




Revista
Ciência, Tecnologia & Ambiente

Efeito de tratamento de sementes na produção e qualidade de microverdes de rabanete

Effect of seed treatment on the production and quality of radish microgreens

Claudia Kulba Sette¹ , Vanessa Neumann Silva^{1*} , Angela Aparecida dos Santos de Almeida¹ 

¹Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Chapecó, SC, Brasil. *Autor para correspondência: vanessa.neumann@uffs.edu.br

Como citar: SETTE, C.K.; SILVA, V.N.; ALMEIDA, A.A.S. 2026 Efeito de tratamento de sementes na produção e qualidade de microverdes de rabanete. *Revista Ciência, Tecnologia e Ambiente*, vol. 16, e16315. <https://doi.org/10.4322/2359-6643.16315>.

RESUMO

Os microverdes têm despertado crescente interesse na alimentação contemporânea, devido ao seu elevado valor nutricional e possibilidade de cultivo em ambientes urbanos. A qualidade fisiológica das sementes é determinante para o sucesso do cultivo de microverdes, sobretudo porque a fase entre a semeadura e a colheita é curta e por isso não é possível o uso de tratamentos químicos convencionais, que podem deixar resíduos no alimento. Nesse contexto, o condicionamento fisiológico das sementes surge como alternativa para favorecer a emergência, o desempenho inicial e o valor funcional das plântulas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da embebição de sementes de rabanete em diferentes soluções bioestimulantes (água, ácido salicílico e ácido ascórbico), submetidas a duas temperaturas (20 °C e 25 °C), sobre o desenvolvimento, a qualidade visual e o valor nutricional de microverdes produzidos em laboratório. Foram avaliadas porcentagem, velocidade e tempo médio de emergência, altura das plantas, produtividade de massa verde, qualidade visual e composição nutricional (proteínas, vitamina C, compostos fenólicos e antocianinas). Os tratamentos de embebição não influenciaram significativamente a emergência, o crescimento ou a produtividade dos microverdes. No entanto, foram observadas diferenças quanto à qualidade visual e à composição nutricional. A embebição das sementes em ácido ascórbico a 20 °C resultou em melhor aparência e uniformidade das plântulas, além de maiores teores de compostos fenólicos. O tratamento com ácido ascórbico a 25 °C apresentou o maior teor de vitamina C. Conclui-se que o uso de ácido ascórbico pode enriquecer o valor nutricional de microverdes de rabanete.

Palavras-chave: *Raphanus sativus*, Priming em sementes, ácido ascórbico, ácido salicílico.

ABSTRACT

Microgreens have attracted growing interest in contemporary diets due to their high nutritional value and the possibility of cultivation in urban environments. The physiological quality of seeds is crucial for successful production, since chemical treatments cannot be used. In this context, seed priming emerges as an alternative to promote emergence, initial vigor, and the functional value of seedlings. This study aimed to evaluate the effect of soaking radish seeds in different biostimulant solutions (water, salicylic acid, and ascorbic acid), at two temperatures (20 °C and 25 °C), on the development, visual quality, and nutritional value of microgreens produced under laboratory conditions. Parameters of emergence, growth, and nutritional composition were assessed. Seed treatments did not significantly influence emergence, growth, or productivity of microgreens. However, differences were observed in visual quality and nutritional composition. Soaking seeds in ascorbic acid at 20 °C resulted in better appearance and uniformity of seedlings. Treatment with ascorbic acid



at 25 °C produced the highest vitamin C content. It is concluded that the use of ascorbic acid can enhance the nutritional value of radish microgreens.

Keywords: *Raphanus sativus*, seed priming, ascorbic acid, salicylic acid.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os microverdes têm despertado crescente interesse no setor agrícola e alimentício, tanto pela possibilidade de cultivo em ambientes indoor, que contribuem para redução dos custos de transporte e logística, quanto pelo elevado valor nutricional e potencial funcional. Esses vegetais, colhidos geralmente entre 7 e 21 dias após a germinação, destacam-se por apresentarem concentrações expressivas de vitaminas, minerais, proteínas e compostos bioativos, além de características sensoriais atrativas, como sabor acentuado e coloração intensa (Xiao et al., 2012; Kyriacou et al., 2017). Por esses motivos, os microverdes vêm sendo apontados como alimentos de alta agregação de valor, com grande potencial de expansão no mercado de produtos saudáveis e sustentáveis (Bulgari et al., 2017).

