

Crescimento e pós-colheita de microverdes de couve-manteiga (*Brassica oleracea* var. *Acephala* L.) sob influência de diferentes recipientes e substratos

RESUMO

Os microverdes ou microgreens são hortaliças imaturas, colhidas entre 7 e 14 dias após a germinação. Uma hortaliça que pode ser utilizada no cultivo de microverdes é a couve manteiga que é um vegetal de rápida germinação, fácil obtenção além dos ótimos conteúdos de compostos nutracêuticos. Para o cultivo dessa hortaliça, os substratos devem possuir as propriedades físicas, químicas e biológicas necessárias para proporcionar o crescimento saudável, atendendo aos requisitos práticos do sistema de produção. Diversos materiais podem ser utilizados como recipiente, desde que apresentem baixa profundidade (rasos), sejam leves, móveis, resistentes, de baixo custo e de fácil acesso ao produtor. Dessa forma, o objetivo neste trabalho foi avaliar a influência de diferentes substratos e recipientes no cultivo e pós-colheita de microverdes de couve manteiga. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema bifatorial 3 x 4 (três substratos x quatro recipientes), formado por quatro repetições, sendo cada uma representada por um recipiente com 50 sementes. Foi utilizado uma mistura com húmus de minhoca, substrato comercial de fibra de coco e solo. Foram utilizados como recipientes bandeja de poliestireno expandido (EPS), bandeja de alumínio, caixa de papel kraft e caixa de MDF. As avaliações realizadas foram: percentual de germinação, ciclo em dias, altura, diâmetro, massa fresca e massa seca, sólidos solúveis, pH, acidez titulável e fenóis totais. Dentre os substratos o húmus de minhoca mostrou-se como o mais adequado para o cultivo de microverdes.

PALAVRAS-CHAVE: fenóis; cultivo; húmus de minhoca; fibra de coco; kraft.

Emerson João Wrubelwrubelemerson@gmail.com<http://orcid.org/0000-0003-3850-2383>Universidade Federal da Fronteira Sul,
Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil**Davi Luiz Koester**daviluzkoester@gmail.com<http://orcid.org/0000-0003-3077-136X>Universidade Federal da Fronteira Sul,
Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil**Claudia Simone Madruga Lima**claudia.lima@uffs.edu.br<http://orcid.org/0000-0002-1953-1552>Universidade Federal da Fronteira Sul,
Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil**Elaine Rodrigues dos Santos**rdselaine@hotmail.com<http://orcid.org/0000-0003-3146-3369>Universidade Federal da Fronteira Sul,
Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil

INTRODUÇÃO

Os microverdes, também conhecidos como microgreens, são hortaliças que podem ser cultivadas em pequenos espaços, sendo colhidas quando ainda estão imaturas. Esse novo modelo de produção de hortaliças tem sua origem na América do Norte, sendo os microverdes utilizados principalmente na ornamentação e aprimoramento do sabor de pratos como saladas, sanduíches, entradas de sopas, sobremesas, bebidas, entre outros (DI GIOIA; SANTAMARIA 2015).

Os microverdes são considerados uma recente alternativa para produtores e consumidores no mercado de frutas e hortaliças frescas. Embora pequenos em tamanho, os microverdes podem fornecer uma variedade de sabores intensos, cores vivas e texturas macias. E ainda, estudos indicam que hortaliças imaturas podem possuir níveis mais altos de vitaminas, minerais e outros fitonutrientes quando comparado as folhas maduras (XIAO *et al.*, 2016).

Produzidos a partir de sementes de hortaliças e ervas, os microverdes são consumidos quando os cotilédones estão totalmente desenvolvidos, tenros e verdes, com os primeiros pares de folhas verdadeiras iniciando o desenvolvimento. O ponto de colheita ocorre entre 7 e 14 dias após a germinação, quando as plantas atingem de 2,5 a 8 cm de altura, sendo cortados na base do caule, logo acima da superfície do substrato, excluindo as raízes (XIAO *et al.* 2015). Mesmo sendo vegetais consumidos imaturos, eles se distinguem de outros considerados na mesma categoria como os brotos e *baby greens* que geralmente são colhidos ao ponto de colheita dos microverdes, entre 15 e 40 dias, com cotilédones senescentes ou até mesmo já ausentes. No caso dos brotos, sua época de colheita é anterior a dos microverdes, formado por semente caule e raiz (CHOE *et al.*, 2018).

Uma das hortaliças que podem ser utilizadas no cultivo de microverdes é a couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala* L.). Essa hortaliça, na fase adulta, apresenta um alto teor de Ca ($\cong 71$ mg/100g), folato ($\cong 46$ mg/100g), riboflavina ($\cong 0,050$ mg/100g), vitamina C ($\cong 58$ mg/100g), K ($\cong 260$ μ g/100g) e A ($\cong 207$ μ g/100g). E ainda, os microverdes do gênero *Brassica*, de modo geral, tendem a ter perfis de polifenóis mais complexos em comparação as plantas maduras (SUN *et al.* 2013). Além disso, de forma geral, as sementes são de fácil obtenção e apresentam baixo custo de aquisição e essas plantas toleram condições climáticas desfavoráveis durante seu desenvolvimento (SAMEC *et al.*, 2019).

Uma das etapas importantes no cultivo de microverdes, é a escolha do substrato a ser utilizado. O meio de cultivo constitui um dos principais custos de produção e desempenha um papel importante na determinação do rendimento e qualidade dos microverdes, bem como na sustentabilidade ambiental do processo de produção. Um bom substrato deve possuir as propriedades físicas, químicas e biológicas necessárias para suportar o crescimento saudável e deve atender aos requisitos práticos do sistema de produção em que está sendo utilizado (DI GIOIA *et al.*, 2017).

Entre os substratos que podem ser utilizados no cultivo de microverdes está a fibra de coco. Esse substrato é orgânico e fornece um equilíbrio favorável de ar e água às raízes das plantas. As características podem variar, mas de modo geral, trata-se de um substrato de textura grosseira, elaborado a partir do mesocarpo do coco, formado por toda a porção fibrosa dele. Apresenta vantagens como ausência de patógenos, longa durabilidade sem alteração de suas características físicas e baixo custo para o produtor se comparado a outros substratos (BARRET *et al.*, 2016).

Uma alternativa de substrato que pode ser utilizado no cultivo de microverdes é o húmus de minhoca. Esse material apresenta características como ser uniformemente escuro, esponjoso, gelatinoso e amorfo. Apresenta um alto teor de matéria orgânica, capaz de fornecer elementos essenciais como o nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e micronutrientes. Possui alta capacidade de retenção de água e aeração (DE GOES *et al.*, 2011). E ainda, é um material com a possibilidade de ser fabricado pelo próprio produtor, reduzindo os custos de produção de microverdes e outras hortaliças (DE ARAÚJO *et al.*, 2020).

