

Fatores ambientais e produção de microverdes em função de intensidades de luz no cultivo indoor

Palavras-Chave: cultivo controlado, rúcula, fazenda urbana, temperatura, umidade relativa.

Renan Bernardino Bandeira, FEAGRI – UNICAMP

Angel Andres Alejo Osuna, FEAGRI – UNICAMP

Davi Alves Feitosa de Souza, FEEC - UNICAMP

Profª Drª Thais Queiroz Zorzeto Cesar (orientadora), FEAGRI – UNICAMP

INTRODUÇÃO:

As microverdes são consideradas "superalimentos", com qualidade nutricional elevada. Para que tal alimento seja popularizado e introduzido à dieta da população, é importante que o estudo de seus meios de produção atinja seu máximo potencial, principalmente sobre os recursos empregados na sua produção.

A luz é um desses recursos, fator essencial para a realização da fotossíntese e a otimização do ciclo de crescimento das plantas. Os LEDs (*Light Emitting Diodes*) apresentam benefícios em comparação às lâmpadas de sódio de alta pressão (HPS). Conforme apontado por Morrow (2008), os LEDs fornecem altas intensidades luminosas com baixa geração de calor e possuem qualidade espectral ajustável, o que facilita a otimização da eficiência fotossintética. As plantas absorvem luz na faixa de comprimento de onda de 400 a 700 nm, definida como radiação fotossinteticamente ativa (RFA). Os LEDs podem ser ajustados para se adequar a esses comprimentos de onda, modificando a qualidade da luz, que é determinada pela distribuição espectral, e a quantidade de luz, definida pela intensidade (Ahmed et al., 2020).

A intensidade da luz é caracterizada pela densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (PPFD), que mede a quantidade de fótons por m² por segundo. O PPFD afeta processos fisiológicos relacionados ao crescimento das plantas e às reações fotoquímicas que convertem CO₂ em carboidratos, sendo fundamental na regulação da biossíntese nas plantas. Ele também pode aumentar a taxa fotossintética e melhorar a produção de massa seca.

Segundo Ying, Kong e Zheng (2020), sob 16 horas de luz diurna, os microverdes de rúcula tiveram um aumento de altura com tratamentos noturnos com luz azul e com a combinação de luz azul e luz vermelha distante. Os tratamentos noturnos aumentaram a altura das plantas em 18% em comparação com a escuridão, resultando em alturas médias de 4,2 cm. Além disso, o tratamento com luz azul aumentou a massa fresca da rúcula em 12% em comparação com os microverdes que ficaram no escuro.

Há uma diversidade de lâmpadas com LED sendo desenvolvidas no mercado, com maior ou menor emissão de calor. Logo, é necessário avaliar se os fatores ambientais e os parâmetros das plantas são influenciados por diferentes intensidades de luz, no cultivo indoor.

A proposta integrou tema interdisciplinar sobre sistemas de cultivo sem solo em câmara fria para a produção de microverdes. O projeto se enquadrou em áreas de pesquisa prioritárias relacionadas a tecnologias de produção para o desenvolvimento sustentável do agronegócio.

METODOLOGIA:

O experimento foi realizado no Laboratório de Controle Ambiental, da FEAGRI-UNICAMP, em ambiente isolado da incidência de luz solar, fechado (câmara fria), climatizado na faixa de 21 a 23°C. Foi utilizada uma estrutura de três estantes de aço para cultivo em bandeja, com oito prateleiras, cada uma com dimensões de 0.9 x 0.4 x 0.4 m, totalizando altura útil da estante de 3.2 m do piso (Figura 1). Os tratamentos foram compostos por um fator: tipos de lâmpadas, especificadas como Hortiled warm white, da Master Plants, com 60 cm de comprimento e PPFD de $40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e potência de 18 W (R1) e Hortiled Stand 33, da Master Plants, com 30 cm de comprimento e PPFD de $44 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e potência de 33 W (R2), sendo cada estante considerada uma repetição.

