

ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA COMPOSIÇÃO MINERAL DE MICROVERDES

Ana Clara Meurer¹, Brenda Heidemann², Francine Grande³, Larissa Nichelatti⁴, Laura Caroline de Souza⁵, Letícia Erdmann⁶, Mariny Gabriely Rebeque Cristo Gracioli⁷
Discentes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Câmpus Jaraguá do Sul Centro.

¹ana.m1@aluno.ifsc.edu.br

²brenda.h09@aluno.ifsc.edu.br

³francine.g30@aluno.ifsc.edu.br

⁴larissa.n2005@aluno.ifsc.edu.br

⁵laura.cs17@aluno.ifsc.edu.br

⁶leticia.e2005@aluno.ifsc.edu.br

⁷mariny.grg2005@aluno.ifsc.edu.br

Giovani Pakuszewski

Docente das unidades curriculares de Química Analítica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Câmpus Jaraguá do Sul - Centro.

Resumo

Na análise exploratória da composição mineral de microverdes foi investigado a composição e concentração dos macrominerais (cálcio-Ca, magnésio-Mg, fósforo-P, sódio-Na, potássio-K), e dos microminerais (cobre-Cu, ferro-Fe, manganês-Mn e zinco-Zn). Em oito variedades de microverdes (alface, beterraba, brócolis, cenoura, couve, repolho, rúcula e lentilha) cultivados em três substratos (turfa sphagnum, vermicomposto doméstico e tapete de fibra de coco). As determinações dos macro e microminerais foram realizadas utilizando-se Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-OES) e Espectrometria de Emissão Atômica em Chama (Fotometria). Os resultados demonstraram que os microverdes possuem uma composição mineral maior que seus homólogos maduros e o substrato que apresentou o melhor desempenho foi o de vermicomposto. O potássio foi o macroelemento mais abundante, variando de 188,18 a 532,40 mg/100 g de massa fresca (MF), seguido por P (74,40–148,43 mg/100 g MF), Ca (6,16–103,79 mg/100 g MF), Na (8,25–70,69 mg/100 g MF), Mg (22,16–61,51 mg/100 g MF). Entre os microminerais, o Fe tendeu a ser o mais abundante (1,68–5,55 mg/100 g MF), seguido pelo Zn (0,59–1,39 mg/100 g MF), Mn (0,23–0,85 mg/100 g MF) e Cu (0,05–0,25 mg/100 g MF).

Palavras-Chave: microverdes; minerais; digestão; ICP-OES; fotometria.

Abstract

In the exploratory analysis of the mineral composition of microgreens, the composition and concentration of macrominerals (calcium-Ca, magnesium-Mg, phosphorus-P, sodium-Na, potassium-K) and microminerals (copper-Cu, iron-Fe, manganese-Mn, and zinc-Zn) were investigated. The study was conducted on eight varieties of microgreens (lettuce, beet, broccoli, carrot, kale, cabbage, arugula, and lentil) grown on three substrates (sphagnum peat, homemade vermicompost, and coconut fiber mat). The determination of macro and microminerals was carried out using Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) and Flame Atomic Emission Spectrometry (Photometry). The results showed that microgreens have a higher mineral composition than their mature counterparts, and the substrate that performed best was vermicompost. Potassium was the most abundant macroelement, ranging from 188.18 to 532.40 mg/100 g of fresh mass (FM), followed by P (74.40–148.43 mg/100 g FM), Ca (6.16–103.79 mg/100 g FM), Na (8.25–70.69 mg/100 g FM), Mg (22.16–61.51 mg/100 g FM). Among the microminerals, Fe tended to be the most abundant (1.68–5.55 mg/100 g FM), followed by Zn (0.59–1.39 mg/100 g FM), Mn (0.23–0.85 mg/100 g FM), and Cu (0.05–0.25 mg/100 g FM).

Keywords: microgreens; minerals; digestion; ICP-OES; photometry.