O solo ou a terra pode ser utilizado em mistura com substratos no cultivo de microverdes. Esse substrato também apresenta como características fácil acesso, porém necessita de cuidados em relação a possíveis patógenos do solo presentes, podendo comprometer a sanidade das plantas. Suas características podem variar de acordo com o tipo de solo. Os solos arenosos são permeáveis, leves, de baixa capacidade de retenção de água; os solos de textura média apresentam certo equilíbrio entre os teores de areia, silte e argila e normalmente, apresentam boa drenagem e boa capacidade de retenção de água; solos de textura argilosa, considerados solos pesados, possuem baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água (SANTOS; CASTILHO, 2016). No entanto este recurso é esgotável, sua extração em excesso pode ocasionar prejuízos ambientais, não sendo uma alternativa sustentável.

Outro fator importante no cultivo de microverdes é a seleção dos recipientes para o cultivo, também denominados bandejas. Eles devem apresentar algumas características básicas, como baixa profundidade (rasos), serem leves, móveis, resistentes, de baixo custo e de fácil acesso ao produtor. Devido ao curto ciclo, qualquer material, que se encaixa nas características anteriormente descritas, pode ser utilizado, como exemplo: plástico, madeira, metal, poliestireno expandido, entre outros. Estes materiais podem ser reaproveitados ou, caso não seja possível, devem apresentar o menor impacto possível com seu descarte (KUMAR *et al.*, 2018).

Na determinação do recipiente de cultivo, outros elementos também devem ser observados para o adequado desenvolvimento dos microverdes, como por exemplo a drenagem, pois caso seja ineficiente pode favorecer o aparecimento de mofo e podridões nas sementes e plântulas. O contrário também deve ser avaliado, visto que há materiais porosos, como vasos de cimento ou barro, que são materiais possíveis de utilizar no cultivo de microverdes, mas tem a capacidade de absorver a umidade e desidratar rapidamente o substrato, nesse caso se faz necessário um maior fluxo de irrigação (FRANKS; RICHARDSON 2009). Os materiais utilizados para recipientes do cultivo de microverdes, também podem ser planejados a fim de que o consumidor final possa levar e realizar a colheita no momento do consumo, para que as plantas se mantenham frescas e não percam suas propriedades. Para isso, podem ser utilizadas embalagens plásticas como as usadas em bolos, tortas e cumbucas de frutas, que são compradas com tampas transparentes, facilitando o armazenamento e transporte, além da possibilidade de reutilização.

Haja vista as poucas informações no Brasil, que relacionam o recipiente e os substratos com a produção de microverdes, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de diferentes substratos e recipientes no cultivo e pós-colheita de microverdes de couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala* L.).

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos laboratórios de Germinação e Crescimento de Plantas; Horticultura; e Análise de Alimentos e Bioquímica/Genética da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus* de Laranjeiras do Sul-PR.

Como material vegetal foram utilizadas sementes comerciais nuas, sem pré-tratamento com produtos químicos de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* L.) cultivar manteiga-da-Geórgia. As características da semente: 90% de germinação, 100% de pureza e validade até maio de 2023.

O delineamento utilizado foi bifatorial 3 x 4 (três substratos x quatro recipientes) inteiramente casualizados, formado por quatro repetições, sendo cada uma representada por um recipiente com 50 sementes.

Os tratamentos foram compostos por três substratos: fibra de coco comercial seca (características - porosidade total de 95% e dessalinizada), esse material foi picado manualmente em partículas de 0,5 cm; Húmus de minhoca comercial (características - peneirado e com composição de esterco bovino vermicompostado, C org= 10%, N= 0,5% pH=6); e solo peneirado e autoclavado a 121 °C, a 1 atm de pressão por duas horas (classificado como LATOSSOLO VERMELHO eutroférico coletado no próprio Campus da Universidade). Os recipientes utilizados foram – bandeja de poliestireno expandido (EPS) (tipo lancheira h01, dimensões: 11 x 11 x 8 cm e coloração branca); bandeja de alumínio (tipo: marmita de 230 mL, dimensões: 11,5 x 9,5 x 2,5); caixa de papel kraft (gramatura: 80 g, dimensões: 11 x 11 x 2 cm e coloração marrom); caixa de Fibras de Média Densidade ou MDF (5 mm de espessura, material de confecção não tratado, dimensões: 11 x 11 x 2 cm e coloração marrom).

Para alocação dos substratos nos recipientes foram utilizados os métodos descritos por SOUZA & CONTIERO. (2018), com adaptações. O volume de substrato utilizado por recipiente foi 240 mL, com profundidade de semeadura de 0,5 cm.

A semeadura foi realizada no dia 21 de fevereiro de 2022. Posteriormente, realizou-se a irrigação utilizando 50 mL de água destilada. Subsequentemente, os recipientes com substrato foram transferidos para uma câmara tipo B.O.D. a temperaturas de 20±1 °C com fotoperíodo de 12 horas, condições mantidas até o final do experimento. Durante o período de execução do experimento as irrigações foram constantes em intervalos de 24 horas com 40 mL de água destilada.

As avaliações foram realizadas antes e posteriormente a colheita. As avaliações antes da colheita foram: percentual de emergência, sendo realizada aos 5 e 10 dias após a semeadura, segundo as Regras para Análise de Sementes (RAS); “Ciclo de cultivo” – número de dias entre o início da emergência até atingir o ponto de colheita, sendo os resultados expressos em dias. O ponto de colheita foi determinado quando 80% das plantas apresentavam cotilédones desenvolvidos e o início do desenvolvimento das folhas primárias.

As avaliações pós-colheita realizadas foram: altura da parte aérea (mm), com paquímetro digital; diâmetro da base do caule (mm), a 0,5 cm do colo, medida individual obtida com auxílio de paquímetro digital; massa fresca (g) e massa seca (g) da parte aérea de 15 plantas em balança digital. Para massa seca, as plantas foram submetidas à secagem em a estufa a 70 °C, até massa constante; sólidos solúveis (°Brix) com refratômetro digital; acidez titulável por titulometria (% de ácido cítrico); pH por

meio de peagâmetro de mesa; compostos fenólicos totais por meio do método de Folin-Ciocauteau, de acordo com BUCIC-KOJIC *et al.* (2007) com extração em metanol acidificado e leitura da absorbância de 765 nm em espectrofotômetro com triplicata de cada repetição (mg/100g de amostra), sendo que as leituras das amostras foram feitas em espectrofotômetro de microplaca a 765 nm, após 2 horas de reação.