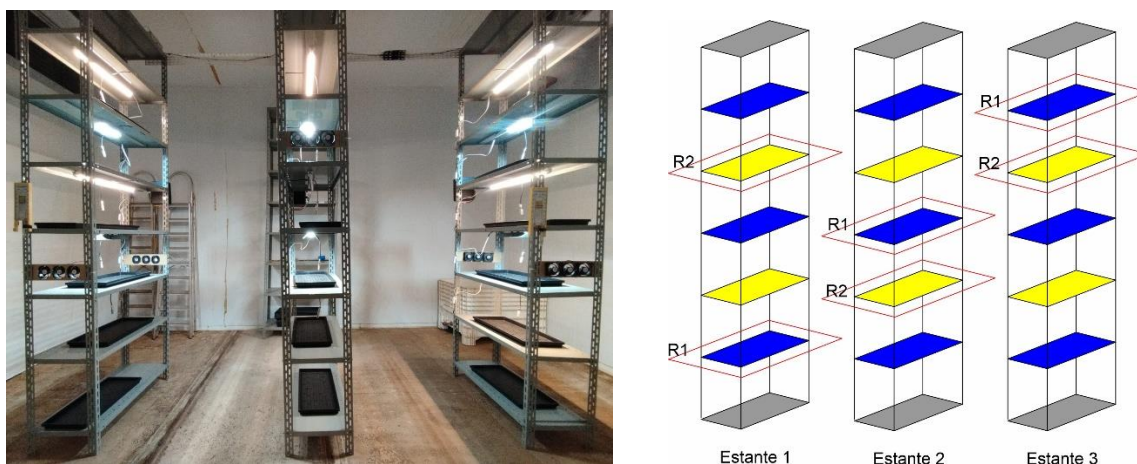


Figura 1: Câmara para experimento de microverdes com estantes e lâmpadas dispostas nas prateleiras e identificação da disposição dos dois tipos de lâmpadas R1 ($40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e potência de 18 W) e R2 ($44 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e potência de 33 W).

Para avaliar os efeitos da intensidade de luz e da emissão de energia térmica na temperatura e na umidade relativa do ar, com plantas nas estantes de produção, foram instalados sensores SHT-20, com comunicação com microcontroladores (ESP32), através do protocolo I2C, e um computador com função de roteador, recebendo os dados dos sensores e enviando para a nuvem. Para a aquisição e interpretação dos dados binários recebidos, a programação foi em JavaScript. O software foi desenvolvido na IDE do Arduino, utilizando bibliotecas específicas para os sensores, multiplexador, ESP32 e para os protocolos de tempo. A coleta dos dados foi realizada a cada 10 s.

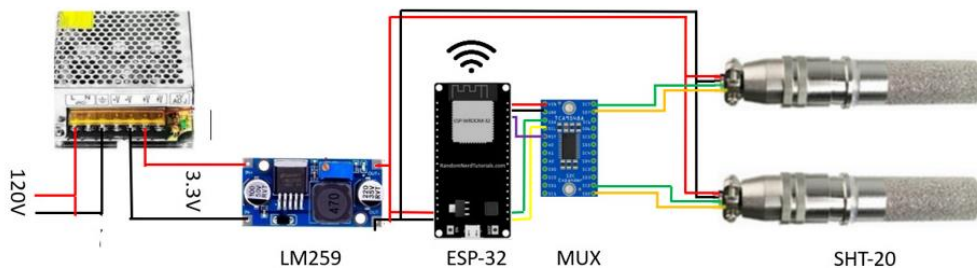


Figura 2: Instrumentação para sistema de aquisição de dados.

A produção de microverdes foi feita em bandejas plásticas de cultivo (50 cm x 28 cm x 3 cm), com perfurações na parte inferior para drenagem e irrigação por capilaridade. O substrato utilizado foi turfa (50% Sphagnum e 50% Perlita), hidratado até a capacidade de vaso. A espécie de microverde foi a rúcula, com densidade de semeadura de 100 g m⁻². A semeadura foi a lanço, de forma a atingir uniformemente toda a superfície da bandeja (Figura 2). Após a semeadura, o ciclo de cultivo foi dividido em duas fases: escura, para que ocorra a germinação e estiolamento do hipocótilo e enraizamento das plântulas no substrato (3 dias); e clara, com os tratamentos de intensidade luminosa permanecendo até completarem seu ciclo (7 dias). O fotoperíodo foi de 16h, ligando as lâmpadas às 17h e desligando às 9h do dia seguinte.



