

AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS QUE INTERFEREM NA OBTENÇÃO DE EXTRATOS DE MICROVERDES DE RÚCULA SOB DIFERENTES ESPECTROS DE LUZ

Edevaldo Leal Júnior¹, Beatrice Cristina de Lima¹, Milla Hingred de Brito Parreão¹, Marcela Neira Ferreira², Emilly Vitoria Santos Meireles¹, Raquel Aparecida Loss³

RESUMO:

Objetivou-se avaliar a influência de diferentes espectros de luz sobre o desenvolvimento morfológico, produtivo e físico-químico de microverdes de rúcula, bem como identificar as variáveis do processo de extração assistida por ultrassom que interferem no teor de compostos fenólicos totais. Utilizou-se sementes de *Eruca sativa* Mill, cultivadas em bandejas sob tratamento controle, correspondente à luz branca sem filtragem espectral, além de filtros amarelo, verde e roxo. A colheita foi realizada aos sete dias após a semeadura. Avaliou-se o comprimento do hipocótilo, comprimento do cotilédone, altura da parte aérea, produtividade, massa fresca, massa seca, umidade e cinzas. Para a obtenção dos extratos, empregou-se planejamento fatorial fracionado 2^{4-1} , com três pontos centrais, considerando-se tempo, amplitude do ultrassom, temperatura e volume de solvente. Os microverdes cultivados sob luz verde e roxa apresentaram os maiores valores para crescimento e produtividade, com destaque para o comprimento do hipocótilo sob luz verde (4,40 cm) e para a produtividade sob luz roxa (91,90 g m⁻²). Os maiores teores de umidade ocorreram sob luz roxa (95,15%). No planejamento fatorial, a temperatura foi o único fator significativo para a extração de fenólicos ($p = 0,029$), ao passo que a amplitude apresentou tendência de influência ($p = 0,106$), sem significância a 5%. Concluiu-se que a modulação espectral durante o cultivo alterou o desempenho agrônomo e a composição da biomassa, enquanto a temperatura constituiu o principal fator operacional para maximizar a extração de compostos fenólicos.

Palavras-chave: *Brassicaceae*, fenólicos totais, planejamento fatorial, qualidade fitoquímica, temperatura, ultrassonicação.

EVALUATION OF VARIABLES AFFECTING THE EXTRACTION OF COMPOUNDS FROM ARUGULA MICROGREENS GROWN UNDER DIFFERENT LIGHT SPECTRA

ABSTRACT:

This study aimed to evaluate the influence of different light spectra on the morphological, growth, and physicochemical characteristics of arugula microgreens, as well as to identify the process variables of ultrasound-assisted extraction that affect total phenolic content. Seeds of *Eruca sativa* Mill were grown in trays under a control treatment (white light without spectral filtering), as well as under yellow, green, and purple filters. Harvesting was performed seven days after sowing. The evaluated parameters included hypocotyl length, cotyledon length, shoot height, yield, fresh mass, dry mass, moisture content, and ash content. The extraction procedure was conducted using a 2^{4-1} fractional factorial design with three center points, considering time, ultrasound amplitude, temperature, and solvent volume. Microgreens grown under green and purple light showed the highest values for growth and yield, with emphasis on hypocotyl length

¹Bacharel em Engenharia de Produção Agroindustrial. Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário Renê Barbour. Barra do Bugres-MT. leal.junior@unemat.br <https://orcid.org/0009-0005-6219-7085>; beatrice.lima@unemat.br, <https://orcid.org/0009-0008-2687-2882>; milla.hingred@unemat.br, <https://orcid.org/0009-0009-5200-8200>. ²Bacharel em Engenharia de Alimentos. Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário Renê Barbour. Barra do Bugres-MT. neira.marcela@unemat.br, <https://orcid.org/0009-0002-5566-7198>; ¹emilly.meireles@unemat.br, <https://orcid.org/0009-0006-5850-4414>. ³Doutora em Engenharia de Alimentos. Universidade do Estado de Mato Grosso, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra-MT. <https://orcid.org/0000-0002-6022-7552>.