A qualidade final desses produtos está diretamente relacionada à espécie cultivada, às condições ambientais e às técnicas de manejo aplicadas (Xiao et al., 2019). Um ponto de destaque no cultivo é a qualidade da semente, visto que a germinação e emergência de plantas necessita ser rápida e uniforme, assim como a sanidade da semente, considerando que não é possível utilizar-se insumos usuais do tratamento de sementes, em função da possibilidade de resíduos que não podem estar presentes devido ao período curto de tempo decorrido entre a semeadura e a colheita. Neste contexto, o tratamento prévio das sementes por embebição, conhecido como *priming* o qual visa estimular processos metabólicos, uniformizar a emergência e favorecer o crescimento inicial das plântulas (Terzaghi e De Tullio, 2023) pode ser uma alternativa para sementes que serão utilizadas no cultivo de microverdes.

O uso de substâncias bioestimulantes no tratamento de sementes é uma estratégia promissora no cultivo dessas plântulas. O ácido salicílico atua como regulador do crescimento e na defesa contra estresses abióticos, melhorando o desempenho inicial (Baenas et al., 2014). Já o ácido ascórbico (precursor de vitamina C) desempenha

papel essencial no metabolismo antioxidante, reduzindo danos oxidativos durante a germinação e promovendo maior uniformidade no desenvolvimento (Terzaghi e De Tullio, 2023).

Desta forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos do tratamento de sementes com ácido salicílico, ácido ascórbico e água, em diferentes temperaturas de embebição, sobre o desenvolvimento, a qualidade visual e o valor nutricional de microverdes de rabanete (*Raphanus sativus* L.).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em laboratório de sementes em Chapecó-SC. Foram utilizadas sementes de rabanete da cultivar Ganga (específica para microverdes) sem tratamento industrial, as quais foram embebidas em soluções contendo ácido salicílico, ácido ascórbico ou água destilada. As soluções foram preparadas previamente, diluídas em água destilada, sendo 100 µM/L de ácido salicílico (Baenas et al., 2014) e 40 mg/L de ácido ascórbico grau analítico (LPA.–A.C.S., marca Synth) (Terzaghi e De Tullio, 2023). Os tratamentos, previamente definidos nos testes iniciais, foram: 1: sementes embebidas em água à 20 °C por 48 horas; 2: sementes embebidas em solução de ácido salicílico à 20 °C por 48 horas; 3: sementes embebidas em solução de ácido ascórbico à 20 °C por 48 horas; 4: sementes embebidas em água à 25 °C por 48 horas; 5: sementes embebidas em solução de ácido salicílico à 25 °C por 48 horas; 6: sementes embebidas em solução de ácido ascórbico à 25 °C por 48 horas; 7: sementes sem embebição.

Após a definição do tempo de embebição das sementes, que foi de 48 horas (baseado na análise da curva de embebição), foi feito o condicionamento das sementes em cada um dos tratamentos previamente descritos e, posteriormente, o cultivo dos microverdes. O condicionamento foi realizado entre 2 folhas de papel germitest, previamente umedecidas com as soluções dos tratamentos, sobre tela metálica acoplada em caixa gerbox, com 50 mL de solução no fundo.

O cultivo foi realizado em bandejas plásticas transparentes de 500 ml, com 50 g de vermiculita esterilizada, com 1 g de sementes por bandeja (aproximadamente 96 sementes) previamente tratadas. As sementes foram distribuídas em cada bandeja a 1 cm de profundidade e cobertas com camada de vermiculita. As caixas contendo as sementes foram mantidas em bancadas próximas às janelas do laboratório, para que os microverdes se desenvolvessem sob luz natural. Para minimizar variações na incidência de luz, as bandejas foram distribuídas em blocos, alternando suas posições periodicamente, garantindo que todas recebessem quantidades semelhantes de iluminação natural. Além disso, a irrigação foi realizada conforme a necessidade de cada bandeja, de modo a manter condições adequadas de umidade para o desenvolvimento homogêneo dos microverdes. Foram utilizadas cinco repetições para cada tratamento nos testes realizados. As avaliações foram realizadas dos três aos 21 dias após a semeadura (DAS), espaçadas a cada três dias, determinando-se os parâmetros descritos a seguir.