INTRODUÇÃO

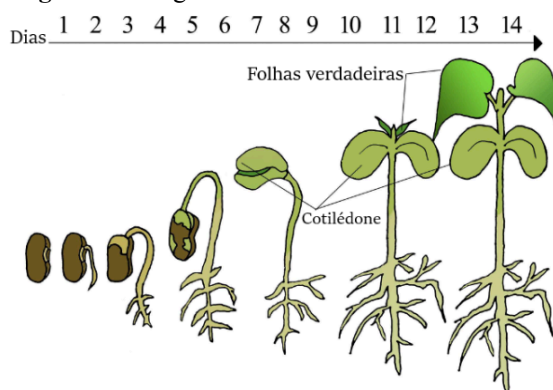
A produção e o consumo de alimentos saudáveis em ambientes urbanos é uma das principais preocupações da sociedade contemporânea. Com dietas baseadas principalmente no consumo de ultraprocessados, a carência de vitaminas e minerais vêm se tornando gradativamente mais comum, juntamente com o excesso na ingestão de sódio, açúcar, gorduras totais e saturadas (MARTINS *et al.*, 2013; LOUZADA *et al.*, 2023; A ALIMENTAÇÃO DOS BRASILEIROS, *s.d*). Essas dietas foram responsáveis por cerca de 57.000 mortes prematuras no ano de 2019 no Brasil, e a principal causa de doenças no mundo todo, representando cerca de 26% das mortes evitáveis. Como agravante da situação, apesar do custo de alimentos não processados ou minimamente processados ser inferior ao de alimentos ultraprocessados, pesquisas já sugerem a inversão desse padrão (MILLER *et al.*, 2022; NILSON *et al.*, 2023; ANDRADE *et al.*, 2024).

Com relação a deficiência de minerais, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a deficiência de ferro, por exemplo, atinge cerca de 46% das crianças e 48% das pessoas gestantes no mundo (COZZOLINO *et al.*, 2007). Os impactos da falta desses minerais são diversos, visto que eles desempenham funções vitais no corpo,

como a regulação da atividade e manutenção celular, facilitação do transporte de substâncias diversas, suporte à atividade muscular e nervosa e auxílio na transferência de compostos através das membranas celulares (GRILLO *et al.*, 2020). A quantidade apropriada desses minerais nas dietas varia de acordo com gênero, idade, entre outras condições (BARBOSA; CAMPOS, 2021).

Nesse contexto, os microverdes surgem como alternativa para a suplementação mineral. Caracterizam-se como mudas colhidas entre a abertura do cotilédone¹ e o surgimento das primeiras folhas (Figura 1) (BENINCASA *et al.*, 2019; RIGGIO *et al.*, 2019; ZHANG *et al.*, 2021; EBERT, 2022).

Figura 1: Estágio de crescimento dos microverdes.



Fonte: Adaptado de Riggio *et al.*, 2019.

Os microverdes mostram-se também uma alternativa ao consumo de hortifrúti

¹ Folha embrionária responsável por absorver e armazenar as reservas nutricionais até o surgimento das folhas verdadeiras.

oriundos da produção agrícola brasileira, que normalmente contém resíduos de defensivos agrícolas (SPADOTTO e GOMES, 2021; GAIA *et al.*, 2022). Além disso, possuem um ciclo de produção rápido, rendimento elevado e ocupam pouco espaço, possibilitando a produção em pequenos espaços urbanos, diferentemente da produção de seus homólogos, que requer áreas maiores para o cultivo (BENINCASA *et al.*, 2019; RIGGIO *et al.*, 2019; EBERT, 2022). Os microverdes, segundo Zhang *et al.* (2021), também possuem uma rica composição mineral, a qual, ao ser comparada com a de seus homólogos maduros, pode indicar uma vantagem nutricional.

METODOLOGIA

CULTIVO E COLETA

O cultivo dos microverdes de alface (*Lactuca sativa*), beterraba (*Beta vulgaris*), brócolis (*Brassica oleracea var. italica*),

cenoura (*Daucus carota*), couve (*Brassica oleracea var. acephala*), repolho (*Brassica oleracea var. capitata*), rúcula (*Eruca sativa*) e lentilha (*Lens culinaris*), nos três substratos foi realizado utilizando a metodologia desenvolvida por docentes e acadêmicas do Curso Superior em Agronomia do IFSC-Campus Canoinhas e descrita por Ciuta *et al.* (2021). As sementes não tratadas foram obtidas em parceria com a empresa ISLA Sementes, exceto a lentilha, adquirida de um comércio local.

A partir do tempo de crescimento individual de cada espécie, que varia de 7 a 14 dias, preparou-se o meio de cultivo dos microverdes. Para isso, os substratos (turfa sphagnum, vermicomposto doméstico e tapete de fibra de coco) foram depositados em bandejas plásticas com diâmetro de 34 cm e compactados. Em seguida, pesou-se as sementes, cujas massas são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Massas das sementes dos microverdes.