Figura 3: Preenchimento das bandejas e semeadura.

As amostras de microverdes foram colhidas em sua parte aérea, compreendendo as hastes dos cotilédones e folhas cotiledonares e verdadeira. A colheita foi manual com a utilização de tesoura e o corte do hipocótilo das plântulas a altura de 1 cm do substrato. Avaliaram-se as seguintes características no momento da colheita: altura do hipocótilo (20 plântulas) e massa fresca da parte aérea das plantas das bandejas.



Figura 4: Análises físicas das plântulas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Em todas as estantes, percebe-se que as curvas de temperatura do ar, coletadas no tratamento R2 (de $44 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e potência de 33 W), apresentaram os maiores valores do que as curvas correspondentes ao tratamento R1 ($40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e potência de 18 W) (Figura 5). Apesar disso, as variações foram menores do que 1°C , em média. As curvas de umidade relativa do ar apresentaram comportamento semelhante, com as coletadas no tratamento R2 superiores às do tratamento R1, com exceção da umidade relativa do ar medida na estante 1, que mostrou o comportamento inverso em curvas muito próximas entre si. Apesar disso, as variações observadas permaneceram abaixo de 8%.

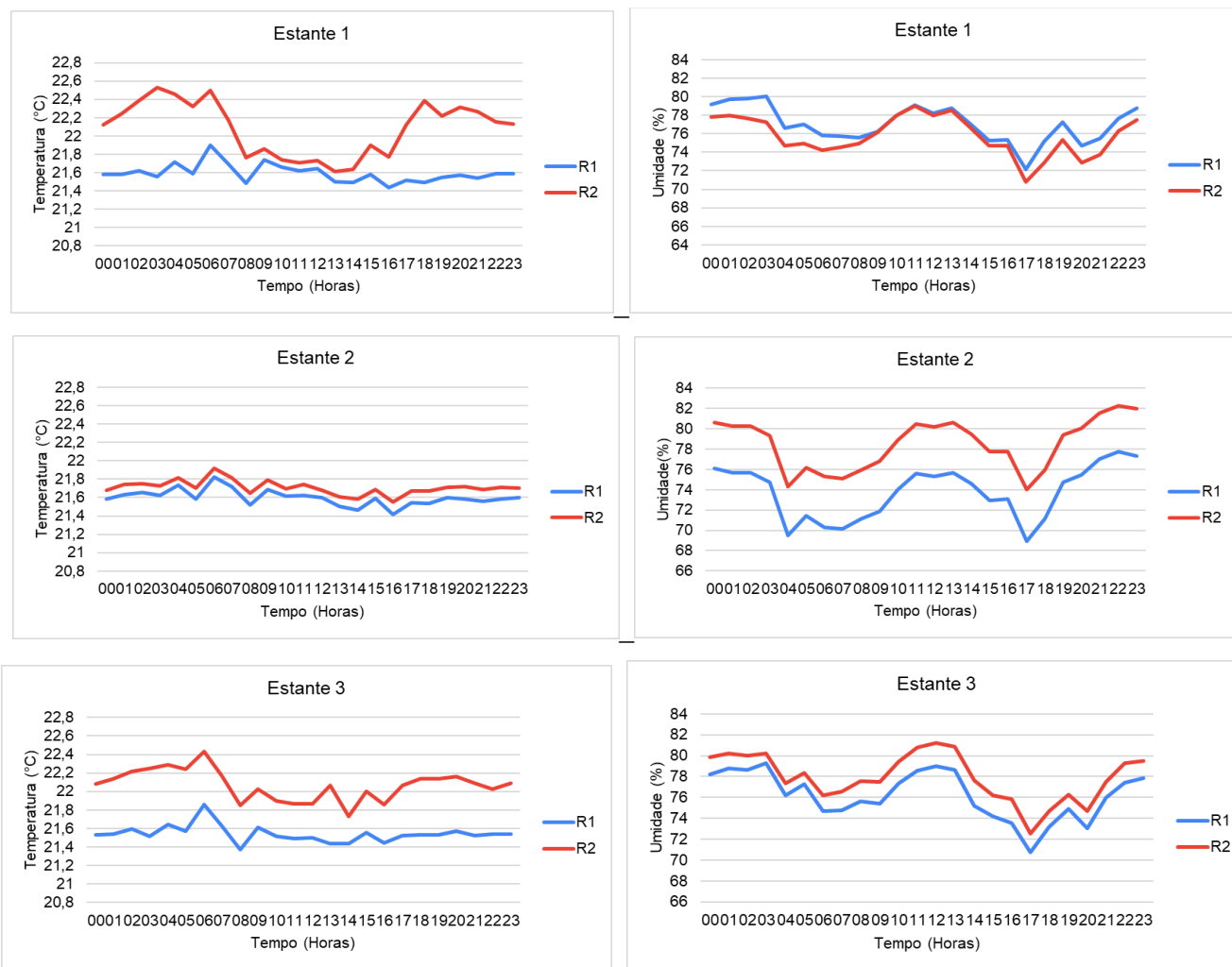


Figura 5: Temperatura e Umidade relativa do ar na Estante 1, 2 e 3 para os dois tipos de lâmpadas R1 ($40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e potência de 18 W) e R2 ($44 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e potência de 33 W).

As plântulas foram avaliadas com relação à altura do hipocótilo, número de folhas e massa fresca da parte aérea e, em magnitude, apresentaram resultados próximos entre si, com exceção da massa fresca da parte aérea (Tabela 1). O número de folhas se manteve constante, apresentando 2 folhas por plântula em todos os pontos. A altura do hipocótilo variou, em média, de 2,94 cm (R2) a 3,42 cm (R1). Já a massa fresca da parte aérea variou de 56,01 g (R2) a 82,67 g (R1), em média.