Porcentagem de emergência de plântulas: foi realizada a contagem de plântulas emersas entre o terceiro e o vigésimo primeiro dia após a semeadura, com resultados expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de emergência: calculado com a fórmula:

$$(IVE): \sum (n_i / t_i) \quad (1)$$

onde n_i é o número de plântulas emergidas no tempo t_i , e t_i é o dia após a semeadura correspondente (Maguire, 1962).

Tempo médio de emergência: calculado utilizando a fórmula:

$$(TME): \sum (n_i \times t_i) / \sum n_i \quad (2)$$

onde n_i representa o número de plântulas emergidas no tempo t_i , e $\sum n_i$ é o total de plântulas emergidas ao final do período de avaliação (Ranal e Santana, 2006).

Altura das plântulas: a partir de 3 DAS realizou-se a medição da altura de parte aérea de 5 plantas por bandeja com régua graduada em cm. A medida aferida foi a distância entre a superfície superior do substrato na bandeja e o ápice da plântula.

Análise visual: foi realizada com uma classificação de acordo com a escala proposta por Li et al. (2021), na qual foram atribuídas notas de 01 a 05 considerando-se a cobertura da bandeja, sendo nota 1: até 20% da superfície; nota 2: 21-40%; nota 3: 41-60%; nota 4: 61-80%, e nota 5: acima de 80%.

Produtividade: ao final do período de produção foi realizada a colheita do material para determinação da produtividade; para a **massa verde total**, considerou-se a planta inteira, incluindo raízes, hipocótilo e folhas. Já a **massa verde da parte aérea** foi obtida a partir do corte da planta ao nível do substrato, desconsiderando-se as raízes. As amostras foram pesadas em balança de precisão (0,0001 g) e os resultados expressos em g/cm²

Análise nutricional: nesta etapa foram determinados os teores de proteínas e de vitamina C, compostos fenólicos, e antocianinas. Para isso, as amostras de microverdes foram trituradas em almofariz e pistilo, pesou-se 1g da amostra e foi adicionado 15 mL do solvente correspondente para cada análise, sendo água deionizada para extração de ácido ascórbico, etanol a 80% para fenólicos e etanol 80% acidificado com ácido cítrico 1% para antocianinas. Posteriormente, a solução foi agitada a 5.000 rpm por 10 minutos, em temperatura ambiente, filtrada e armazenados os extratos sob congelamento em ultra-freezer e ao abrigo de luz até o momento das análises.

Para a análise da vitamina C foi utilizada adaptação do método colorimétrico descrito por Strohecker e Henning (1967). Os extratos aquosos foram pipetados em microplaca, em triplicata e adicionou-se os reagentes ácido tricloroacético e 2,4-dinitrofenil-hidrazina e incubou-se por 2h a 37 °C. Depois da incubação, foi feita a leitura da absorbância a 520 nm tendo como parâmetro uma curva de calibração com ácido ascórbico. Os resultados foram expressos em mg/g de microverde.

O teor de compostos fenólicos foi quantificado através do método colorimétrico de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton e Rossi Junior (1965) com algumas modificações; foram utilizadas alíquotas de 25 µL de extratos etanólico dos microverdes, 150 µL do reagente de Folin e 100 µL de carbonato de sódio a

10%. Após 2 h de incubação em temperatura ambiente no escuro, foi feita a leitura da absorbância a 760 nm. Para a quantificação foi gerada uma curva padrão de ácido gálico e os resultados foram expressos em equivalente de ácido gálico por grama de microverde.

A determinação de antocianinas monoméricas totais foi realizada através do método adaptado de Giusti e Wrostand (2001), pesando-se 1g da amostra triturada e adicionando-se 15 mL de etanol 80% acidificado com ácido cítrico 1%, a mistura foi agitada em agitador magnético em temperatura ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C}$ e a solução foi filtrada e armazenada refrigerada no escuro até as leituras. Para a leitura da absorbância foram utilizadas soluções tampão cloreto de potássio pH 1,0 e acetato de sódio pH 4,5. A leitura foi feita a 510 nm e a 700 nm e os resultados expressos em cianidina-3-glicosídeo (mg/L amostra fresca).

Para a determinação do teor de nitrogênio total nas amostras vegetais, foi utilizado o método de Kjeldahl, conforme descrito no Manual de Procedimentos de Amostragem e Análise Química de Plantas, Solo e Fertilizantes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Meneghetti, 2018).