	ALFACE	BETERRABA	BRÓCOLIS	CENOURA	COUVE	LENTILHA	REPOLHO	RÚCULA
TURFA	5,0457 g	20,0631 g	20,0009 g	8,5884 g	15,9639 g	51,2508 g	13,5643 g	5,0161 g
VERMIC.	5,0417 g	20,0734 g	19,9991 g	8,5699 g	10,0980 g ^a	51,2420 g	27,1349 g ^a	10,2660 g ^a
F. COCO	5,0425 g	20,0857 g	19,9756 g	8,5917 g	15,9642 g	51,2800 g	13,5015 g	5,4363 g

Fonte: Autoria própria, 2024.

^a As variações nos valores de massa resultam de observações de melhorias durante o processo de cultivo dos microverdes, que exigiram ajustes nas quantidades de sementes utilizadas.

Posterior a pesagem, foi realizada a semeadura e a aspersão com água deionizada; as bandejas foram tampadas, envolvidas com

uma lona preta e dispostas em um local sem iluminação, seguindo a metodologia supracitada. Após concluído o tempo de

crescimento, todos os microverdes foram coletados com o auxílio de tesoura e cortados próximo à raiz.

DIGESTÃO E DETERMINAÇÃO

As amostras foram submetidas à digestão ácida em sistema aberto sob aquecimento em Banho-Maria adaptada de Krug *et al.* (2019) e Nóbrega (2012). A metodologia consistiu na adição de aproximadamente 5 mL de ácido nítrico 70% (Anidrol), 5 mL de peróxido de hidrogênio 30% (Dinâmica) e 5 mL de água deionizada nos tubos digestores contendo as amostras dos microverdes.

Em seguida, os tubos digestores foram submetidos ao aquecimento brando (80° C) por aproximadamente 9 horas. Após este período, adicionou-se mais 5 mL de H₂O₂, e a amostra foi aquecida por mais 12 horas. Caso a digestão não estivesse completa, adicionava-se mais 5 mL de HNO₃, mantendo a temperatura a 60 °C, até se obter uma solução límpida. Ao final do processo de digestão, foram constituídos os extratos em tubos de polipropileno de 50 mL e armazenados sob refrigeração a 4° C.

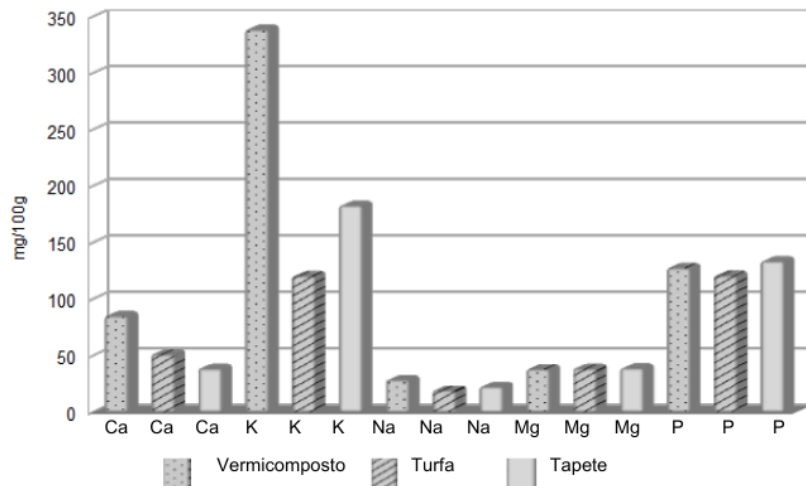
Para determinar as concentrações de K e Na nos extratos obtidos com a digestão, empregou-se a Espectrometria De Emissão Atômica Em Chama (Fotometria, Analyser 910M). Quanto às concentrações de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn e P, estas foram medidas utilizando o Espectrômetro de Emissão Atômica por Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-OES, Thermo scientific icap 7000), disponibilizado pela empresa WEG P&D. Para isso, os extratos foram enviados para a empresa, que realizou as determinações, cujos resultados foram tratados para obtenção dos teores percentuais dos macro e microminerais nos microverdes, em massa fresca e seca.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

COMPARAÇÃO ENTRE SUBSTRATOS

Os resultados das composições (% m/m) dos principais minerais nos microverdes (MVs) cultivados nos substratos turfa sphagnum, vermicomposto doméstico e tapete de fibra de coco estão apresentados nas figuras 2 e 3.

Figura 2: Gráfico da comparação da composição média de Macrominerais em MVs cultivados em diferentes substratos.