under green light (4.40 cm) and yield under purple light (91.90 g/m²). The highest moisture content was observed under purple light (95.15%). In the factorial design, temperature was the only significant factor affecting phenolic extraction ($p = 0.029$), whereas amplitude showed a tendency to influence the process ($p = 0.106$), but was not significant at the 5% level. It was concluded that spectral modulation during cultivation altered agronomic performance and biomass composition, while temperature was the main operational factor for maximizing the extraction of phenolic compounds.

Keywords: *Brassicaceae*, total phenolics, factorial design, phytochemical quality, temperature, ultrasonication.

INTRODUÇÃO

Os microverdes têm despertado interesse crescente em função do ciclo curto, da elevada densidade nutricional e do potencial de uso em sistemas de produção intensivos e de pequena escala (Xiao et al., 2012; Zhang et al., 2020). Em espécies da família Brassicaceae, essa fase juvenil pode concentrar vitaminas, minerais e compostos bioativos em teores superiores aos observados em plantas adultas, o que amplia o interesse científico e tecnológico por essas matrizes vegetais (Bhaswant et al., 2023; Komerowski et al., 2023). Entre essas espécies, a rúcula, *Eruca sativa* Mill., destaca-se pelo consumo difundido e pela presença de compostos de interesse funcional, incluindo carotenoides e fenólicos (Alruwaih & Yaylayan, 2017; Komerowski et al., 2023).

A qualidade da luz constitui um dos principais fatores ambientais relacionados ao crescimento vegetal e à biossíntese de metabólitos secundários. Em microverdes, a modulação espectral pode alterar alongação celular, produção de biomassa e acúmulo de compostos fitoquímicos, repercutindo diretamente na qualidade da matéria-prima destinada ao processamento (Brazaitytė et al., 2016; Mir et al., 2020; Zhang et al., 2020). Em paralelo, a extração assistida por ultrassom tem sido apontada como alternativa eficiente para a recuperação de compostos bioativos, por favorecer a ruptura das estruturas celulares e reduzir tempo e consumo de solventes em comparação com métodos convencionais (Chemat et al., 2017).

Apesar do avanço das pesquisas com microverdes, ainda são limitados os estudos que associam, em uma mesma abordagem experimental, a modulação luminosa do cultivo de rúcula e a triagem estatística das variáveis operacionais de extração de compostos fenólicos. Assim, objetivou-se avaliar a influência de diferentes espectros de luz sobre o crescimento e a composição físico-química de microverdes de rúcula, bem como identificar as variáveis do processo de extração assistida por ultrassom que interferem na obtenção de extratos ricos em compostos fenólicos totais.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se estudo experimental, de natureza quantitativa, com cultivo de microverdes de rúcula em bandejas plásticas rígidas e perfuradas, contendo substrato comercial previamente umedecido. Utilizou-se sementes do cultivar comercial Isla®, semeadas a lanço, com irrigação manual duas vezes ao dia, mantendo-se o substrato úmido e sem encharcamento. As bandejas permaneceram em sala climatizada, sob temperatura próxima de 25 °C e iluminação por lâmpadas fluorescentes de luz branca. O tratamento-controle correspondeu à exposição à luz branca sem filtragem espectral.

Os demais tratamentos consistiram na modulação da qualidade da luz por filtros de gelatina de poliéster nas cores amarela ($\approx 570 - 590$ nm), verde ($\approx 495 - 570$ nm) e roxa ($\approx 380 - 450$ nm), acoplados à parte superior de miniestufas translúcidas com laterais opacas, a fim de reduzir interferência luminosa entre as unidades experimentais (Figura 1a). Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (controle, amarelo, verde e roxo) e três repetições por tratamento (Figura 1b).