Os dados foram submetidos à análise de variância no software Sisvar e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis percentual de emergência a 5 e 10 dias não houve influência dos fatores ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

O maior ciclo de cultivo foi verificado com a utilização dos recipientes em MDF associados ao substrato solo, apresentado duração total de 19 dias. De forma geral, o ciclo de cultivo variou entre 14 e 19 dias (Tabela 1).

Tabela 01. Ciclo de cultivo (dias), de microverdes de couve cultivar manteiga da Geórgia, em função de diferentes recipientes e substratos de cultivo. UFFS- LRS/PR (2022).

Recipientes	Substratos		
	Fibra de coco	Húmus de minhoca	Solo
Bandeja de alumínio	16 ^{bb}	14 ^{bc}	17 ^{ca}
Bandeja de EPS	17 ^{aA}	14 ^{bb}	17 ^{ca}
Caixa de papel kraft	16 ^{bb}	15 ^{ac}	18 ^{ba}
Caixa de MDF	17 ^{aB}	14 ^{bc}	19 ^{aA}
CV (%)	1,8		

NOTA: Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; letras minúsculas na coluna; letras maiúsculas na linha.

Resultados com menor ciclo aos obtidos nessa pesquisa foram identificados por Senevirathne, Gama-Arachchige e Karunaratne (2019). Esses autores verificaram entre a sementeira e a colheita, um ciclo de aproximadamente 8 dias para uma cultivar de couve, produzida em bandejas plásticas preenchidas com substrato comercial de pó de coco (1:1/v:v), mantidas em incubadora com 12 horas de fotoperíodo e temperatura de 25 °C.

O ciclo de cultivo de microverdes está relacionado com vários aspectos entre eles a velocidade de germinação das sementes. Diversos são os fatores que podem influenciar a velocidade de germinação das sementes, interferindo no estabelecimento das plântulas. Fatores externos, como temperatura, água, luz, profundidade de plantio, textura do substrato, dentre outros, afetam a germinação e a emergência das plântulas.

Quanto ao substrato, a utilização de resíduos orgânicos na sua composição para o cultivo de microverdes contribui sensivelmente com a aeração, capacidade de armazenamento de água e formação de uma adequada estrutura física ao desenvolvimento das raízes. E ainda, fornecem alguns micro e macro elementos

essenciais à planta, como resultado da intensa atividade microbiana e enzimática (LIMA *et al.*, 2019). Desse modo, acredita-se que o menor ciclo de cultivo observado com o uso do substrato húmus de minhoca para todos os recipientes de cultivo estejam associados às características acima descritas.

Em contrapartida, o ciclo longo verificado nos quatro recipientes com o uso de substrato solo pode estar relacionado aos impedimentos físicos e o potencial hídrico negativo do solo que podem dificultar o pleno desenvolvimento das raízes (PINA *et al.*, 2018). Dentre os recipientes com o uso de solo, a caixa de MDF resultou em um ciclo de cultivo mais longo, possivelmente por apresentar características como porosidade e espessura maior que os demais recipientes, com aspecto esponjoso e grande ganho de volume, quando exposto a umidade (ROSSINO *et al.*, 2019). Portanto, dificultando a disponibilidade de água para as sementes.

Microverdes com a maior altura foram verificados com o uso do substrato fibra de coco associado aos recipientes de bandeja de alumínio e caixa de MDF, assim como, com a utilização do substrato húmus de minhoca com o uso do recipiente caixa de papel kraft (Tabela 2).

Tabela 02. Altura (mm) da parte aérea de microverdes de couve cultivar manteiga da Geórgia, em função de diferentes recipientes e substratos de cultivo. UFFS- LRS/PR (2022).

Recipientes	Substratos		
	Fibra de coco	Húmus de minhoca	Solo
Bandeja de alumínio	61,50 ^{aA}	56,22 ^{aA}	38,54 ^{aB}
Bandeja de EPS	52,93 ^{abA}	55,04 ^{abA}	40,29 ^{aB}
Caixa de papel kraft	47,54 ^{bB}	61,16 ^{aA}	47,88 ^{aB}
Caixa de MDF	60,71 ^{aA}	43,65 ^{bB}	37,99 ^{aB}
CV %	12,69		

NOTA: Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; letras minúsculas na coluna; letras maiúsculas na linha.

As plantas com menor altura da parte aérea foram obtidas no substrato solo em associação com todos os recipientes de cultivo, e ainda, no uso de substrato fibra de coco com o recipiente de papel kraft e do substrato húmus em caixas de MDF.

De forma geral, os valores de altura variaram de 3 a 6 cm, resultados próximos aos obtidos por Li *et al.*, (2021). Esses autores verificaram que a altura de microverdes de couve cultivados em casa de vegetação à 25 °C, com luz natural, germinados em bandejas plásticas pretas com almofadas hidropônicas como meio de cultivo e utilizando fertirrigação, variou de 4 a 7 cm.

No Brasil não há uma tabela de classificação comercial de microverdes, que estabeleça os critérios de padronização desses cultivos. Um aspecto relevante é que, dentre as características de crescimento importantes para a comercialização dos microverdes, pode-se destacar a altura da planta, tendo em vista que plântulas maiores que 5 cm são mais adequadas pela facilidade da colheita (KYRIACOU *et al.*, 2016). Nesse sentido, as combinações de recipientes com o substrato solo apresentaram alturas inadequadas para o cultivo de microverdes.

Os maiores valores de altura das plantas verificados com o uso do substrato fibra de coco, podem estar relacionados com as suas características como alta porosidade, boa drenagem, alta capacidade de aeração e retenção de água em valor equivalente a praticamente, cinco vezes a sua massa (SILVA; FRANÇA, 2013).

Quanto ao efeito dos recipientes sobre os valores de altura, é importante salientar que a bandeja de alumínio não possui características de retenção de umidade, permitindo que a água adicionada seja escoada pelos drenos de forma mais fácil ao contrário da caixa de MDF que possui como característica alta retenção de água, retirando do meio o excedente. Desta forma, acredita-se que as características dos recipientes podem ter contribuído para evitar o acúmulo de água no substrato. Segundo NERLING *et al.*, (2021), excesso de água no meio de cultivo pode ser prejudicial, provocando atraso ou paralisação no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Para diâmetro da base do caule não houve interação entre os fatores, somente os substratos de plantio atuaram na resposta de forma estatisticamente significativa (Tabela 03).

Tabela 03. Diâmetro (mm) da base do caule de microverdes de couve cultivar manteiga da Geórgia, em função de diferentes substratos de cultivo. UFFS- LRS/PR (2022).