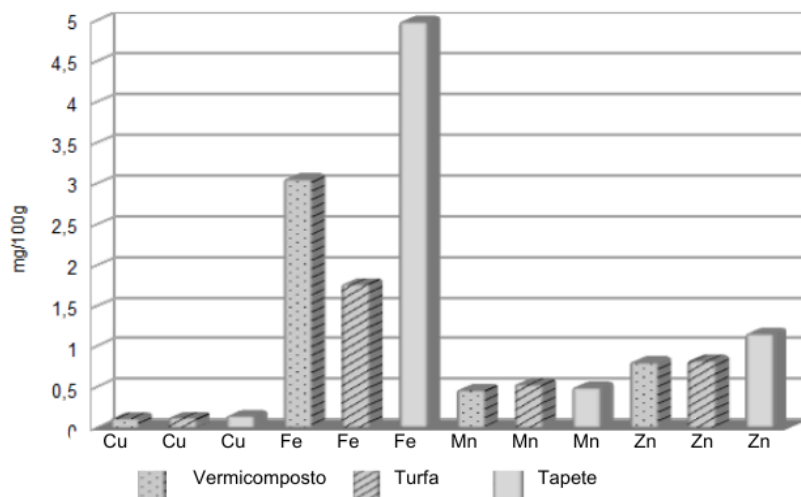


Fonte: Autoria própria, 2024.

Os macrominerais Ca, K e Na tiveram sua maior composição média (48,6%, 52,7% e 40,7%, respectivamente) em MVs plantados no substrato vermicomposto; já para os macrominerais fósforo e magnésio houve pouca variação de concentração nos três substratos. Em 100 g de alface, por exemplo, o teor de fósforo no MV cultivado em vermicomposto, tapete e turfa é de, respectivamente, 74,40 mg; 89,47 mg e 80,24 mg. Da mesma forma, em 100g de repolho, o teor de Mg em vermicomposto é de 38,84

mg, em tapete é de 36,34 mg e 32,84 mg para a turfa. Na pesquisa de Kyriacou *et al.* (2020), os teores de fósforo e magnésio também apresentaram menores variações entre os MVs plantados em 5 tipos de substratos, entre eles turfa e fibra de coco. Os microminerais cobre e manganês também apresentaram pouca variação nos teores em MVs cultivados nos substratos vermicomposto doméstico, turfa de sphagnum e tapete de fibra de coco.

Figura 3: Gráfico da comparação da composição média de microminerais em MVs cultivados em diferentes substratos.



Fonte: Aatoria própria, 2024.

Contudo, verifica-se que para os microminerais ferro e zinco, o substrato tapete de fibra de coco foi responsável pela maior composição média nos MVs, apresentando 50,9% e 41,4%, respectivamente.

Quanto às condições de plantio que envolvem manejo facilitado, rendimento, qualidade, MVs saudáveis e bem desenvolvidos, o vermicomposto mostrou melhores respostas, seguido da turfa e do tapete de fibra de coco respectivamente. O tapete de fibra de coco foi responsável pelo menor desempenho devido à umidade excessiva propiciar um ambiente de proliferação bacteriana e fúngica, também relatada por Du *et al.* (2022).

Os resultados ainda corroboram com os apresentados por Li *et al.* (2021), indicando que a interação substrato-semente influencia nos teores dos macro e microminerais presentes nos MVs cultivados nos três substratos utilizados. Todavia, ressalta-se que, segundo a literatura, a influência sofrida na composição dos MVs

não é devido a carga mineral do substrato podendo ocorrer influência de outros fatores relacionados, como: pH, porosidade, densidade, transpiração e concentração de nitrato (XIAO *et al.*, 2016). Du *et al.* (2022) estabelece que o pH, por exemplo, afeta a absorção de nutrientes pelas plantas pelo controle da especiação química dos nutrientes; na qual um pH elevado pode ocasionar deficiência de ferro devido ao ferro férrico (Fe^{3+}) ser a espécie predominante.

COMPOSIÇÃO MINERAL DOS MICROVERDES E COMPARAÇÃO COM SEUS HOMÓLOGOS MADUROS

Para a comparação da composição dos macro e microminerais dos microverdes (MV) com seus homólogos maduros (HM), foram utilizados os teores dos MVs cultivados no substrato vermicomposto, visto que apresentaram melhor desenvolvimento e maiores teores dos macrominerais, conforme apresentado na tabela 2. Quanto aos valores referente aos HM, estes foram tirados de referência da Tabela TACO (2021).

Tabela 2: Teor dos macrominerais Ca, K, Na, P e Mg nos microverdes (MV) cultivados em vermicomposto doméstico e dos seus homólogos maduros (HM) na Tabela TACO.