Como não foi realizada medição instrumental da intensidade luminosa, a interpretação dos efeitos da luz foi restrita à modulação qualitativa do espectro, com base nas faixas de comprimento de onda dos filtros utilizados.

A colheita foi realizada sete dias após a semeadura (Figura 2), quando se observou expansão completa dos cotilédones e início da emissão da primeira folha verdadeira.

Cada unidade experimental foi dividida em quatro quadrantes, dos quais foram selecionadas 50 plântulas por quadrante, totalizando 200 plântulas por unidade experimental. As plântulas avaliadas foram consideradas subamostras, e a média dessas subamostras em cada unidade experimental foi utilizada nas análises estatísticas. Após o corte rente ao substrato, determinaram-se comprimento do hipocótilo, comprimento do cotilédone e altura da massa fresca, com uma régua graduada. Após as medidas foi determinado a massa fresca e massa seca, esta última obtida após secagem em estufa com circulação forçada de ar a 105 °C até massa constante. Também foi avaliado a produtividade e umidade das plântulas.

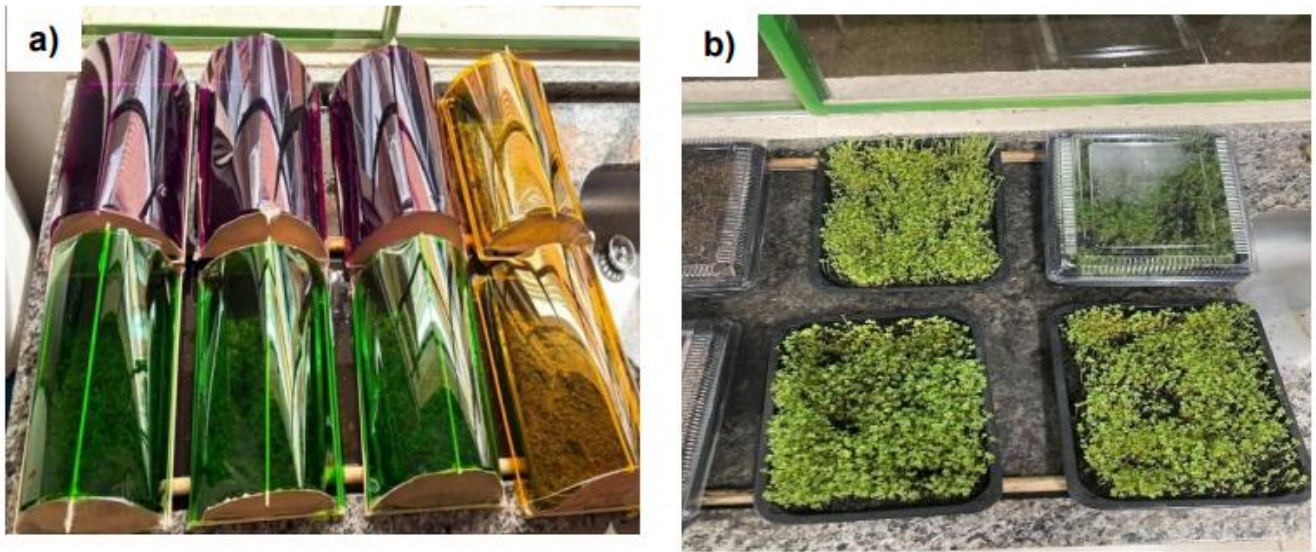


Figura 1. Bancada de cultivo contendo as bandejas com mini estufas a) e controle b).



Figura 2. Microverdes de rúcula prontos para colheita.

Para a obtenção dos extratos, amostras representativas dos diferentes tratamentos foram lavadas com água destilada, trituradas em graal e pistilo até formação de pasta homogênea e submetidas à extração assistida por ultrassom em banho com frequência de 40 kHz e potência de 250

W. Utilizou-se planejamento fatorial fracionado 2^{4-1} com três pontos centrais (Tabela 1), considerando-se quatro fatores independentes: tempo (20, 40 e 60 min), amplitude (20, 60 e 100%), temperatura (40, 50 e 60 °C) e volume de solvente (10, 15 e 20 mL), com emprego de 1 g de microverde por ensaio.

