das raízes. Os sistemas de iluminação devem fornecer, portanto, comprimentos de onda vermelhos e azuis, cobrindo o intervalo necessário para a fotossíntese de plantas (XU et al., 2016). Segundo Lima et al., (2019) em seu experimento com várias escalas de luz LED vermelho azul observaram maior produção de folhas na cultivar de alface crespa com luz LED na combinação vermelho e azul 5:1.

Tabela 1 – Compilação dos parâmetros biométricos avaliados para plantas de alface cultivadas na presença e ausência de luz de LED na cor roxa.

Tratamento	Massa seca radicular (mg)	Comprimento radicular (cm)	Massa seca aérea (mg)	Área foliar (cm²)
Sem luz	20,4 ± 0,44	19,5 ± 2,88	59,7 ± 2,91	3899 ± 742
Com luz	69,4 ± 1,57 *	25,3 ± 5,59 *	182,9 ± 1,11 *	9256 ± 1392 *
CV (%)	25,7	19,9	18,2	17,0

Fonte: o autor. * significativo pelo teste t a 5%. CV – Coeficiente de variação.

Para a couve-flor assim como na alface, observou-se diferença estatística em todos os parâmetros biométricos avaliados, com incremento de estatura no tratamento com a luz suplementar LED (tabela 2). A intensidade e qualidade luminosa adequada (ETAEE, et al., 2020) em conjunto com a temperatura (LARCHER, 2004; TAIZ e ZEIGER, 2013) são importantes no processo fotossintético. Carvalho et al. (2006), realizou um experimento com plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em 100% de luz natural e com 30% de sombreamento, onde as plantas sombreadas apresentaram melhor desenvolvimento foliar por

estarem em ambiente com temperatura mais amena, favorecendo a fotossíntese. Em estudo conduzido por Pardo et al., 2015 para avaliar o uso de luz de LED de alta intensidade em couve (*Brassica oleracea*. L) em três comprimentos de onda (Vermelho, azul e verde) e distintos fotoperíodos (três, seis e 12 horas) os melhores resultados foram no tratamento com luz de LED vermelho onde na maior exposição à luz vermelha a taxa de germinação foi relativamente maior. Assim como Dechaine Gardner e Weinig, (2009) ressaltaram resultados semelhantes. Na comparação da massa seca aérea na cultivar de *Brassica oleracea*. L, Pardo et al., (2015) destacam melhores resultados, para o tratamento de LED vermelha e azul, com o maior tempo de exposição, semelhante aos resultados encontrados no presente estudo (tabela 1 e 2).

Tabela 2 – Compilação dos parâmetros biométricos avaliados para plantas de couve flor cultivadas na presença e ausência de luz de LED na cor roxa.

Tratamento	Massa seca radicular (mg)	Comprimento radicular (cm)	Massa seca aérea (mg)	Área foliar (cm²)
Sem luz	1,53 ± 0,55	8,8 ± 0,92	5,53 ± 0,99	1438 ± 610
Com luz	4,45 ± 1,26*	11,0 ± 2,61 *	12,6 ± 3,69*	2690 ± 299 *
CV (%)	32,1	13,3	30	23,3

Fonte: o autor.* significativo pelo teste t a 5%. CV – Coeficiente de variação.

As respostas da espécie *Lactuca sativa* var. *crispa*, quanto a clorofila *a*, *b* e total são apresentadas na Tabela 3. As plantas que receberam a luz suplementar diferiram estatisticamente das plantas que receberam somente a luz solar. Este fato se assemelha aos encontrados por Martinazzo et al. (2007), onde os teores de clorofila total foram maiores para mudas cultivadas em condições de ambiente favorável (ETA E et al., 2020; LARCHER, 2004; TAIZ & ZEIGER, 2013). Este fato pode ser explicado pela qualidade da luz suplementar com comprimentos de onda que favorecem a síntese de clorofila.

As mudas de *Lactuca sativa* var. *crispa* sintetizaram maior quantidade de fenólicos totais no tratamento com luz LED, o qual diferiu estatisticamente sobre as que não receberam tratamento. Estes compostos atuam como agentes de defesa das plantas sobre radicais livres proporcionam qualidades nutracêuticas ao vegetal (ARNOSO, COSTA e SCHMIDT, 2019). A luz de bar-Led, segundo Etaa et al. (2020) mostrou-se eficiente na biossíntese de compostos fenólicos totais frente a outras luminárias. Flavonoides também obtiveram diferença estatística, para o tratamento na presença de luz suplementar (tabela 3).