Nome comercial	(mg/100g de MF)									
	Ca		K		Na		Mg		P	
	MV	HM	MV	HM	MV	HM	MV	HM	MV	HM
Alface	36,4953	38	364,63	267	25,52	3	30,68	11	74,40	26,00
Beterraba	15,62	18	493,14	375	70,69	10	40,44	24	112,21	19,00
Brócolis	322,00	86	247,68	322	13,89	3	42,06	30	120,03	78,00
Cenoura	103,79	23	532,40	315	62,44	3	61,51	11	145,70	28,00
Couve	49,78	131	235,94	403	18,94	6	31,85	35	131,48	49,00
Lentilha	6,16	16	250,01	220	11,01	1	22,16	22	144,87	104,00
Repolho	98,82	35	188,18	150	8,25	4	38,84	9	142,81	14,00
Rúcula	48,37	117	395,68	232	17,05	9	36,75	18	148,43	25,00

Fonte: Autoria própria, 2024.

Como pode ser observado na tabela, o teor de cálcio variou de 6,16 a 322 mg/100 g (MF) (lentilha e beterraba); o de potássio variou de 188,18 a 532,40 mg/100 g em massa fresca (MF), sendo encontrado em maior concentração na cenoura (532,40 mg/100 g), enquanto os menores valores foram encontrados em repolho (188,18 mg/100 g). O teor do fósforo apresentou variação de 26,00 a 104,00 mg/100g (MF) pelos MVs de alface e rúcula, respectivamente. O teor de cálcio variou de 6,16 a 322 mg/100 g (MF) (lentilha e brócolis); o de sódio foi mais elevado (70,69 mg/100 g MF) no MV de beterraba e inferior (8,25 mg/100 g MF) no MV de repolho; já os teores de magnésio foram maiores (61,51 mg/100 g MF) no MV da cenoura e menores (22,16 mg/100 g MF) no MV de lentilha. Os teores dos microminerais presentes nos MVs estudados estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3: Teor dos microminerais Mn, Cu, Zn, Fe nos microverdes (MV) cultivados em vermicomposto doméstico e nos seus homólogos maduros (HM) na Tabela TACO.

Nome comercial	(mg/100g de MF)							
	Cu		Fe		Mn		Zn	
	MV	HM	MV	HM	MV	HM	MV	HM
Alface	0,08	0,03	5,55	0,4	0,52	0,2	0,61	0,3
Beterraba	0,16	0,08	2,84	0,3	0,36	1,23	0,59	0,5
Brócolis	0,06	0,06	2,30	0,6	0,45	0,26	0,95	0,5
Cenoura	0,23	0,05	3,76	0,2	0,85	0,05	0,96	0,2
Couve	0,06	0,06	1,68	0,5	0,41	1,02	0,66	0,4

Lentilha	0,25	0,17	2,18	1,5	0,24	0,29	1,39	1,1
Repolho	0,05	0,02	3,45	0,2	0,71	0,13	0,63	0,2
Rúcula	0,09	0,04	2,71	0,9	0,23	0,24	0,68	0,2

Fonte: Autoria própria, 2024.

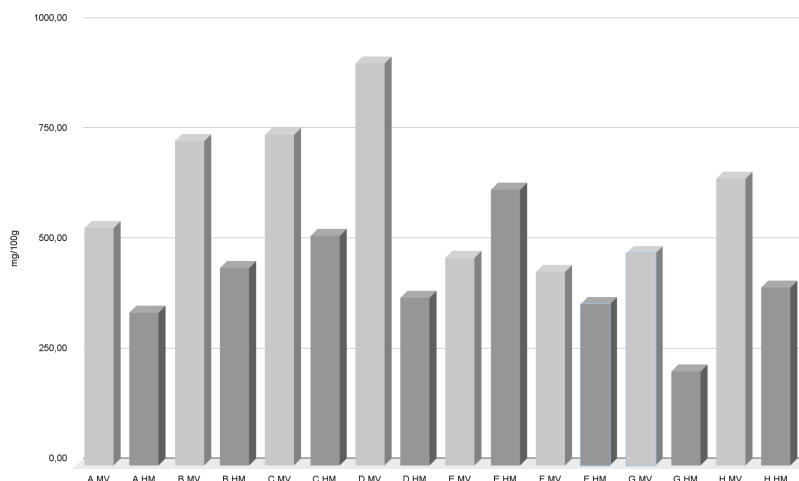
Entre os microminerais, o Fe foi o mais abundante, seguido pelo Zn, Mn e Cu. O teor de ferro foi maior em MVs de alface e menor em MVs de couve (1,68–5,55 mg/100 g MF). O zinco apresentou teores superiores em lentilha e inferiores no MV de beterraba (0,59–1,39 mg/100 g MF). O manganês foi mais alto no MV de cenoura e mais baixo no MV de rúcula (0,23–0,85 mg/100 g MF). Já os teores de cobre foram mais altos nos MVs de lentilha e mais baixos nos MVs de repolho (0,05–0,25 mg/100 g MF).