Substratos	Diâmetro (mm)
Fibra de coco	0,75 ^b
Húmus de minhoca	0,84 ^a
Solo	0,70 ^c
CV%	6,51

NOTA: Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Microverdes com maiores diâmetros foram obtidos com o uso do substrato húmus de minhoca (0,84 mm). Valores superiores aos obtidos nessa pesquisa foram verificados por Sousa *et al.*, (2021). Esses autores, observaram hipocótilos de couve manteiga com diâmetro variando de 3 a 5 mm. No entanto, esses resultados referem-se à mudas com 24 dias após a emergência, cultivadas em casa de vegetação a temperatura ambiente, em substrato solo em conjunto com esterco bovino, ovino e de aves.

Plântulas com maiores diâmetros de caule possuem superiores percentuais de sobrevivência devido a um maior acúmulo de lignina e celulose e o que resultará em resistência ao ataque de insetos -pragas e doenças. E ainda, está associado ao aporte de nutrientes oriundos do substrato, quanto mais nutrientes contidos no substrato maior o diâmetro do hipocótilo (MEDEIROS *et al.*, 2018).

Microverdes com maior comprimento de raiz foram verificados com o uso do substrato fibra de coco associado ao recipiente de cultivo caixa de papel kraft (88,43mm) conforme a Tabela 04.

Valores semelhantes aos obtidos nessa pesquisa foram evidenciados no estudo de Crippa e Ferreira (2015). Esses autores utilizaram mudas de repolho (*Brassica oleracea* L.), em casa de vegetação, com temperatura ambiente, em bandejas de EPS de 128, 200 e 288 células e utilizando cinco substratos comerciais

distintos e obtiveram comprimentos de raízes de 6,27 a 9,84 cm após 40 dias da semeadura.

Tabela 04. Comprimento (mm) da raiz de microverdes de couve cultivar manteiga da Geórgia, em função de diferentes recipientes e substratos de cultivo. UFFS- LRS/PR (2022).

Recipientes	Substratos		
	Fibra de coco	Húmus de minhoca	Solo
Bandeja de alumínio	52,45 ^{ba}	51,02 ^{aA}	35,21 ^{bcB}
Bandeja de EPS	51,72 ^{ba}	50,83 ^{aA}	40,88 ^{bb}
Caixa de papel kraft	88,43 ^{aA}	43,85 ^{abC}	47,88 ^{abB}
Caixa de MDF	27,96 ^{ca}	35,56 ^{ba}	52,84 ^{aA}
CV %	10,61		

NOTA: Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; letras minúsculas na coluna; letras maiúsculas na linha.

Os resultados de comprimento de raiz podem estar relacionados com a características do substrato fibra de coco em associação com a caixa de papel kraft. A fibra de coco apresenta baixa resistência à penetração das raízes, ou seja, a pressão que a raiz exerce é maior que a resistência do material. Materiais com alta impedância mecânica trazem como consequência raízes mais curtas e grossas. Essa característica dos substratos está relacionada a densidade de empacotamento em que se encontra o material, bem como o nível de umidade (KRATZ *et al.*, 2013).

Já a caixa de papel kraft é um material que tem a capacidade de absorver água, tornando-se inchado, mais flexível, apresentando redução da maioria de suas propriedades físico-mecânicas (RITTER *et al.* 2020). Dessa maneira, essas características podem ter facilitado o desenvolvimento das raízes, uma vez que essa combinação entre recipiente e substrato apresenta maleabilidade, alta porosidade e retenção de umidade, que é importante para a raiz manter sua turgescência, que por sua vez é necessária para o alongamento celular (GORDIN *et al.*, 2015).

Microverdes com maior massa fresca foram obtidos com o uso do substrato húmus de minhoca associado aos quatro recipientes de cultivo utilizados nessa pesquisa (Tabela 05).

Tabela 05. Massa fresca (g) da parte aérea de 15 microverdes de couve cultivar manteiga da Geórgia, em função de diferentes recipientes e substratos de cultivo. UFFS- LRS/PR (2022).

Recipientes	Substratos		
	Fibra de coco	Húmus de minhoca	Solo
Bandeja de alumínio	1,03 ^{ab}	1,55 ^{ba}	0,61 ^{bb}
Bandeja de EPS	1,16 ^{ab}	1,78 ^{abA}	1,34 ^{ab}
Caixa de papel kraft	1,31 ^{ab}	1,85 ^{abA}	1,34 ^{ab}
Caixa de MDF	1,13 ^{ab}	2,09 ^{aA}	1,28 ^{ab}
CV %	13,34		

NOTA: Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; letras minúsculas na coluna; letras maiúsculas na linha.

Sendo o maior valor de 2,09 g para 15 microverdes, equivalem a aproximadamente 0,13 g por planta e o menor valor de 0,61g, que corresponde a 0,04 g por planta. Os valores obtidos por Lopes *et al.*, (2018) se assemelham aos obtidos nessa pesquisa. Esses autores verificaram valores entre 0,09 g a 0,11 g por planta, para mudas cultivadas em bandejas de 128 células, em ambiente protegido com tela de sombreamento 50%, em substrato de caule decomposto de babaçu e solo, com nutrição a base de chorume proveniente da vermicompostagem.

Avaliar a matéria fresca e seca é de vital importância, a fim de fornecer informações relevantes para uma melhor adequação do processo de produção (ANTUNES *et al.*, 2020). Considerando somente essa variável é possível afirmar que o húmus de minhoca demonstrou ser o substrato mais adequado para este tipo de cultivo.

Para massa seca não houve interação entre os fatores. Os fatores atuaram de forma isolada sobre esta variável (Tabelas 06 e 07). Para massa seca o substrato húmus de minhoca e o recipiente de cultivo caixa tipo Kraft proporcionaram os maiores resultados.

Tabela 06. Massa seca (g) da parte aérea de 15 microverdes de couve cultivar manteiga da Geórgia, em função de diferentes substratos de cultivo. UFFS- LRS/PR (2022).

Substratos	Massa seca (g)
Fibra de coco	0,055 ^b
Húmus de minhoca	0,136 ^a
Solo	0,063 ^b
CV %	18,89

NOTA: Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 07. Massa seca (g) de 15 microverdes de couve cultivar manteiga da Geórgia, em função de diferentes recipientes de cultivo. UFFS- LRS/PR (2022).