Tabela 3 – Teores de compostos fenólicos, flavonoides e clorofilas em plantas de alface cultivadas na presença e ausência de luz de LED na cor roxa.

Tratamento	Fenólicos (mg/100 g)	Flavonoides (mg/100 g)	Clorofila A (mg/kg)	Clorofila B (mg/kg)	Clorofila total (mg/kg)
Sem luz	27,2 ± 4,18	29,1 ± 0,89	175 ± 12	82 ± 18	258 ± 30
Com luz	29,4 ± 1,05*	37,9 ± 2,67 *	203 ± 4 *	136 ± 4 *	340 ± 9 *
CV (%)	10,8	5,9	4,7	12,2	7,4

Fonte: o autor.* significativo pelo teste t a 5% CV – Coeficiente de variação.

Diferentemente da análise de parâmetros bioquímicos da alface, para a couve-flor (*Brassica unioleracea* var. *botrytis*), a maioria dos parâmetros bioquímicos não diferiram estatisticamente no tratamento com a presença de luz suplementar. A concentração de fenólicos em couve flor diferiu estatisticamente tendo um incremento em plantas que não receberam o tratamento. Influências como fatores genéticos, condições ambientais, tipo de cultivo, idade e variedade da planta, entre outros, podem proporcionar resposta distinta entre as espécies (KAHKONEN et al., 1999; KAUR; KAPOOR, 2001; KOLEVA et al., 2002; MELO et al., 2006).

Flavonoides, clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total não diferiram estatisticamente, para cultivar de couve-flor. Estudos realizados por Lee (1988) mostraram que é muito variado o teor de clorofila entre as espécies. Além disso, de acordo com Engel e Poggiani (1991), a

eficiência fotossintética está ligada ao teor de clorofila das plantas, afetando o crescimento e influenciando na adaptabilidade das mesmas aos diversos ambientes. Martinazzo, et al. (2007) relatam que em um ambiente de campo aberto plantas sombreadas e plantas que estavam totalmente expostas a luz solar não diferiram estaticamente na comparação dos teores de clorofila.

Tabela 4 – Teores de compostos fenólicos, flavonoides e clorofilas em plantas de couve flor cultivadas na presença e ausência de luz de LED na cor roxa.

Tratamento	Fenólicos (mg/100 g)	Flavonoides (mg/100 g)	Clorofila A (mg/kg)	Clorofila B (mg/kg)	Clorofila total (mg/kg)
Sem luz	198,4 ± 28,6 *	28,1 ± 8,6 ^{ns}	93 ± 34,5 ^{ns}	42,8 ± 17,7 ^{ns}	135,8 ± 52,2 ^{ns}
Com luz	136,8 ± 14	21,5 ± 1,4	138,7 ± 32,1	69,3 ± 17,5	208 ± 49,5
CV (%)	13,4	25	28,8	31,4	29,7

Fonte: o autor. * significativo pelo teste t a 5%. CV – Coeficiente de variação; ^{ns} Não significativo

A temperatura influencia diretamente na concentração de compostos fenólicos, pois quanto maior a temperatura em torno dos 35-40°C maior será a degradação ou inativação de enzimas e/ou proteínas inibindo o metabolismo (LARCHER, 2004; TAIZ e ZEIGER, 2013). Neste experimento as temperaturas apresentaram-se mais baixas do que a normal climatológica com baixa insolação (tabela 5). Ferreira et al. (2016), em seu trabalho coloca que obteve maior concentração de compostos em erva mate sob sombreamento de 35% e 50% com maior acúmulos de compostos fenólicos devido às altas temperaturas na estação do verão, fato distinto ao encontrado no presente estudo para couve-flor o que demonstra variação entre as espécies, sugerindo também que a resposta pode ser distinta em plantas de alface quando cultivadas no verão.

Tabela 5 - Tabela de acompanhamento climático no período de desenvolvimento do tratamento.

	Meses*	Temperatura Média (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Insolação (h)	UR (%)
NORMAL	Maio	14,3	11,3	18,9	156,4	82,9
	Junho	13	9,7	17,5	140,6	62,7
2022	Maio	13,2	10,4	16,7	18,6	85,7
	Junho	11	7,9	15,2	119	82,5

* maio 7 dias; junho 30 dias. Fonte: INMET (2022).