Tabela 1. Variáveis do planejamento fatorial fracionado 2^{4-1} , cuja variável dependente expressa em termos de teor de compostos fenólicos totais.

Variáveis independentes	-1	0	+1
(X1) Tempo (min)	20	40	60
(X2) Amplitude (%)	20	60	100
(X3) Temperatura (°C)	40	50	60
(X4) Volume (mL)	10	15	20

Ao final, procedeu-se à filtração, remoção do excesso de solvente em evaporador rotativo a 60 °C, rediluição em 2 mL de água destilada e armazenamento refrigerado até as análises. Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método de Folin-Ciocalteu, com leitura da absorbância a 765 nm e quantificação por curva padrão de ácido gálico, os resultados foram expressos em mg GAE 100 g⁻¹ de massa fresca. A significância dos efeitos do planejamento experimental foi avaliada por análise de variância (ANOVA), ao nível de 5%, utilizando-se o software Statistica 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização dos microverdes (Tabela 2) demonstrou efeito significativo dos tratamentos luminosos sobre a maioria das variáveis morfológicas, produtivas e físico-químicas.

Observa-se que o comprimento do hipocótilo e do cotilédone foram maiores com a luz verde apresentando diferenças entre os demais. Esses resultados sugerem que esse comprimento de onda pode favorecer o alongamento inicial das plântulas, bem como a formação das folhas. Folta (2004) mostrou que a luz verde promoveu alongamento inicial do caule/hipocótilo em plântulas de *Arabidopsis*, indicando efeito direto da faixa verde sobre o crescimento inicial. Além disso, estudos mais recentes como o de Kong e Zheng (2020) também evidenciam esse resultado. Os autores avaliaram diferentes espécies de microverdes (rúcula, repolho, couve folha e mostarda) em diferentes comprimentos de onda e observar, que a adição de baixo nível de luz verde aumentou levemente o alongamento do caule em comparação com luz azul isolada.

Tabela 2. Caracterização dos microverdes de rúcula cultivados em diferentes espectros de luz.

Característica	Natural	Amarelo	Verde	Roxo
Comprimento do hipocótilo (cm)	02,74±0,22 ^a	03,35±0,24 ^b	04,40±0,11 ^c	04,14±0,06 ^d
Comprimento do Cotilédone (cm)	0,61±0,02 ^a	0,72±0,12 ^b	0,76±0,04 ^c	0,71±0,06 ^d
Altura da parte área (cm)	03,35±0,24 ^a	4,07±0,33 ^b	05,16±0,09 ^c	04,85±0,11 ^d
Produtividade (g/m ²)	25,79±2,29 ^a	79,14±5,02 ^b	88,33±0,36 ^c	91,90±1,53 ^d
Massa fresca (mg/planta)	12,74±1,13 ^a	19,55±0,25 ^b	21,82±0,09 ^c	22,70±0,38 ^d
Massa seca (mg/planta)	01,07±0,00 ^a	01,01±0,08 ^a	01,04±0,04 ^a	01,07±0,06 ^a
Umidade (%)	92,42±1,47 ^a	94,83±0,15 ^b	93,74±1,38 ^{ab}	95,15±0,15 ^b

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

A produtividade foi superior nos tratamentos roxo (91,90 g m⁻²) e verde (88,33 g m⁻²), e o mesmo comportamento foi verificado para massa fresca, com

22,70 mg/planta e 21,82 mg/planta, respectivamente. A massa seca não diferiu entre os tratamentos ($p >$

0,05). Quanto às variáveis físico-químicas, a maior umidade foi observada sob luz roxa (95,15%).