Os dados obtidos do cultivo de microverdes, para a maioria das variáveis foram submetidos à análise de variância, e comparação de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) no programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2019). Os dados de análise visual foram comparados por método de estatística não paramétrica, com os testes de

Kruskal Wallis e de Dunn com correção de Bonferroni ($\alpha = 0,0024$) (Statistics Kingdom, 2025).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de emergência dos microverdes de rabanete não diferiu entre os tratamentos durante o período de avaliação (Tabela 1). Em todos os tratamentos as taxas de emergência foram acima de 80% a partir do nono dia após a semeadura, o que evidencia alta viabilidade e vigor das sementes, independentemente da solução ou temperatura utilizadas no processo de embebição. O condicionamento de sementes é reconhecido por melhorar a eficácia da germinação e o vigor das plântulas, influenciando diversos mecanismos fisiológicos, bioquímicos e moleculares. Contudo, sua eficácia também difere entre espécies, cultivares e lotes de sementes, exigindo ajustes específicos para cada cultura em variáveis como tempo, temperatura e agentes de condicionamento (Rhaman, 2025).

Estudos anteriores com outras espécies também relataram respostas semelhantes. Avaliando diferentes técnicas de *priming* em sementes de beterraba e espinafre, Thakur et al. (2025) observaram ausência de diferenças expressivas na germinação, reforçando que, em condições ideais de umidade e temperatura, a resposta ao tratamento tende a ser uniforme.

Quanto ao índice de velocidade de emergência (IVE) e o tempo médio de emergência (TME) não houve efeitos dos tratamentos (Tabela 2). Esses resultados indicam uniformidade na emergência de plântulas,

Tabela 1. Porcentagem de emergência de microverdes de rabanete em função de diferentes tratamentos de sementes avaliados aos 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 DAS.

Período de avaliação (dias após a semeadura)	Tratamentos							CV (%)
	1**	2	3	4	5	6	7	
3	61,0 a*	76,6 a	73,2 a	71,6 a	76,6 a	82,4 a	72,6 a	20,5
6	78,8 a	93,0 a	90,2 a	84,6 a	85,6 a	94,0 a	93,4 a	12,2
9	82,0 a	93,6 a	90,8 a	87,0 a	87,6 a	94,8 a	94,4 a	10,9
12	83,6 a	94,0 a	91,2 a	87,6 a	88,2 a	95,4 a	94,8 a	10,0
15	83,6 a	94,0 a	91,2 a	87,6 a	88,2 a	95,4 a	94,8 a	10,0
18	83,6 a	94,0 a	91,2 a	87,6 a	88,3 a	95,7 a	94,8 a	10,0
21	83,6 a	94,1 a	91,3 a	87,6 a	88,3 a	95,7 a	94,8 a	10,0

*médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. **1: embebição em água a 20°C , 2: embebição em ácido salicílico a 20°C , 3: embebição em ácido ascórbico a 20°C , 4: embebição em água a 25°C , 5: embebição em ácido salicílico a 25°C , 6: embebição em ácido ascórbico a 25°C e 7: sem embebição. CV: coeficiente de variação.

Tabela 2. Índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) de plantas de microverdes de rabanete em função de diferentes tratamentos de sementes.

Variáveis	Tratamentos							CV (%)
	1**	2	3	4	5	6	7	
IVE	22,8 a*	27,2 a	26,2 a	25,4 a	26,2 a	28,3 a	28,3 a	13,4
TME (dias)	4,1 a*	3,6 a	3,6 a	3,7 a	3,5 a	3,5 a	3,8 a	13,0

*médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. **1: embebição em água a 20 °C, 2: embebição em ácido salicílico a 20 °C, 3: embebição em ácido ascórbico a 20 °C, 4: embebição em água a 25 °C, 5: embebição em ácido salicílico a 25 °C, 6: embebição em ácido ascórbico a 25 °C e T7: sem embebição. CV: coeficiente de variação.

independentemente da solução utilizada (água, ácido salicílico ou ácido ascórbico) e da temperatura aplicada (20 °C ou 25 °C).

De acordo com Terzaghi e De Tullio (2023), o efeito positivo do *priming* tende a ser mais expressivo quando as sementes apresentam menor viabilidade ou foram submetidas a estresses prévios. Da mesma forma, Ferreira et al. (2021) relataram que a temperatura de embebição exerce influência direta sobre a taxa de germinação em espécies sensíveis, mas, em sementes com elevada qualidade fisiológica, as variações de temperatura dentro de faixas moderadas não resultam em diferenças significativas.