Gobbo Neto e Lopes (2007) relatam que de maneira geral existe associação positiva entre intensidade de radiação solar e produção de compostos fenólicos, dentre os quais se enquadram os flavonoides, taninos e antocianinas, porém não especificam sob que condições climáticas. Estes resultados foram semelhantes ao encontrado no presente estudo para alface e divergentes para couve-flor.

4 CONCLUSÃO

A luz suplementar se apresentou muito eficiente na produção de mudas de alface e couve flor, pois todos os parâmetros biométricos analisados demonstraram superioridade comparado ao tratamento padrão com somente a luz solar. Os índices analisados em relação ao peso da massa seca radicular, massa seca aérea e dos comprimentos radicular e área foliar, apresentaram crescimento expressivo e importantes para sua produção, pois é possível desenvolver mudas em menor espaço de tempo, aumentando sua robustez para ser direcionada a campo com excelente vigor. A suplementação em LED é tecnicamente viável necessitando análises de viabilidade econômica.

Os parâmetros bioquímicos foram distintos entre as espécies sendo incrementados na alface pela luz e sem diferença estatística para couve flor, com exceção dos compostos fenólicos que foram inferiores no tratamento luminoso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L. P. de.; ALVARENGA, A. A. de.; CASTRO, E. M. de, ZANELA, S. M.; VIEIRA, C. V. **Crescimento inicial de plantas de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. Submetidas a níveis de radiação solar.** Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.1, p.83-88, jan-fev.,2004.
- AMOOZGAR, A.; MOHMMADI, A.; SABZALIAN, M. R. **Impact of light-emitting diode irradiation on photosynthesis, phytochemical composition and mineral element content of lettuce cv. *grizzly*.** Photosynthetica, v.55, n.1, p.85-95, 2017.
- ARNOSO, B. J. de M; COSTA, G.F; SCHMIDT, B. **Biodisponibilidade e classificação de compostos fenólicos.** Nutrição Brasil, 2019, p.39-48
- CARDIA, L. H. B; JUNIOR, M. R. B. **Influência da iluminação artificial no cultivo de rabanete.** UniCesumar – Centro universitário de Maringá, nov. 2019.
- DECHAINED, J.M; GARDNER, G, WEINIG, C.. **“Phytochromes differentially regulate seed germination responses to light quality and temperature cues during seed maturation”.** Plant, Cell and Environment, 32: 1297-1309, 2009
- CARVALHO, et. al. **Crescimento inicial de plantas de (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade.** R. Árvore, Viçosa-MG, v.30, n.3, p.351-357, 2006.
- CHEN, et. al. **Red and blue wavelengths affect the morphology, energy use efficiency and nutritional content of lettuce (*Lactuca sativa* L.),** Scientific Reports, 2021.
- ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. **Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Londrina, v.3, n.1, p.39-45, Jun.1991.
- EMBRAPA. **Visão 2030: O Futuro da Agricultura Brasileira,** Brasília, DF, 2018, 212p.
- ETAIE, N; WAMAE, Y; KHUMMUENG, W; UTAIPAN, T; RUANGRAK, E.**Effects of artificial light sources on growth and phytochemicals content in green oak lettuce.** Horticultura Brasileira 38: 204-210, 2020.
- FERREIRA T.S, HELDWEIN, A.B., SANTOS, C.O dos, SOMAVILLA, J.C., SAUTTER, C.K. **Substâncias fenólicas, flavonoides e capacidade antioxidante em erva-mate sob diferentes coberturas do solo e sombreamentos,** 2016.
- FREITAS, I. S. **Suplementação luminosa com lâmpadas LED no cultivo de microverdes em ambiente protegido.** Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2020.
- GOBBO N. L.; LOPES, N. P. **Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários.** Química Nova, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

KAHKONEN, M. P. et al. **Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds.** Journal Agricultural Food Chemistry, v. 47, n. 10, p. 3954-3962, 1999.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. **Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium’s health.** International Journal Food Science Technology, v. 36, n. 7, p. 703–725, 2001.

KOLEVA, L. I. et al. **Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods.** Phytochemical Analysis, v. 13, n. 1, p. 8-17, 2002.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** 1ª ed. São Carlos: RiMa. 2004. 531p.

LEE, D.W. **Simulating forest shade to study the development ecology of tropical plants: Juvenile growth in three vines in India.** Journal of Tropical Ecology, Cambridge, 4:281-92, 1988.