Os resultados obtidos no cultivo indicaram que a modulação espectral alterou de forma expressiva o desempenho agrônomo dos microverdes de rúcula. O melhor comportamento sob luz verde e roxa, especialmente para crescimento e produtividade, é compatível com estudos que apontam a sensibilidade dos microverdes à qualidade da luz e aos efeitos dessa variável sobre alongamento celular, eficiência fotossintética e acúmulo de biomassa (Brazaitytė et al., 2016; Bonato et al., 2022; Bhaswant et al., 2023).

No planejamento fatorial fracionado (Tabela 3), observou-se ampla variação do teor de compostos fenólicos totais entre os ensaios. Considerando-se os diferentes tratamentos de luz, os microverdes cultivados sob luz natural tenderam a apresentar maiores teores de fenólicos, ao passo que a luz amarela esteve associada, em vários ensaios, aos menores valores. Em termos operacionais, os maiores

teores foram obtidos em ensaios conduzidos sob temperaturas mais elevadas, indicando influência direta desse fator sobre a eficiência de extração.

Embora as etapas de cultivo e extração tenham sido analisadas de forma independente sob o ponto de vista estatístico, os resultados permitem estabelecer uma relação conceitual entre ambas. A modulação da qualidade da luz durante o cultivo influenciou diretamente a composição fitoquímica da biomassa, com tendência de maiores teores de compostos fenólicos nos tratamentos sob luz verde e natural, evidenciando o papel do espectro luminoso na definição da qualidade da matéria-prima. Esse comportamento está alinhado a estudos que demonstram que ajustes em fotoperíodo, intensidade luminosa e composição espectral afetam a rota fenilpropanóide e a capacidade antioxidante em microverdes (Samuolienė et al., 2019; Liu et al., 2022; Cheng et al., 2022; Hernández-Adasme et al., 2023).

Tabela 3. Variáveis reais do planejamento fatorial fracionado 2^{4-1} , com variável dependente expressa em termos de teor de compostos fenólicos totais.

Ensaio	X1 min.	X2 %	X3 °C	X4 mL	Fenólicos Totais (mg/100g) b.s.			
					Natural	Amarelo	Verde	Roxo
1	20	20	40	10	4031,77±269,06	2498,44±139,65	2898,98±313,40	3416,39±420,62
2	60	20	40	20	2841,65±94,23	4442,42±304,28	3704,91±480,00	4292,81±484,67
3	20	100	40	20	2859,10±30,23	3445,07±220,44	3704,70±667,11	3856,15±345,04
4	60	100	40	10	934,79±101,64	2452,12±1532,4	2631,28±414,75	3749,61±611,54
5	20	20	60	20	2726,47±75,50	3986,00±88,75	4251,44±408,85	3537,62±409,39
6	60	20	60	10	2408,87±87,81	2925,27±216,02	5062,25±537,52	4047,69±573,07
7	20	100	60	10	1980,43±54,62	1862,16±39,53	3450,66±504,10	2730,52±314,51
8	60	100	60	20	3993,38±20,94	3221,09±117,12	1731,21±115,85	4355,33±551,51
9	40	60	50	15	4694,89±94,23	2746,59±120,44	4935,67±443,69	2888,63±568,61
10	40	60	50	15	4516,90±93,06	2065,01±55,61	5011,97±467,53	2872,51±257,01
11	40	60	50	15	4537,84±219,88	3428,17±88,75	4973,82±426,26	2904,76±268,93

Tempo; X2: amplitude do ultrassom; X3: Temperatura; X4: Volume de solvente.

Assim, a biomassa produzida sob determinadas condições de luz pode apresentar maior predisposição à recuperação de compostos fenólicos, o que reforça a dependência entre a etapa de cultivo e a etapa de extração (Brazaitytė et al., 2016; Liu et al., 2022; Chemat et al., 2017; Chen et al., 2022). Essa relação reforça a importância de abordagens integradas em sistemas vegetais, evidenciando que condições pré-colheita podem determinar não apenas a qualidade da biomassa, mas também o desempenho de etapas subsequentes de processamento.