Recipientes	Massa seca (g)
Bandeja de alumínio	0,06 ^b
Bandeja de EPS	0,074 ^{ab}
Caixa de papel kraft	0,094 ^a
Caixa de MDF	0,078 ^{ab}
CV %	18,89

NOTA: Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O valor de massa seca com uso de substrato húmus para 15 microverdes foi de 0,136 g, equivalem a aproximadamente 0,009 g por planta, enquanto o menor valor obtido foi de 0,055 g, corresponde a 0,0036 g por planta. Resultados distintos foram verificados por Lopes *et al.*, (2018) em que obtiveram mudas com 0,04 g de massa seca. Possivelmente essa diferença se deu pelo estágio de desenvolvimento em que se encontravam as mudas, visto que foram analisadas aos 30 dias após a semeadura.

O destaque do húmus de minhoca em relação aos outros substratos se deve a sua capacidade de retenção de água e a disponibilidade de nitrogênio que ele

fornece as plantas, já que este nutriente é considerado um dos que mais influencia a produtividade, por estar ligado à fotossíntese e ao crescimento das plantas (ARMOND *et al.*, 2016).

O recipiente caixa de papel kraft se sobressaiu em relação aos demais, por se tratar de um material que retira o excesso da umidade do substrato, sem desidratar o mesmo, porém não diferiu estatisticamente da Bandeja EPS e da caixa de MDF. Esse excesso de água no substrato, evita que a raiz realize trocas gasosas, causando um rápido esgotamento das reservas das raízes (CARDOSO *et al.*, 2013). Desse modo, possivelmente, as caixas de papel kraft podem ter evitado essa inibição do crescimento radicular.

A produção de biomassa é o reflexo do rendimento que a cultura alcançou, através dos fatores ao qual está submetida. Ocorre, portanto, um maior rendimento quando as condições para o desenvolvimento são favoráveis, como a disponibilidade de água, condições do substrato e nutrientes disponíveis, desse modo permitindo inferir qual substrato fornece maior quantidade de nutrientes e apresenta melhores características físicas como porosidade, espaço de aeração e capacidade de retenção de água (MARIANI *et al.*, 2014).

O pH de modo geral variou de 5,30 a 5,94 sendo que os valores inferiores foram obtidos com a combinação do recipiente de cultivo bandeja de alumínio associado ao substrato solo. Enquanto o contrário foi verificado com o uso do substrato fibra de coco associado ao recipiente bandeja de alumínio (Tabela 08), porém não diferiu estatisticamente da Bandeja EPS e da caixa de papel kraft.

Tabela 08. pH de microverdes de couve cultivar manteiga da Geórgia, em função de diferentes recipientes e substratos de cultivo. UFFS- LRS/PR (2022).

Recipientes	Substratos		
	Fibra de coco	Húmus de minhoca	Solo
Bandeja de alumínio	5,94 ^{aA}	5,48 ^{aB}	5,30 ^{bB}
Bandeja de EPS	5,92 ^{aA}	5,59 ^{aB}	5,31 ^{bB}
Caixa de papel kraft	5,88 ^{aA}	5,77 ^{aA}	5,68 ^{aA}
MDF	5,39 ^{bB}	5,50 ^{aAB}	5,74 ^{aA}
CV %	3,27		

NOTA: Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; letras minúsculas na coluna; letras maiúsculas na linha.

Os valores de pH obtidos nessa pesquisa são semelhantes aos determinados por WOJDYLO *et al.*, (2020) em estudo com microverdes de couve. Esses autores, verificaram valores de pH entre 5,8 a 6,6, que também são próximos as descritos por WIETH *et al.*, (2020), no cultivo de microverdes de rúcula (*Eruca sativa* L.) cultivar folha larga, com pH variando de 4,5 a 6,34.

Segundo PEREIRA *et al.*, (2016), do ponto de vista comercial, hortaliças com pH ácido são indesejadas, em função de que geralmente apresentam sabor amargo que é influenciado pelo pH ácido. Porém, a couve folha com pH próximo a neutralidade (pH 7) tende a ter uma vida de prateleira reduzida, influenciada pelo aumento da atividade enzimática, causando deterioração do produto. Desse modo os microverdes nesse trabalho podem ser considerados levemente ácidos.

Microverdes com maior teor de sólidos solúveis foram obtidos com uso do substrato fibra de coco associado ao recipiente caixas de papel kraft (4,52 °Brix) (Tabela 09).

Tabela 09. Sólidos solúveis (°Brix) de microverdes de couve cultivar manteiga da Geórgia, em função de diferentes recipientes e substratos de cultivo. UFFS- LRS/PR (2022).

Recipientes	Substratos		
	Fibra de coco	Húmus de minhoca	Solo
Bandeja de alumínio	3,60 ^{bAB}	2,82 ^{aB}	4,12 ^{aA}
Bandeja de EPS	3,60 ^{bA}	3,02 ^{aA}	3,30 ^{aA}
Caixa de papel kraft	4,52 ^{aA}	2,80 ^{aB}	3,35 ^{aB}
Caixa de MDF	3,57 ^{bA}	3,27 ^{aA}	4,10 ^{aA}
CV %	13,62		

NOTA: Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; letras minúsculas na coluna; letras maiúsculas na linha.

Esses valores estão próximos aos obtidos em outras pesquisas. Em estudo com microverdes de repolho roxo WIETH *et al.*, (2020) verificaram valores entre 2,72 a 5,03 °Brix, utilizando substratos comerciais e soluções nutritivas. Já na pesquisa realizada por PEREIRA *et al.*, (2015), com plantas adultas a concentração de sólidos solúveis foi de 3,70° Brix.

Os sólidos solúveis representam todos os sólidos dissolvidos na água, começando com açúcares, sais, proteínas e ácidos presentes no material vegetal. Quanto maior, melhor o sabor e aroma; assim, é um fator importante para os consumidores de alimentos frescos. Portanto, este é um parâmetro de avaliação importante para microverdes, pois diferentes sistemas de produção, substratos e fornecimento de nutrientes podem resultar em produtos com características diferenciadas que proporcionarão distintas experiências aos consumidores (WIETH *et al.*, 2020). Comparado as plantas maduras de couve manteiga, os microverdes apresentam níveis mais elevados de sólidos solúveis, sendo um diferencial no sabor.

O teor de sólidos solúveis pode variar em função de fatores como temperatura e umidade. Com o aumento da temperatura a umidade tende a diminuir e isso aumenta o valor de sólidos solúveis (LINS *et al.*, 2016). Como os recipientes e os substratos compartilharam o mesmo ambiente, e receberam o mesmo volume de água diariamente, essas diferenças estão relacionadas às propriedades de cada combinação entre recipiente e substrato. A fibra de coco em conjunto com o recipiente de papel kraft propiciou um meio menos úmido do que os demais, em função de suas características.