Quanto ao tamanho das plantas, de modo geral, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, com exceção das avaliações realizadas aos 3 e 15 dias após a semeadura (Tabela 3). Nesses períodos, observou-se que o tratamento 6 (embebição em ácido ascórbico a 25 °C) apresentou maior crescimento inicial, comparado ao tratamento 5 (embebição em ácido salicílico a 25 °C). Esse comportamento sugere que o ácido ascórbico pode ter favorecido o vigor inicial das plântulas, possivelmente por atuar na regulação do metabolismo antioxidante e na proteção contra danos oxidativos durante a germinação. Segundo Zafar et al. (2022), o tratamento de sementes de rabanete com ácido ascórbico aumenta a atividade de enzimas relacionadas ao crescimento, promovendo melhor alongamento celular e uniformidade das plântulas.

A análise da qualidade visual dos microverdes de rabanete (Tabela 4) mostrou diferença significativa entre os tratamentos ($H = 12,82$; $p = 0,046$). O tratamento 3 (embebição em ácido ascórbico a 20 °C) apresentou a melhor nota média ($3,4 \pm 0,55$), indicando maior uniformidade e vigor das plântulas, enquanto o tratamento

4 (embebição em água a 25 °C) teve o menor desempenho ($1,6 \pm 0,55$).

O desempenho superior do tratamento com ácido ascórbico pode estar associado à ação antioxidante da substância; em sementes de aveia foi constatado que o *priming* com ácido ascórbico aumenta a atividade das enzimas antioxidantes, o conteúdo de antioxidantes o que favoreceu o reparo de danos mitocondriais e o aumento do vigor das sementes (Mi et al., 2025). Segundo Li et al. (2021) a uniformidade visual e a coloração intensa das plantas são indicadores diretos de qualidade comercial e refletem o bom estado fisiológico das plântulas. No presente estudo, embora tenha sido observada boa uniformidade das plântulas, não houve alteração significativa na coloração da parte aérea, indicando que esse parâmetro não foi tão sensível quanto os demais para diferenciar os tratamentos.

Em relação aos valores de produção de massa fresca não foram observadas diferenças entre os tratamentos (Tabela 5), tanto para massa verde total quanto para massa verde da parte aérea. Os valores médios de massa verde total variaram de 0,186 a 0,263 g/cm², e de 0,102 a 0,164 g/cm² para a massa verde da parte aérea. Esses resultados são semelhantes aos relatados por Bulgari et al. (2017), que observaram produtividades variando entre 0,15 e 0,30 g/cm² em microverdes de espécies da família *Brassicaceae* cultivadas em condições controladas. De forma semelhante, Kyriacou et al. (2017) descreveram valores próximos de 0,20 g/cm² para microverdes de rabanete.

Quanto ao valor nutricional, o teor de proteínas nos microverdes de rabanete não diferiu entre os tratamentos testados, e variaram de 2,64% a 6,16% (Tabela 6). Resultados semelhantes foram relatados por Bulgari et al. (2017) e Kyriacou et al. (2017), os quais obtiveram valores entre 3% e 6%.

Tabela 3. Altura de plantas de microverdes de rabanete em função de diferentes tratamentos de sementes avaliados aos 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 DAS.

Período de avaliação (dias após a semeadura)	Tratamentos							CV (%)
	1**	2	3	4	5	6	7	
	AP (cm)							
3	3,1 ab*	3,8 a	4,2 a	4,3 a	3,8 a	4,6 a	2,06 b	20,5
6	5,2 a	5,5 a	5,4 a	5,2 a	5,1 a	5,3 a	4,6 a	9,9
9	5,5 a	5,7 a	5,8 a	5,5 a	5,4 a	6,0 a	5,6 a	7,4
12	5,8 a	6,1 a	5,9 a	5,7 a	5,5 a	6,2 a	5,9 a	6,3
15	5,8 ab	6,1 ab	6,1 ab	5,8 ab	5,5 b	6,3 a	6,1 ab	6,3
18	6,0 a	6,2 a	6,3 a	5,8 a	5,9 a	6,3 a	6,2 a	7,1
21	6,5 a	6,3 a	6,6 a	5,9 a	6,0 a	6,3 a	6,2 a	6,6

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. **1: embebição em água a 20 °C, 2: embebição em ácido salicílico a 20 °C, 3: embebição em ácido ascórbico a 20 °C, 4: embebição em água a 25 °C, 5: embebição em ácido salicílico a 25 °C, 6: embebição em ácido ascórbico a 25 °C e T7: sem embebição. CV: coeficiente de variação.