Essa variação na composição da matéria-prima pode impactar diretamente a eficiência do processo de extração, uma vez que a disponibilidade e a forma de associação dos compostos fenólicos na matriz vegetal influenciam sua liberação durante a ultrassonicação. Dessa forma, o cultivo pode ser compreendido como uma etapa de pré-condicionamento da biomassa, enquanto os parâmetros operacionais de extração determinam a eficiência de recuperação dos compostos bioativos,

evidenciando uma relação complementar entre essas fases.

A avaliação dos efeitos principais e o diagrama de Pareto (Figura 3) evidenciaram que a

temperatura exerceu a maior influência sobre a variável resposta, seguida de amplitude e tempo, enquanto o volume de solvente apresentou efeito desprezível na faixa experimental avaliada.

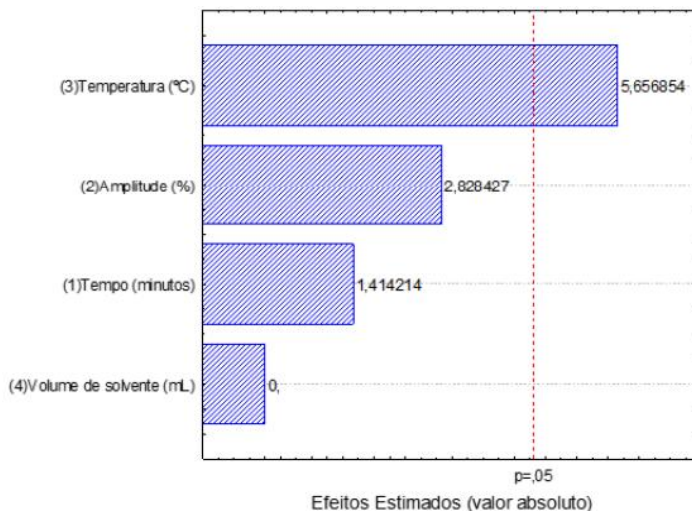


Figura 3. Diagrama de Pareto mostrando o efeito das variáveis no teor de fenólicos totais nos extratos aquosos de rúcula.

A ANOVA (Tabela 4) confirmou que apenas a temperatura foi estatisticamente significativa. A amplitude apresentou tendência de influência, sem significância a 5%, ao passo que o tempo e o volume de solvente não foram significativos. Considerando-se a soma dos quadrados do modelo em relação à soma dos quadrados total, o ajuste apresentou

capacidade explicativa moderada ($R^2 = 0,382$), coerente com a finalidade exploratória do planejamento fatorial fracionado. O teste de falta de ajuste não foi significativo, indicando adequação do modelo de efeitos principais na condição de triagem e servindo como validação interna do ajuste na faixa experimental estudada.

Tabela 4. Análise de Variância (ANOVA) para o teor de compostos fenólicos totais.

Fonte de Regressão	SQ	GL	QM	F _{calc}	F _{tab}	P valor
Tempo	2,00	1	2,00	2,00	18,51	0,293
Amplitude	8,00	1	8,00	8,00	18,51	0,106
Temperatura	32,00	1	32,00	32,00	18,51	0,029
Volume de solvente	0,00	1	0,00	0,00	18,51	1,000
Lack of fit	66,00	4	16,50	16,50	19,25	0,058
Erro Puro	2,00	2	1,00			
Total	110,00	10				

SQ: soma dos quadrados, GL: graus de liberdade, QM: quadrados médios, F_{calc}: F calculado e F_{tab}: F tabelado.