A acidez titulável avaliada (Tabela 10) foi expressa em valores de 0,39 a 0,52 (% de ácido cítrico), sendo que os maiores percentuais foram obtidos com a combinação das bandejas de EPS com substrato solo (0,52) e com o uso do recipiente caixa de MDF associado ao substrato fibra de coco (0,51), porém a acidez titulável da bandeja de EPS com solo (0,52) não diferiu estatisticamente da Bandeja EPS com fibra de coco (0,50); e a acidez titulável da caixa de MDF com fibra de coco (0,51) não diferiu estatisticamente da caixa de MDF com solo (0,49). Já o contrário foi verificado com uso do substrato húmus de minhoca em conjunto com os recipientes bandeja de EPS e caixa de MDF (0,39).

Tabela 10. Acidez titulável (% de ácido cítrico) de microverdes de couve cultivar manteiga da Geórgia, em função de diferentes recipientes e substratos de cultivo. UFFS- LRS/PR (2022).

Recipientes	Substratos		
	Fibra de coco	Húmus de minhoca	Solo
Bandeja de alumínio	0,44 ^a _{AB}	0,40 ^a _B	0,47 ^a _{BA}
Bandeja de EPS	0,50 ^a _A	0,39 ^a _B	0,52 ^a _A
Caixa de kraft	0,43 ^b _A	0,44 ^a _A	0,44 ^b _A
Caixa de MDF	0,51 ^a _A	0,39 ^a _B	0,49 ^a _{BA}
CV %	8,17		

NOTA: Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; letras minúsculas na coluna; letras maiúsculas na linha.

Esses resultados são superiores aos observados no estudo de PEREIRA *et al.*, (2015). Esses autores em pesquisa com couve madura, verificaram valores de acidez titulável de 0,20 (% de ácido cítrico). Essa diferença provavelmente ocorre em função do estágio de desenvolvimento da planta (DE ARAÚJO *et al.*, 2020).

Para fenóis totais não houve interação entre os fatores, pois atuaram de forma isolada. (Tabela 11 e 12).

Tabela 11. Fenóis totais (mg de ác. gálico/100 g) de microverdes de couve cultivar manteiga da Geórgia, em função de diferentes substratos de cultivo. UFFS- LRS/PR (2022).

Substratos	Fenóis totais (mg de ác. gálico/100 g)
Fibra de coco	1804,78 ^a
Húmus de minhoca	1410,70 ^b
Solo	1865,92 ^a
CV %	12,54

NOTA: Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 12. Fenóis totais (mg de ác. gálico/100 g) de microverdes de couve cultivar manteiga da Geórgia, em função de diferentes recipientes de cultivo. UFFS- LRS/PR (2022).

Recipientes	Fenóis totais (mg de ác. gálico/100 g)
Bandeja de alumínio	1668,86 ^{ab}
Bandeja de EPS	1818,36 ^a
Caixa de papel kraft	1726,99 ^{ab}
Caixa MDF	1560,99 ^b
CV %	12,54

NOTA: Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O maior conteúdo de fenóis totais foi verificado com o uso do substrato solo com 1865,92 (mg de ác. gálico/100 g⁻¹) e fibra de coco com 1804,78 (mg de ác. gálico/100g⁻¹) (Tabela 12). Esses resultados são semelhantes ao verificados no estudo realizado por DOS SANTOS *et al.*, (2020). Esses autores em pesquisa, com microverdes de beterraba (*Beta vulgaris* L.), em diferentes substratos também identificaram maiores teores de fenóis nos microverdes cultivados com o uso do substrato solo.

Os resultados obtidos nessa pesquisa podem estar relacionados como o resultado obtido por Krizaj (2014) em que plantas sob certas condições de estresse geram mecanismos de defesa, aumentando a concentração de fitoquímicos como compostos fenólicos, ou seja, o solo e a fibra de coco, possivelmente geraram um estresse maior em relação ao substrato húmus de minhoca.

Os microverdes cultivados em recipientes de bandeja de EPS, bandeja de alumínio e caixa de papel kraft, resultaram nos maiores conteúdos de fenóis, porém a caixa MDF não diferiu de caixa de kraft e nem de alumínio. Para efeito comparativo, com a contraparte da planta madura, em experimento de Rigueira *et al.* (2016), os autores verificaram em couve manteiga com extratos de folhas e talos crus, valores entre 172,8 e 181,5 mg de ácido gálico/100 g para as folhas e 83,7 a 134,7 mg de ácido gálico/100 g para os talos. Esses resultados apresentam valores inferiores ao cultivo de microverdes, confirmando que esses compostos se apresentam em maior quantidade em plantas imaturas de couve manteiga.

CONCLUSÃO

Dentre os substratos, o húmus de minhoca mostrou-se como o mais adequado para o cultivo de microverdes pois, entre os dez parâmetros avaliados apresentou resultados superiores em cinco deles, sendo eles: menor ciclo de cultivo, maior parte aérea, maior diâmetro, maior massa fresca e maior massa seca. De modo geral, entre os recipientes houve pouca diferença entre os resultados obtidos sendo algumas não significativas, porém podemos destacar as bandejas de kraft que apresentaram valores melhores em três dos dez parâmetros avaliados sendo eles: maior comprimento da raiz; maior massa seca; maiores sólidos solúveis, e as bandejas de alumínio que apresentaram melhores resultados para ciclo de cultivo; parte aérea e pH.

Também podemos concluir que a escolha do recipiente depende do substrato utilizado, porém de modo geral, houve pouca diferença entre os resultados obtidos sendo algumas não significativas. Entre os materiais avaliados, as bandejas de kraft com húmus de minhoca se destacaram apresentando maior comprimento de raiz, maior pH, maior acidez titulável, e as bandejas de alumínio com húmus de minhoca se destacaram apresentando menor ciclo de cultivo, e maior parte aérea.

Growth and post-harvest of collard greens (*Brassica oleracea* var. *acephala* L.) under the influence of different containers and substrates

ABSTRACT

Microgreens are immature vegetables harvested between 7 and 14 days after germination. A vegetable that can be used in the cultivation of microgreens is kale, which is a vegetable of rapid germination, easy to obtain in addition to the great content of nutraceutical compounds. For the cultivation of this vegetable, the substrates must have the physical, chemical, and biological properties necessary to support healthy growth and must also meet the practical requirements of the production system. Several materials can be used as containers, if they have a low depth (shallow), are light, mobile, resistant, low-cost and easily accessible to the producer. Thus, the objective of this work was to evaluate the influence of different substrates and containers on the cultivation and post-harvest of kale microgreens. The design used was a completely randomized two-factor 3 x 4 (three substrates x four containers) design consisting of four replications, each represented by a container with 50 seeds. The substrates used were earthworm humus, commercial coconut fiber substrate, and soil. The containers used were expanded polystyrene (EPS) tray, aluminum tray, kraft paper box and MDF box. The evaluations carried out were germination percentage, cycle in days, height, diameter, fresh and dry mass, soluble solids, pH, titratable acidity, and total phenols. Among the substrates, earthworm humus proved to be the most suitable for the cultivation of microgreens.