Tabela 4. Valores médios de notas atribuídas a qualidade de microverdes de rabanete em função de diferentes tratamentos de sementes.

Nota	Tratamentos						
	1	2	3	4	5	6	7
	2,4 ± 0,9	3,2 ± 0,8	3,4 ± 0,5	1,6 ± 0,5	3,0 ± 0,6	3,2 ± 1,1	3,0 ± 0,6
H (Kruskal-Wallis)	12,8						
P	0,046						

Tabela 5. Produção de massa verde total (MVT) e massa verde de parte aérea (MVPA) de microverdes de rabanete em função de diferentes tratamentos de sementes.

Tratamentos	MVT	MVT	MVPA	MVPA
	(g/bandeja)	(g/cm ²)	(g/bandeja)	(g/cm ²)
1**	20,64 a*	0,215 a	12,98 a	0,135 a
2	25,22 a	0,263 a	15,72 a	0,164 a
3	18,15 a	0,189 a	10,43 a	0,109 a
4	21,22 a	0,226 a	12,13 a	0,137 a
5	17,86 a	0,186 a	10,12 a	0,105 a
6	17,95 a	0,187 a	9,79 a	0,102 a
7	19,79 a	0,206 a	12,4 a	0,135
CV (%)	26,1	26,1	32,6	32,6

*médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

**1: embebição em água a 20 °C, 2: embebição em ácido salicílico a 20 °C, 3: embebição em ácido ascórbico a 20 °C, 4: embebição em água a 25 °C, 5: embebição em ácido salicílico a 25 °C, 6: embebição em ácido ascórbico a 25 °C e 7: sem embebição. CV: coeficiente de variação.

Quanto ao teor de vitamina houve diferença significativa entre os tratamentos, com valores variando entre 0,213 e 0,883 mg/g (Tabela 6); o maior valor médio observado ocorreu nos microverdes produzidos no tratamento 6 (sementes tratadas com ácido ascórbico a 25°C). Ainda, cabe destacar que os valores médios obtidos podem ser considerados adequados e até maiores que obtidos em outras pesquisas; Balik et al. (2024) constataram teores médios de 0,25 mg/g em microverdes de rabanete cultivados também em vermiculita. Em outra pesquisa

com microverdes de rabanete os autores observaram teor médio de 0,33 mg/g de vitamina C, novamente valores compatíveis com os obtidos na presente pesquisa (Dhaka et al., 2023).

Quanto ao teor de compostos fenólicos houve diferença significativa entre os tratamentos, com maior valor observado no tratamento 3 (embebição em ácido ascórbico a 20 °C), enquanto os menores foram registrados nos tratamentos conduzidos a 25 °C, especialmente na embebição em água (tratamento 4)

Tabela 6. Valores médios de teor de proteínas, vitamina C, compostos fenólicos, e antocianinas em microverdes de rabanete em função de diferentes tratamentos de sementes.

Tratamento	Proteínas (%)	Vitamina C (mg/g)	Compostos fenólicos (mg/g)	Antocianinas (mg/L)
1**	2,64 ± 1,3 a	0,776 a*	1,83 a*	1,23 ± 0,54 a*
2	2,64 ± 1,32 a	0,736 a	1,69 a	1,83 ± 0,33 a
3	5,73 ± 1,99 a	0,332 bc	1,72 a	1,09 ± 0,89 a
4	4,30 ± 1,32 a	0,672 ab	1,37 b	2,50 ± 0,95 a
5	5,73 ± 1,53 a	0,213 c	1,73 a	1,74 ± 0,2 a
6	5,73 ± 2,77 a	0,883 a	1,41 b	2,41 ± 0,23 a
7	3,52 ± 1,53 a	0,626 ab	1,71 a	1,65 ± 0,18 a
CV (%)	39,2	20,9	5,2	30,1

*médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey na coluna, para cada variável. **1: embebição em água a 20 °C, 2: embebição em ácido salicílico a 20 °C, 3: embebição em ácido ascórbico a 20 °C, 4: embebição em água a 25 °C, 5: embebição em ácido salicílico a 25 °C, 6: embebição em ácido ascórbico a 25 °C e 7: sem embebição. CV: coeficiente de variação.