Dentre as oito espécies de MVs estudadas, vale ressaltar que os MVs de

cenoura, brócolis e beterraba apresentaram os maiores valores de teores totais de minerais, em contraste com a lentilha, repolho e couve, cujos teores foram menores.

Ao considerar a composição mineral total, os MVs mostraram uma maior densidade de minerais em comparação com suas versões maduras (figura 4).

Figura 4: Gráfico da comparação da composição mineral total em MVs cultivados em vermicomposto em relação aos seus homólogos maduros (HM). Alface (A), Beterraba (B), Brócolis (C), Cenoura (D), Couve (E), Lentilha (F), Repolho (G), Rúcula (H).



Fonte: Autoria própria, 2024.

Entre as hortaliças analisadas, todas, exceto a couve (que apresentou 32,96% menos minerais totais), exibiram níveis

significativamente mais altos de minerais no conjunto geral, em relação aos seus HM. Notáveis diferenças foram encontradas entre

os MV e as versões maduras de alface, com 35,76% a mais de minerais totais. A beterraba superou o seu homólogo maduro em 39,12%, o brócolis em 30,56% e a cenoura, com 58,26% a mais. Os MVs de lentilha apresentaram 16,48% mais minerais totais, o repolho, 55,88% e a rúcula apresentou um aumento de 38,09% nos teores de minerais totais nos MVs em relação aos seus respectivos HM.

Os teores de cálcio não foram significativamente maiores nos MVs em comparação com os HM, exceto para os de brócolis, cenoura e repolho, que apresentaram 73,29%, 77,84% e 64,58% mais cálcio, respectivamente. Todos os MV apresentaram teores de sódio mais altos do que suas versões maduras, variando de 47,20% a 95,20%.

Os teores mais elevados de potássio, em relação aos HM foram encontrados na rúcula (41,37%) e na cenoura (40,83%). Os teores de magnésio variaram de 0,71% (lentilha) a 82,12% (cenoura), sendo a couve o único MV que apresentou um teor menor do mineral magnésio (9,88%) em relação ao seu homólogo maduro. O fósforo foi mais abundante em todos os MVs quando comparado com seus HM, variando de 28,21% (lentilha) a 90,20% (rúcula).

Entre os microminerais, o ferro destacou-se nos MV, sendo mais abundante em comparação com suas versões maduras. Todos os MV, exceto a lentilha, apresentaram

teores de ferro maiores que 65%, sendo o micromineral cobre o que apresentou teores mais altos em todos os MVs, variando de 2,72% no brócolis a 63,58% na alface. O zinco também apresentou teores mais elevados em todos os MV, variando de 15,21% na beterraba a 79,27% na cenoura. O manganês teve teores mais baixos do que suas versões maduras em 4 das 8 espécies de MVs estudadas (rúcula, beterraba, couve e lentilha), mas apresentou níveis altos nos MVs de cenoura, repolho, alface e brócolis (94,15%, 81,63%, 61,39% e 42,65%, respectivamente). Esses resultados estão em concordância com Zhang *et al.* (2021), que concluíram que os MVs são efetivamente compostos por maiores concentrações de minerais que seus HM.

CONCLUSÕES

Os microverdes estudados, apresentaram concentrações minerais superiores aos seus homólogos maduros e o substrato vermicomposto se mostrou mais eficiente para o cultivo dos microverdes em ambientes domésticos urbanos, produzindo hortaliças com qualidade e rendimento adequados para o consumo humano.

O potássio foi o macroelemento mais abundante, seguido pelo fósforo, cálcio, sódio e magnésio. Entre os microminerais, o ferro se destacou, seguido pelo zinco, manganês e cobre. Em síntese, ao considerar a composição mineral total, os microverdes

apresentam uma maior densidade mineral, em comparação com seus homólogos maduros.

Conclui-se, portanto, que os MVs podem ser utilizados como fonte suplementar mineral para a população dos centros urbanos e uma alternativa viável de cultivo em espaços limitados.

Vale ressaltar que os resultados são preliminares e exploratórios proporcionando novas possibilidades de pesquisas, como, por exemplo, as relacionadas com necessidades nutricionais minerais humanas e a possibilidade de cultivos em outros substratos.