Assim, a significância estatística da temperatura confirma que esse fator foi determinante para a liberação dos compostos fenólicos na faixa estudada. Esse efeito é coerente com a literatura, segundo a qual a elevação controlada da temperatura pode favorecer a transferência de massa e intensificar a ruptura celular promovida pela cavitação acústica, aumentando a recuperação de compostos bioativos

(Chemat et al., 2017; Chen et al., 2022). A ausência de significância do volume de solvente, associada à baixa influência do tempo, sugere que, nas condições avaliadas, a variação térmica foi mais relevante do que o prolongamento do processo ou a alteração do meio extrator. As etapas de cultivo e extração foram analisadas, do ponto de vista estatístico, em momentos distintos: inicialmente, avaliou-se o efeito

dos espectros de luz sobre as características morfológicas, produtivas e físico-químicas da biomassa e, em seguida, investigaram-se os fatores operacionais da extração assistida por ultrassom. Entretanto, a discussão integrada dos resultados permitiu inferir que a qualidade da biomassa gerada sob cada espectro condicionou a matéria-prima submetida à extração, de modo que o cultivo atuou como etapa antecedente de modulação da composição vegetal, enquanto a extração determinou a eficiência de recuperação dos fenólicos. Importante ressaltar que o delineamento empregado teve caráter de triagem, não sendo adequado para fins de modelagem preditiva ou otimização, os quais requerem delineamentos mais robustos, como planejamento composto central ou *Box-Behnken*.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que a qualidade da luz influenciou o crescimento, a produtividade e a composição físico-química dos microverdes de rúcula, com melhor desempenho sob os espectros verde e roxo para variáveis morfológicas e produtivas. Verificou-se, ainda, que os microverdes cultivados sob luz natural e verde tenderam a apresentar maiores teores de compostos fenólicos. Na extração assistida por ultrassom, a temperatura constituiu o único fator estatisticamente significativo para maximizar a obtenção de fenólicos totais, ao passo que amplitude, tempo e volume de solvente apresentaram menor influência na faixa estudada. Dessa forma, confirmou-se que a modulação espectral no cultivo e os parâmetros operacionais de extração atuaram de maneira complementar na qualidade da biomassa e na eficiência de recuperação dos compostos fenólicos. Ressalta-se, contudo, que a ausência de mensuração da intensidade luminosa limita comparações quantitativas mais precisas entre os tratamentos espectrais e outros estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alruwaih, N.A. & Yaylayan, V.A. (2017). Comparative evaluation of bioactive compounds in lyophilized and tray-dried rocket (*Eruca sativa*). *Journal of Food Processing and Preservation* 41(5): e13205. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13205>
- Aziz, M.; Karboune, S. (2016). Natural antimicrobial/antioxidant agents in meat and poultry products: A review. *Journal of Food Research and Technology* 3: 1-15. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1194256>
- Bhaswant, M.; Miyazawa, T.; Shanmugam, G. & Deo, P. (2023). Microgreens-A comprehensive review of bioactive molecules and health benefits. *Molecules* 28(2): 867. <https://doi.org/10.3390/molecules28020867>
- Bonato, A.; Lemos, G.R.; Callegaro, G.M.; Nagel, J.C. & Sommer, L.R. (2022). Substratos e qualidade de luz na produção de microverdes. *Research, Society and Development* 11(13): e239111335448. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35448>
- Brazaitytė, A.; Viršilė, A.; Samuolienė, G.; Jankauskienė, J.; Vaštackaitė-Kairienė, V.; Novičkovas, A. & Duchovskis, P. (2016). Light quality: growth and nutritional value of microgreens under indoor and greenhouse conditions. *Acta Horticulturae* 1134: 219-226. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1134.37>
- Chemat, F.; Rombouts, I.; Fabiano-Tixier, A.S.; Piñeiro, Z.; Cravotto, G. (2017). Review of ultrasound-assisted extraction in food engineering: A holistic insight. *Ultrasonics Sonochemistry* 34: 540-560. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.035>
- Chen, X.L.; Xiao, J.; Liu, D. & Feng, X. (2022). Ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from plant materials: Mechanism, optimization and prospects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 62: 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.035>
- Cheng, Y. ; Xiang, N.; Cheng, H. & Guo, X. (2022). Effect of photoperiod on polyphenol biosynthesis and cellular antioxidant capacity in mung bean (*Vigna radiata*) sprouts. *Food Research International* 159: 111626. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111626>
- Hernández-Adasme, C.; Palma-Dias, R. & Escalona, V.H. (2023). The effect of light intensity and photoperiod on the yield and antioxidant activity of beet microgreens produced in an indoor system. *Horticulturae* 9: 493. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9040493>