Tabela 1: Resultados das análises físicas das plântulas de microverde de rúcula para as alturas de medição, a 0,4 m (ponto 1), 1,6 m (ponto 3) e 2,8 m (ponto 5) do piso.

Estante	Altura hipocótilo (cm)		Nº folhas		Massa fresca parte aérea (g)	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	3,13	2,28	2	2	61,85	14,03
2	3,84	3,04	2	2	103,23	66,84
3	3,3	3,51	2	2	82,92	87,16
Média	3,42	2,94	2,00	2,00	82,67	56,01
DP	0,37	0,62	0,00	0,00	20,69	37,75
CV	10,83	21,09	0,00	0,00	25,03	67,40

CONCLUSÕES:

As temperaturas do ar e as umidades relativas medidas sob diferentes tipos de lâmpadas (40 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de PPFd e potência de 18 W e 44 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de PPFd e potência de 33 W) permaneceram em gradientes abaixo de 1,0°C e de 8%, respectivamente. No entanto, mais pesquisas sobre produção de microverdes no ambiente indoor são necessárias para aprofundar o estudo da ambiência.

BIBLIOGRAFIA

AHMED, H. A., YU-XIN, T., QI-CHANG, Y. Optimal control of environmental conditions affecting lettuce plant growth in a controlled environment with artificial lighting: A review. *South African Journal of Botany*, v. 130, p. 75-89, 2020.

JONES-BAUMGARDT, C.; YING, Q.; ZHENG, Y.; BOZZO, G. G. The Growth and Morphology of Microgreens Is Associated with Modified Ascorbate and Anthocyanin Profiles in Response to the Intensity of Sole-Source Light-Emitting Diodes. *Can. J. Plant Sci.* 101, 212–228, 2021.

MORROW, R. C. LED Lighting in Horticulture. *HortScience*, Vol. 43, No. 7, 2008, pp. 1947-1950.

XONTI, A.; HUNTER, E.; KULU, N.; MABOEI, P.; STANDER, M.; KOSSMANN, J.; PETERS, S.; LOEDOLFF, B. Diversification of Health-Promoting Phytochemicals in Radish (*Raphanus raphanistrum*) and Kale (*Brassica oleracea*) Micro-Greens Using High Light Bio-Fortification. *Funct. Foods Health Dis.* 10, 65–81, 2020.

YING, Qinglu; KONG, Yun; ZHENG, Youbin. Applying Blue Light Alone, or in Combination with Far-red Light, during Nighttime Increases Elongation without Compromising Yield and Quality of Indoor-grown Microgreens. *HORTSCIENCE*, v. 55, n. 6, p. 876–881, 2020.