AGRADECIMENTOS

As autoras expressam sua gratidão à ISLA Sementes pela colaboração criada para a execução do trabalho; às professoras do IFSC de Canoinhas pela gentileza em cederem seu tempo e nos ensinarem os métodos mais efetivos de plantio, de modo a possibilitar os melhores resultados possíveis na etapa de cultivo; à WEG P&D pela disponibilidade em realizar as análises; e ao Professor Giovani Pakuszewski por acreditar no trabalho do começo ao fim.

REFERÊNCIAS

A alimentação dos brasileiros. *s.d.*

Disponível em:

<<https://idec.org.br/alimentacaoempauta/a-alimentacao-dos-brasileiros>>.

ANDRADE, Giovanna Calixto *et al.* Food price trends during the COVID-19 pandemic in Brazil. **Plos One**, [S.L.], v. 19, n. 5, p. 0303777, 23 maio 2024. Public Library of Science (PLoS).

<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0303777>. Disponível em:

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0303777>. Acesso em: 15 jul. 2024.

BENINCASA, Paolo *et al.* **Sprouted Grains: a comprehensive review**. *Nutrients*, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 1-29, 17 fev. 2019. MDPI AG.

<http://dx.doi.org/10.3390/nu11020421>.

Disponível em:

<https://www.mdpi.com/2072-6643/11/2/421>. Acesso em: 31 jul. 2024.

CAMPOS, A. R.; BARBOSA, L. A. O. A percepção de saúde e segurança no trabalho em serviços de saúde. *Revista Brasileira de Saúde e Segurança do Trabalho*, v. 6, n. 2, p. 109-123, 2021. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbhh/a/GbHqm9MC8cFbqdrnNghNCRN/?lang=pt&format=pdf>.

Acesso em: 15 jul. 2024.

CIUTA, F. *et al.* Research on microgreens farming in vertical hydroponic system.

Journal Of Horticulture, Forestry And Biotechnology. [S.L.], p. 27-34. 11 fev. 2021.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Lagunov-schi-Luchian-Viorica/publication/349212661_Research_on_microgreens_farming_in_vertical_hydroponic_system/links/60250f47299bf1cc26b9efe5/Research-on-microgreens-farming-in-vertical-hydroponic-system.pdf.

Acesso em: 028 ago. 2024.

COZZOLINO, Silvia Maria Franciscato *et al.* Deficiências de minerais. **Estudos**

Avançados, [S.L.], v. 21, n. 60, p. 119-126, ago. 2007. FapUNIFESP (SciELO).

<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142007000200009>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ea/a/tTsRFyMWvxVZrbp8R6mT8qJ/>. Acesso em: 15 jul. 2024.

DU, Muyao *et al.* Yangchao. Advances and emerging trends in cultivation substrates for growing sprouts and microgreens toward safe and sustainable agriculture. **Current Opinion In Food Science**, [S.L.], v. 46, p. 100863, ago. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100863>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214799322000650>. Acesso em: 02 ago. 2024.

EBERT, Andreas W.. Sprouts and Microgreens—Novel Food Sources for Healthy Diets. **Plants**, [S.L.], v. 11, n. 4, p. 1-35, 21 fev. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/plants11040571>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/4/571>. Acesso em: 31 jul. 2024.

GAIA, Joice Alves *et al.* ALIMENTOS EM FEIRAS AGROECOLÓGICAS E ORGÂNICAS SÃO MAIS CAROS QUE CONVENCIONAIS EM SUPERMERCADOS? **Revista Brasileira de Agroecologia**, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 176-191, 4 out. 2022. Associação Brasileira De Agroecologia. <http://dx.doi.org/10.33240/rba.v17i3.23542>. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/23542>. Acesso em: 31 jul. 2024.

GRILLO, Andrey de Conti *et al.* Importância e atuação dos sais minerais no organismo. **Revista Científica Eletrônica de Enfermagem da FAEF**, [S.L.], v. 4, n. 3, [s.p.], fev. 2020. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/BY50V66CJgicZcz_2020-7-7-8-45-37.pdf. Acesso em: 31 jul. 2024.

KRUG, Francisco José. Métodos de preparo de amostras para análise elementar / 2. ed. rev. ample. editado por Francisco José Krug; Fábio Rodrigo Piovezani Rocha. São Paulo:

EditSBQ – Sociedade Brasileira de Química, 2019.