KEY-WORDS: phenols; cultivation; earthworm humus; coconut fiber; kraft.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A.; CARVALHO, E. E.N.; BOAS, E.V. Influência da embalagem na qualidade pós-colheita de “baby leaf” de agrião da terra. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, 2020.
- ARMOND, C.; OLIVEIRA, V.C.; GONZALEZ, S.DP.; OLIVEIRA, F. E. R.; SILVA, R. M.; LEAL, T. T. B.; REIS, A. S.; SILVA, F. 2016. Desenvolvimento inicial de plantas de abobrinha italiana cultivada com húmus de minhoca. **Horticultura Brasileira**, v. 34 n. 3, p. 439-442.
- ANTUNES, L. F. de S.; OLIVEIRA, B. A. F. de.; SOUZA, C. A. dos S. de.; FERREIRA, T. dos S.; ALVES, R, dos S.; CORREIA, M. E. F. 2020. Eficiência do gongocomposto na produção de mudas de brócolis. Embrapa Agrobiologia-Artigo em periódico indexado. In: **XI Congresso Brasileiro de Agroecologia**. São Cristóvão, Sergipe. Anais, 15- 2, 2020.
- BARRETT, G. E.; ALEXANDER, D.P.; ROBINSON, J.S.; BRAGG, N.C. Achieving environmentally sustainable growing media for soilless plant cultivation systems— A review. **Scientia horticulturae**, v. 212, p. 220-234, 2016.
- BUCIC-KOJIC, A.; PLANINIC, M.; TOMAS, S.; BILIC, M.; VELIC, D. Study of solid–liquid extraction kinetics of total polyphenols from grape seeds. **Journal of Food Engineering**, v. 81, p. 236–242, jul. 2007.
- CARDOSO, M. O.; BERNI, R. F.; OLIVEIRA, M. L. de; VASCONCELOS, H. dos S. Produção de mudas de maxixe com recipiente e substrato artesanal. Comunicado Técnico. Embrapa Amazônia Ocidental, 2013.
- CHOE, U.; YU, L. L.; WANG, T.T. The science behind microgreens as an exciting new food for the 21st century. **J. Agric. Química Alimentar**, v 66, n 44, p. 11519–11530, 2018.
- CRIPPA, J. P. B.; FERREIRA, L. G. Desenvolvimento de mudas de repolho em diferentes tipos de bandeja e substrato. CONNECTION LINE-REVISTA ELETRÔNICA DO UNIVAG, n. 12. 2015.
- DE ARAÚJO, R. G. V.; DE LIMA, J. R. B.; DA SILVA, A.B.; SANTOS, G. T. dos.; DA SILVA, J. M.; PAES, R. de A. Desenvolvimento de tubérculos de rabanete em função de diferentes concentrações de húmus de minhoca. **Revista Ciência Agrícola**, v. 18, p. 1-5. 2020.
- DE GÓES, G.; COSTA E MELO, I. G. DANTAS, D. J.; A. W. B. M. de. ALENCAR, R. D. Utilização de húmus de minhoca como substrato na produção de mudas de tamarindeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 4, p. 21.2011.
- DI GIOIA, F.; DE BELLIS, P.; MIINNI, C.; SANTAMARIA, P.; SERIO, F. Physicochemical, agronomical and microbiological evaluation of alternative growing media for the production of rapini (*Brassica rapa* L.) microgreens. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 4, p. 1212-1219. 2017.

DI GIOIA, F.; SANTAMARIA, P. The nutritional properties of microgreens Las propiedades nutricionales de las micro-hortalizas. In: **Micro-ortaggi, agro-biodiversità e sicurezza alimentare**, p. 41-50.2015

DOS SANTOS, F.; COSTA, E. S. da; LIMA, C. S. M. Diferentes substratos no desenvolvimento e na pós-colheita de microverdes de beterraba (*Beta vulgaris* L.). **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 21, n. 2, 2020.

FERREIRA, L. L.; ALMEIDA, A. E. da S.; COSTA, L. R. da; MEDEIROS, J. F. de; PORTO, V. C. N. Vermicompostos como substrato na produção de mudas de tomate, *Lycopersicon esculentum*, e couve-folha, *Brassica oleracea var. acephala*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 35 .2014

FRANKS, E.; RICHARDSON, J. Microgreens: a guide to growing nutrient-packed greens. **Gibbs Smith publishing**. Layton, Utah. 2009.

GORDIN, C. R. B.; SCALON, S. de P. Q.; MASETTO, T. E. Disponibilidade hídrica do substrato e teor de água da semente na germinação de niger. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, p. 312-318. 2015.

KUMAR, S.; PATEL, N. B.; SARAVAIYA, S. N.; PATEL, B. N. **Technologies, and Sustainability of Protected Cultivation for Hi-Valued Vegetable Crops**. Navsari Agricultural University, Navsari, Gujarat, India. p. 246.2018.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V. de. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, v. 37 nº 6, p. 1103-1113. 2013.

KRIZAJ, C. **La producción de brócoli (*Brassica oleraceae* L.) como biofábricas en condiciones de ambientes de estrés**. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fé, Argentina. 2014.

KYRIACOU, M.; ROUPHAEL, Y.; GIOIA, F. D.; KYRATZIS, A.; SERIO, F.; RENNA, M.; PASCALE, S. de; SANTAMARIA, P. Micro-scale vegetable production and the rise of microgreens. **Trends in food science & technology**, v. 57, p. 103-115. 2016

LI, T.; LALK, G. T.; ARTHUR, J. D.; JOHNSON, M. H.; BI, G. Shoot Production and Mineral Nutrients of Five Microgreens as Affected by Hydroponic Substrate Type and Post-Emergent Fertilization. **Horticulturae**, v. 7, n. 6, pág. 129. 2021.

LIMA, M. V. G.; FILHO, C. A. dos S.; FERREIRA, J. V. V.; SOUZA, K. G. de. Vermicompostos como substratos no desempenho de mudas de alface e rúcula. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 3, p. 374-381. 2019.

LINS, A. D. F.; Da SILVA, F. B.; NUNES, J. S.; ROCHA, A. P. T.; ARAUJO, G. T. de. Influência da temperatura de secagem em leite de jorro sob as características físicoquímicas do repolho roxo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 2, p. 5-8. 2016.