(Tabela 6). Esse resultado indica que a temperatura mais amena e o uso do ácido ascórbico favorece a síntese de compostos fenólicos, aumentando o potencial antioxidante das plântulas. De acordo com Terzaghi e De Tullio (2023), o ácido ascórbico atua como cofator em processos enzimáticos ligados à biossíntese de metabólitos secundários, estimulando a produção de compostos fenólicos e reduzindo danos oxidativos durante a germinação. Resultados semelhantes foram relatados por Baenas et al. (2014), que observaram incremento desses compostos em microverdes de *Brassicaceae* submetidos à elicitação com antioxidantes. Além disso, Bulgari et al. (2017) destacam que o acúmulo de fenólicos em microverdes está diretamente relacionado à intensidade luminosa e à eficiência fotossintética, fatores que podem ter potencializado os efeitos do tratamento nas condições controladas deste estudo.

Quanto aos resultados de antocianinas não houve diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 4). Segundo Xiao et al. (2019), a produção de antocianinas em microverdes está relacionada a fatores ambientais que estimulam o metabolismo secundário, como temperatura e luminosidade. De forma semelhante, Baenas et al. (2014) observaram que estímulos moderados durante o tratamento de sementes de *Brassicaceae* ativam rotas biossintéticas de flavonoides e outros compostos fenólicos, incluindo as antocianinas.

De modo geral, os resultados obtidos nessa pesquisa demonstram que os diferentes tratamentos de embebição de sementes, utilizando água, ácido salicílico e ácido ascórbico em temperaturas de 20 °C e 25 °C, não

exerceram influência significativa sobre o desenvolvimento vegetativo dos microverdes de rabanete. Por outro lado, o valor nutricional teve resposta diferenciada às condições de embebição. A embebição em ácido ascórbico a 20 °C proporcionou maior acúmulo de compostos fenólicos e de vitamina C, o que sugere ativação de rotas metabólicas secundárias relacionadas ao aumento do potencial antioxidante. Esses resultados demonstram que, embora o crescimento vegetativo não tenha sido alterado, as condições de embebição podem influenciar parâmetros funcionais e antioxidantes, o que amplia as possibilidades de uso dessa técnica, e contribuem para o aprimoramento de práticas sustentáveis e eficientes na produção de microverdes, alinhadas à demanda por alimentos funcionais e de alta qualidade.

Dessa forma, pode-se dizer que a embebição simples em água é suficiente para assegurar boa emergência e desenvolvimento uniforme dos microverdes de rabanete, sendo uma prática de baixo custo e fácil aplicação. No entanto, o uso de antioxidantes como o ácido ascórbico apresenta potencial para otimizar a qualidade funcional do produto, sugerindo a necessidade de novos estudos que explorem diferentes concentrações e tempos de embebição.

CONCLUSÃO

A taxa de emergência de plantas, velocidade de emergência, tempo médio de emergência, altura de plantas e produtividade em massa fresca de microverdes de rabanete não é influenciada pelos tratamentos testados. A qualidade visual dos microverdes de rabanete é

influenciada pelo tratamento de sementes, e a embebição em ácido ascórbico a 20 °C foi o melhor tratamento. A composição nutricional dos microverdes cultivados, é influenciada pelo tratamento das sementes, com resposta variável em função do parâmetro analisado.