KYRIACOU, Marios C. *et al.* Phenolic Constitution, Phytochemical and Macronutrient Content in Three Species of Microgreens as Modulated by Natural Fiber and Synthetic Substrates. **Antioxidants**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 252, 20 mar. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/antiox9030252>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3921/9/3/252>. Acesso em: 02 ago. 2024.

LI, Tongyin *et al.* Shoot Production and Mineral Nutrients of Five Microgreens as Affected by Hydroponic Substrate Type and Post-Emergent Fertilization. **Horticulturae**, [S.L.], v. 7, n. 6, p. 1-17, 2 jun. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/horticulturae7060129>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2311-7524/7/6/129>. Acesso em: 31 jul. 2024.

LOUZADA, Maria Laura da Costa *et al.* Consumo de alimentos ultraprocessados no Brasil: distribuição e evolução temporal 2008-2018. **Revista de Saúde Pública**, [S.L.], v. 57, n. 1, p. 12, 15 mar. 2023. Universidade de Sao Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/s1518-8787.2023057004744>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rsp/article/view/209656>. Acesso em: 15 jul. 2024.

LI, Tongyin *et al.* Shoot Production and Mineral Nutrients of Five Microgreens as Affected by Hydroponic Substrate Type and Post-Emergent Fertilization. **Horticulturae**, [S.L.], v. 7, n. 6, p. 1-17, 2 jun. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/horticulturae7060129>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2311-7524/7/6/129>. Acesso em: 02 ago. 2024.

MARTINS, Ana Paula Bortoletto *et al.* Participação crescente de produtos

ultraprocessados na dieta brasileira (1987-2009). **Revista de Saúde Pública**, [S.L.], v. 47, n. 4, p. 656-665, ago. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-8910.2013047004968>. Disponível em: <https://www.scielosp.org/article/rsp/2013.v47n4/656-665/pt/#>. Acesso em: 15 jul. 2024.

MILLER, Victoria *et al.* Global dietary quality in 185 countries from 1990 to 2018 show wide differences by nation, age, education, and urbanicity. **Nature Food**, [S.L.], v. 3, n. 9, p. 694-702, 19 set. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s43016-022-00594-9>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s43016-022-00594-9>. Acesso em: 15 jul. 2024.

NILSON, Eduardo A.F.; FERRARI, Gerson; LOUZADA, Maria Laura C.; LEVY, Renata B.; MONTEIRO, Carlos A.; REZENDE, Leandro F.M.. Premature Deaths Attributable to the Consumption of Ultraprocessed Foods in Brazil. **American Journal Of Preventive Medicine**, [S.L.], v. 64, n. 1, p. 129-136, jan. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2022.08.013>. Disponível em: Premature Deaths Attributable to the Consumption of Ultraprocessed Foods in Brazil - PubMed (nih.gov).

NÓBREGA, J.A.; PIROLA, C.; FIALHO, L.L.; ROTA, G.; JORDÃO, E.K.M.A.C.; POLLO, F. Microwave-assisted digestion of orgânica samples: How simple can It become? *Talanta*, v. 98, p. 272- 276, 2012

RIGGIO, Gina M. *et al.* Microgreens—A review of food safety considerations along the farm to fork continuum. **International Journal Of Food Microbiology**, [S.L.], v. 290, p. 76-85, fev. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.09.027>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160518307323>. Acesso em: 31 jul. 2024.

SPADOTTO, Cláudio Aparecido; GOMES, Marco Antonio Ferreira. Agrotóxicos no Brasil. Embrapa, dez. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/qualidade/dinamica/agrotoxicos-no-brasil#:~:text=Anualmente%20s%C3%A3o%20usados%20no%20mundo,mil%20toneladas%20de%20produtos%20comerciais>. Acesso em: 31 jul. 2024.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) 4ª ed. Campinas: NEPA - UNICAMP, 2011. Disponível em: Tabela Brasileira de Composicao de Alimentos - TACO 4 Edicao Ampliada e Revisada (cfn.org.br). Acesso em: 26 maio 2023.

XIAO, Zhenlei *et al.* Microgreens of Brassicaceae: mineral composition and content of 30 varieties. **Journal Of Food Composition And Analysis**, [S.L.], v. 49, p. 87-93, jun. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2016.04.006>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301743025_Microgreens_of_Brassicaceae_Mineral_composition_and_content_of_30_varieties. Acesso em: 02 ago. 2024.

ZHANG, Yanqi *et al.* Nutritional quality and health benefits of microgreens, a crop of modern agriculture. **Journal Of Future Foods**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 58-66, set. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfutfo.2021.07.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772566921000057?via%3Dihub>. Acesso em: 31 jul. 2024.