LOPES, K. A. do L.; Dos SANTOS, M. V. F.; OLIVEIRA, R. N. T.; SILVA, T. F.; ALMEIDA, E. I. B.; SILVA-MATOS, R. R. S. da. Efeito do chorume de vermicompostagem sobre

a produção de mudas de *Brassica oleracea* L. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 10, n. 2. 2018

MARIANI, A.; MOTTA, I. de S.; PADOVAN, M. P.; CARNEIRO, L. F.; COSTA, K. F.; SANTOS, M. C. S. Substratos alternativos com húmus de minhoca na produção de mudas de chicória. **Revista Aba**, v. 9 n. 4 2014.

MEDEIROS, M. do B. C. L. M.; JESUS, H. I.; SANTOS, N. de F. A.; MELO, M. R. S.; SOUZA, V. Q.; BORGES, L. S.; GUERREIRO, A. C.; FREITAS, L. S. Índice de qualidade de Dickson e característica morfológica de mudas de pepino, produzidas em diferentes substratos alternativos. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, p. 159-173. 2018.

NERLING, D.; COELHO, C. M. M.; ARALDI, C. G.; COSTA, V.; CAREGNATO, E. Adequação do teste de germinação em arroz para análises de rotina. **Acta Biológica Catarinense**, v. 8, n. 3, p. 13-22. 2021.

PEREIRA, E. M.; LEITE, D. D. de F.; FIDELIS, V. R. de L.; PORTO, R. M.; OLIVEIRA, M. I. V. de; MAGALHAES, W. B. Caracterização físico-química de hortaliças tipo folha comercializadas no Brejo Paraibano. **Agropecuária Técnica**, v. 37, n. 1, p. 19-22. 2016.

PEREIRA, E. SANTOS, Y. M. G. dos; FILHO, M. T. L.; FRAGOSO, S P.; PEREIRA, B. B. M. Qualidade pós-colheita de frutas e hortaliças cultivadas de forma orgânica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 9. 2015.

PINA, J. C.; DE OLIVEIRA, A. K. M.; MATIAS, R.; DA SILVA, F. Influência de diferentes substratos na produção de fitoconstituintes de *moringa oleifera* lam. cultivada a pleno sol. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 1076-1087. 2018.

RIGUEIRA, G. D. J.; BANDEIRA, A. V. M.; CHAGAS, C. G. O.; MILAGRES, R. C. R. de M. Atividade antioxidante e teor de fenólicos em couve-manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) submetida a diferentes sistemas de cultivo e métodos de preparo. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 37, n. 2, pág. 3-12, 2016.

RITTER, C.; BARBOSA, W. Estudo de propriedades mecânicas de resistências à Compressão e ao esmagamento em embalagens de papelão ondulado em ambientes com elevada umidade relativa. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 8, n. 14, p. 147-166. 2020.

ROSSINO, L. S.; MANFRINATO, M. D.; MORETO, J. Estudo comparativo da resistência à flexão da Madeira Plástica, Fibra de Madeira de Densidade Média, Pinus e Polipropileno submetidos aos condicionamentos de secagem, saturação de umidade e radiação UV. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 14, n. 1. 2019.

SAMEC, D, URLIC, B, SALOPEK-SONDI, B. Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) as a superfood: Review of the scientific evidence behind the statement. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 59, n. 15, p. 2411-2422. 2019.

SANTOS, P. L. F. dos; CASTILHO, R. M. M. de. Atributos físicos de diferentes substratos para fins de desenvolvimento de plantas. In: **Simpósio nacional de tecnologia em agronegócio**, Jales/SP. 2016.

SENEVIRATHNE, G.; GAMA-ARACHCHIGE, N. S.; KARUNARATNE, A. Germination, harvesting stage, antioxidant activity and consumer acceptance of ten microgreens. **Ceylon J. Sci**, v. 48 n. 1, p. 91-96. 2019.

SILVA, A. C. da; FRANÇA, N. R. Mesocarpo de coco verde utilizado na produção da alface. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas**. v.17 n. 17, p.3240-3245. 2013.

SOUSA, J. I. de; BARROS, R. P. de; SANTOS, D. de S.; SILVA, D. J. da; SANTOS, A. G. D.; SILVA, M. G. dos S.; GALDINO, W. de O.; (...) NEVES, J. D. dos S. das. Estudo do desenvolvimento de couve manteiga (*Brassica oleracea* L.) a partir da germinação em resposta as fontes de mudança. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 12, 2021.

SUN, J.; XIAO, Z.; LIN, L.Z.; LESTER, G. E.; WANG, Q.; HARNLY, J. M.; CHEN, P. Profiling polyphenols in five Brassica species microgreens by UHPLC-PDA-ESI/HRMS n. **Journal of agricultural and food chemistry**. v. 61 n. 46, p. 10960–10970. 2013.

SOUZA, J. A. F. de; CONTIERO, R. L. Produção de microgreens em diferentes substratos e concentrações de solução nutritiva. In: **XII Encontro Brasileiro de Hidroponia, IV Simpósio Brasileiro De Hidroponia**, p. 109. 2018.

WIETH, A. R.; PINHEIRO, W. D.; DUARTE, T. da S. Purple cabbage microgreens grown in different substrates and nutritive solution concentrations. **Revista Caatinga**, v. 32, p. 976-985.2020.

WOJDYŁO, A.; NOWICKA, P.; TKACZ, K.; TURKIEWICZ, I.P. Sprouts vs. microgreens as novel functional foods: Variation of nutritional and phytochemical profiles and their in vitro bioactive properties. **Molecules**, v. 25, n. 20, p. 4648. 2020.

XIAO, Z.; LESTER, G. E.; PARK, E.; SAFTNER, R. A.; LUO, Y.; WANG, Q. Evaluation and correlation of sensory attributes and chemical compositions of emerging fresh produce: Microgreens. **Postharvest Biology and Technology**. v. 110. P. 140-148. 2015.

XIAO, Z.; CODLING, E. E.; LUO, Y.; NOU, X.; LESTER, G. E.; WANG, Q. 2016. Microgreens of Brassicaceae: Mineral composition and content of 30 varieties. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 49, p. 87-93. 2016.

Recebido: 16 jun. 2023.

Aprovado: 12 set. 2023.

DOI: 10.3895/rebrapa.v13n4.17150

Como citar:

WRUBEL, E. J., et al. Crescimento e pós-colheita de microverdes de couve-manteiga (*Brassica oleracea* var. *Acephala* L.) sob influência de diferentes recipientes e substratos. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 13 n. 4, p. 18-36, out./dez. 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Elaine Rodrigues dos Santos

Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Laranjeiras do Sul, Rodovia BR 158 - Km 405 Caixa Postal-106, CEP 85319-899, Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil

Direito autorial: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