REFERÊNCIAS

- BACENAS, N., GARCÍAFIGUERA, C. & MORENO, D.A., 2014. Biotic elicitors effectively increase the glucosinolates content in Brassicaceae sprouts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 62, no. 8, pp. 1881-1889. <https://doi.org/10.1021/jf404876z>. PMID:24484436.
- BALIK, S., DASGAN, H.Y., IKIZ, B. & GRUDA, N.S., 2024. The performance of growingmediashaped microgreens: the growth, yield, and nutrient profiles of broccoli, red beet, and black radish. *Horticulturae*, vol. 10, no. 12, pp. 1289. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10121289>.
- BULGARI, R., BALDASSARRE, V. & FERRANTE, A., 2017. Microgreens: novel fresh and functional food to explore all the value of biodiversity. In: A. MÉNDEZVILAS, ed. *Microbial pathogens and strategies for combating them: science, technology and education*. Badajoz: Formatex, pp. 214-220. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2016.05.002>.
- DHAKA, A.S., DIKSHIT, H.K., MISHRA, G.P., TONTANG, M.T., MEENA, N.L., KUMAR, R.R., RAMESH, S.V., NARWAL, S., ASKI, M., THIMMEGOWDA, V., GUPTA, S., NAIR, R.M. & PRAVEEN, S., 2023. Evaluation of growth conditions, antioxidant potential, and sensory attributes of six diverse microgreens species. *Agriculture*, vol. 13, no. 3, pp. 676. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030676>.
- FERREIRA, D.F., 2019. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Brazilian Journal of Biometrics*, vol. 37, no. 4, pp. 529-535. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.
- FERREIRA, R.L., SANTOS, L.M., OLIVEIRA, F.P. & LIMA, M.A.C., 2021. Temperature effects on germination and seedling development of beetroot cultivars. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 25, no. 5, pp. 347-353.
- GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 00: F1.2.1-F1.2.13, 2001. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>
- KYRIACOU, M.C., DE PASCALE, S., KYRATZIS, A. & ROUPHAEL, Y., 2017. Microgreens as a component of space life support systems: a cornucopia of functional food. *Frontiers in Plant Science*, vol. 8, pp. 1587. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01587>. PMID:28955372.
- LI, T., LALK, G.T. & BI, G., 2021. Fertilization and presowing seed soaking affect yield and mineral nutrients of ten microgreen species. *Horticulturae*, vol. 7, no. 2, pp. 14. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7020014>.
- MENEGHETTI, A.M., 2018. *Manual de procedimentos de amostragem e análise química de plantas, solo e fertilizantes*. Curitiba: UDUTFPR, 252 p.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. *Crop Science*, vol. 2, p. 176-177, 1962. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- MI, C., HONG, L., SUN, S., ZHAO, S., DOU, L. & MAO, P., 2025. Ascorbic acid priming restores the seed vigor by enhancing the mitochondrial AsA-GSH cycle and related gene expression in the aged oat seeds. *Physiologia Plantarum*, vol. 177, no. 2, e70190. <https://doi.org/10.1111/ppl.70190>. PMID:40171893.
- RANAL, M.A.; SANTANA, D.G. How and why to measure the germination process? *Revista Brasileira de Botânica*, vol. 29, n.1, p.1-11, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000100002>
- RHAMAN, M.S., 2025. Seed priming before the sprout: Revisiting an established technique for Stress-Resilient germination. *Seeds*, vol. 4, no. 3, e29. <https://doi.org/10.3390/seeds4030029>.
- SINGLETON, V.L. & ROSSI JUNIOR, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. 16, no. 3, pp. 144-158. <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>.
- STATISTICS KINGDOM, 2025 [acesso em 11 agosto 2025]. *Statistical calculators and tests* [online]. Disponível em: <https://www.statskingdom.com>
- STROHECKER, R. & HENNING, H.M., 1967. *Análisis de vitaminas: métodos comprobados*. Madrid: Paz Montalvo, 428 p.

- TERZAGHI, M. & DE TULLIO, M.C., 2023. Ascorbic acid in seeds, priming and beyond. *Seeds*, vol. 2, no. 4, pp. 421-435. <https://doi.org/10.3390/seeds2040032>.
- THAKUR, A., PRABHA, D. & CHAUHAN, J.S., 2025. Effect of various seed priming techniques on germination and vigor of spinach beet seeds in storage. *Discover Plants*, vol. 2, no. 1, pp. 155. <https://doi.org/10.1007/s44372-025-00250-z>.
- XIAO, Z., LESTER, G.E., LUO, Y. & WANG, Q., 2012. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 60, no. 31, pp. 7644-7651. <https://doi.org/10.1021/jf300459b>. PMID:22812633.
- XIAO, Z., ROUPHAEL, Y., WU, D., PONNAMPALAM, E.N., PETERSON, C. & WANG, Q., 2019. Advances in microgreens research: nutritional value, production practices, and postharvest quality. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 90, pp. 85-96.
- ZAFAR, S.A., ASGHAR, M.A., REHMAN, R., AHMAD, N. & KHAN, M.R., 2022. Seed priming with ascorbic acid enhances germination, seedling growth and stress tolerance in radish (*Raphanus sativus* L.). *Plant Physiology Reports*, vol. 27, no. 3, pp. 456-465.