- Juániz, I.; Ludwig, I.A.; Huarte, E.; Pereira-Caro, G.; Moreno-Rojas, J.M.; Cid, C. & De Peña, M.P. (2016). Influence of heat treatment on antioxidant capacity and (poly)phenolic compounds of selected vegetables. *Food Chemistry* 197: 466-473. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.139>
- Komerowski, M.R.; Oliveira, A.R.; Zanella, B.L.; Souza, A.M.; Ferrareze, J.P.; Lopes, S.J. & Júnior, M.S. (2023). Overview on bioactive compounds' profile of *Brassicaceae* microgreens. *Acta Botanica Brasilica* 37: e20220085. <https://doi.org/10.1590/1677-941X-ABB-2023-0113>
- Kong, Y.; Zheng, Y. (2020). Growth and morphology responses to narrow-band blue light and its co-action with low-level UVB or green light: A comparison with red light in four microgreen species. *Environmental and Experimental Botany* 178: 104189. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104189>
- Folta, K.M. (2004). Green Light Stimulates Early Stem Elongation, Antagonizing Light-Mediated Growth Inhibition. *Plant Physiology* 135: 1407–1416. [10.1104/pp.104.038893](https://doi.org/10.1104/pp.104.038893)
- Liu, K.; Gao, M.; Jiang, H.; Ou, S.; Li, X.; He, R.; Li, Y. & Liu, H. (2022). Light intensity and photoperiod affect growth and nutritional quality of *Brassicaceae* microgreens. *Molecules* 27: 883. <https://doi.org/10.3390/molecules27030883>
- Mir, S.A.; Shah, M.A. & Mir, M.M. (2020). Microgreens: Production, shelf life, and bioactive components. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 61: 1-10. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1144557>
- Oroian, M.; Ursachi, F.; Dranca, F. (2020). Ultrasound-assisted extraction of polyphenols from crude pollen. *Antioxidants* 9(4): 322. <https://doi.org/10.3390/antiox9040322>
- Pérez-Llorca, M. & Müller, M. (2024). Unlocking nature's rhythms: insights into secondary metabolite modulation by the circadian clock. *International Journal of Molecular Sciences* 25: 7308. <https://doi.org/10.3390/ijms25137308>
- Renna, M.; Di Giovine, D. & Santamaria, P. (2017). Culinary assessment of self-produced microgreens as basic ingredients in sweet and savory dishes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 97: 1-10. <https://doi.org/10.1080/15428052.2016.1225534>
- Samuolienė, G.; Brazaitytė, A.; Viršilė, A.; Miliuskienė, J.; Vaštakaitė-Kairienė, V. & Duchovskis, P. (2019). Nutrient Levels in *Brassicaceae* Microgreens Increase Under Tailored Light-Emitting Diode Spectra. *Frontiers in Plant Science* 14(10):1475. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01475>
- Tassi, É.M.M.; Duarte, R.M.T. & Amaya-Farfan, J. (2018). Partial nutrient characterization of arugula (rocket - *Eruca sativa* L.) and the effect of heat treatment on its lipoxidase activity. *Brazilian Journal of Food Technology* 21: e2017024. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.02417>
- Xiao, Z.; Lester, G.E.; Park, E.; Kim, M.J.; Lutz, E.E. & Wang, Q. (2012). Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60(31): 7644-7651. <https://doi.org/10.1021/jf300459b>
- Zhang, X.; Bian, Z.; Yu, Q.; Chen, X. & Lu, C. (2020). A review on the effects of light-emitting diode (LED) on the nutrients of sprouts and microgreens. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 95(1): 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.031>