LEES, D.H.; FRANCIS, F.J. **Quantitative methods for anthocyanins. Flavonoids and anthocyanins in cranberries.** Journal of Food Science, v.36, p.1056–1060, 1971.

LICHTENTHALER, H.; WELLBURN, A. **Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents.** Biochemical Society Transactions. n.603, p.591-592, 1983.

LIMA, S. C. de; PEDROZA, J. P.; ALMEIDA, B. G. de; MELO, D. F. de; CARVALHO, R. de, O. **Produção de alface cultivada sob iluminação de diodos emissores de luz.** Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC Palmas. set, 2019.

LIMA JÚNIOR, E. C. et al. **Aspectos físico anatômicos de plantas jovens de Cupanalis Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento.** Revista Árvore, Viçosa, v. 30, n. 1 p. 33- 41, 2006.

LYRA, R. **Conheça os benefícios da couve-flor para a saúde. Centrais de Abastecimento do Espírito Santo, S.A, Espírito Santo, 2015.** Disponível em: <<https://ceasa.es.gov.br/conheca-os-beneficios-da-couve-flor-para-a-sa>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

MALUF, et. al. **Efeito da iluminação noturna complementar a 18 cm de altura no crescimento de mudas de alface (Lactuca sativa L.).** IV Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG, Bambuí, dez, 2011.

MARTINAZZO, E. G. et al. **Efeito do sombreamento sobre o crescimento inicial e teor de clorofila foliar de Eugenia uniflora Linn (Pitanga) – Família Myrtaceae.** Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v.5, supl. 2, p. 162-164, 2007.

MELO, E. A. et al. **Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.

NEVES, L.C; ALENCAR, S.M.; CARPES, S.T. **Determination of antioxidant activity and content of phenolic compounds and flavonoids.** Journal Food Technology. VII BMCFB, 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S0102-0536201400040048600014&lng=en>. Acesso em: 11 nov. 2022.

PARDO, G. P.; AGUILAR, C. H.; MARTINEZ, F. R.; PACHECO, F. A. D.; ORTIZ, E. M.; GONZÁLEZ, C. L. M. **Efecto de la luz LED de alta intensidad sobre la germinación y el crecimiento de plântulas de brócolis (*Brassica oleracea* L.)**. Núm. 40, pp. 199-212; México, 2015.

PEDROZA, J. P. et. al. **CRESCIMENTO DE ALFACE CULTIVADA SOB ILUMINAÇÃO DE DIODOS EMISSORES DE LUZ**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia- CONTECC, Tocantins, 2019.

PESSOA, H. P.; MACHADO JÚNIOR, R. **Folhosas: Em destaque no cenário nacional**, Revista Campo e Negócios, 2021. Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/folhosas-em-destaque-no-cenario-nacional/>>. Acesso em: 08 de out. de 2022.

SANTOS, C. A dos. **Couve flor: clima como desafio**. Revista Campo e Negócios, 2022. Disponível em: <[https://revistacampoenegocios.com.br/couve-flor-clima-como-desafio/#:~:text=Dados%20do%20Programa%20Brasileiro%20de,CEASAS\)%20de%20todo%20o%20Brasil](https://revistacampoenegocios.com.br/couve-flor-clima-como-desafio/#:~:text=Dados%20do%20Programa%20Brasileiro%20de,CEASAS)%20de%20todo%20o%20Brasil)>. Acesso em: 05 dez. 2022

SARRUGE, J.R. **Soluções nutritivas**. Summa Phytopathologica 1: 213-233, 1975.

SILVA, M. L. C. et al. **Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais**. Seminário Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R.M. **Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent**. Methods of Enzymology, v.299, p.152–178, 1999.

REZENDE, G. M. de; DIÁS, R.de C. S; COSTAS, N.D. **Sistema de Produção de Melancia**, Embrapa, ago. 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. 2013. 820p

TERZAGHI, W. B.; CASHMORE, A. R.. **Light-Regulated Transcription**. *Annu. Rev. Plant Physiol.* Plant Mol. Biol. 46, 1995.

XU, Y.; CHANG, Y.; CHEN, G.; LIN, H. **The research led to a supplementary lighting system for plants**. *Optik-International Journal for Light and Electron Optics*, v.127, n.18, p.7193-7201, 2016.

WITHAM, F. H.; BLAYDES, D. F.; DEVLIN, R. M. **Experiments in Plant Physiology**. New York: D. Van Nostrand Company. 1971. p.55-58.

