

Zanzini AP, Oliveira, JAC, Coutinho, GSM, Araújo, ABS, Barros, HEA, Abreu, DJM, Vilas Boas, EVB & Carvalho, EEN. (2020). Bioactive compounds present in kale (*Brassica oleracea* L.) at three stages of development and comparison of their antioxidant capacities. *Research, Society and Development*, 9(7): 1-17, e391974242.

Compostos bioativos presentes em couve-manteiga (*Brassica oleracea* L.) em três estádios de desenvolvimento e comparação das suas capacidades antioxidantes

Bioactive compounds present in kale (*Brassica oleracea* L.) at three stages of development and comparison of their antioxidant capacities

Compuestos bioactivos presentes en la col rizada (*Brassica oleracea* L.) en tres etapas de desarrollo y comparación de sus capacidades antioxidantes

Recebido: 05/05/2020 | Revisado: 08/05/2020 | Aceito: 09/05/2020 | Publicado: 19/05/2020

Alice Pereira Zanzini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9365-3064>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: alicezanziniufla@gmail.com

Júlia Assunção de Castro Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8358-2832>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: julia.assuncaooliveira@hotmail.com

Gabriela Silva Mendes Coutinho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2469-5698>

Universidade Federal de Goiás, Brasil

E-mail: gabrielamendescoutinho@gmail.com

Ana Beatriz Silva Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7031-9613>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: ab.silvaaraujo@gmail.com

Hanna Elisia Araújo de Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3398-4726>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: hannaelisia@gmail.com

Danilo José Machado de Abreu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6165-4361>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: danilo.mabreu@gmail.com

Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0252-695X>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: evbvboas@ufla.br

Elisângela Elena Nunes Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1124-8066>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: elisangelacarvalho@ufla.br

Resumo

Vegetais jovens têm ganhado cada vez mais popularidade em escala mundial, não só por serem alimentos altamente nutritivos, mas por se constituírem como um novo ingrediente, sendo utilizados para melhorar o aspecto visual de saladas e outras guarnições e para embelezar uma grande variedade de pratos. Este estudo teve como objetivo comparar o teor de compostos bioativos e a capacidade antioxidante da couve manteiga (*Brassica oleracea* L.) em três estádios de crescimento: *microgreen* (15 dias após semeadura), *baby leaf* (40 dias após semeadura) e adulto (60 dias após semeadura). O cultivo foi realizado em bandejas para a produção dos *microgreens*, posteriormente uma parcela foi transplantada em canteiros para obtenção de *baby leaf*s e planta em estágio adulto. As análises realizadas foram: carotenoides totais, perfil de minerais, compostos fenólicos e capacidade antioxidante. As análises químicas demonstraram, de forma geral, que as hortaliças nos estádios *microgreens* e *baby leaf*s apresentaram teores maiores de micronutrientes e de capacidade antioxidante pelo método fosfomolibdênio do que a planta em estágio adulto (comercial), porém, para compostos fenólicos e carotenoides totais, a planta adulta obteve teores mais elevados do que *baby leaf* e *microgreens*. Cabe salientar que *baby leaf* e *microgreens* geralmente são consumidos crus e por inteiro, evitando perdas e obtendo um melhor aproveitamento de nutrientes presentes nessas hortaliças. Sendo assim o consumo de vegetais colhidos em estádios antecipados podem vir a contribuir para um maior aporte de nutrientes e compostos bioativos na dieta.

Palavras-chave: Atividade antioxidante; Carotenoides totais; *Microgreens*.

Abstract

Young vegetables are gaining more and more popularity on a world scale, not only because they are highly nutritious foods, but because they constitute a new ingredient, being used to improve the visual aspect of salads and other garnishes and to embellish a wide variety of dishes. This study aimed to compare the content of bioactive compounds and the antioxidant capacity of kale (*Brassica oleracea* L.) in three growth stages: *microgreen* (15 days after sowing), *baby leaf* (40 days after sowing) and adult (60 days after sowing). The cultivation was carried out in trays for the production of *microgreens*, later a portion was transplanted in beds to obtain *baby leaf*s and plants in an adult stage. The analyzes performed were: total carotenoids, mineral profile, phenolic compounds and antioxidant capacity. Chemical analyzes showed, in general, that vegetables in *microgreens* and *baby leaf* stages had higher levels of micronutrients and antioxidant capacity by the phosphomolybdenum method than the plant in the adult (commercial) stage, however, for phenolic compounds and total carotenoids, the adult plant had higher levels than *baby leaf* and *microgreens*. It should be noted that *baby leaf* and *microgreens* are usually eaten raw and whole, avoiding losses and obtaining a better use of nutrients present in these vegetables. Thus, the consumption of vegetables harvested at early stages may contribute to a greater supply of nutrients and bioactive compounds in the diet.

Keywords: Antioxidant activity; Carotenoids; *Microgreens*.

Resumen

Las hortalizas jóvenes están ganando cada vez más popularidad a escala mundial, no solo porque son alimentos altamente nutritivos, sino porque constituyen un nuevo ingrediente, que se utiliza para mejorar el aspecto visual de las ensaladas y otras guarniciones y para embellecer una amplia variedad de platos. Este estudio tuvo como objetivo comparar el contenido de compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante de la col rizada (*Brassica oleracea* L.) en tres etapas de crecimiento: *microgreen* (15 días después de la siembra), *baby leaf* (40 días después de la siembra) y adulto (60). días después de la siembra). El cultivo se realizó en bandejas para la producción de *microgreens*, luego se trasplantó una porción en camas para obtener *baby leaf*s en una etapa adulta. Los análisis realizados fueron: carotenoides totales, perfil mineral, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante. Los análisis químicos mostraron, en general, que las verduras en etapas de *microgreens* y *baby leaf* tenían niveles más altos de micronutrientes y capacidad antioxidante por el método de fosfomolibdeno que la planta en la etapa adulta (comercial), sin embargo, para los

compuestos de carotenoides fenólicos y totales, la planta adulta tenía niveles más altos que la *baby leaf* y los *microgreens*. Cabe señalar que las *baby leaf* y los *microgreens* generalmente se comen crudos y enteros, evitando pérdidas y obteniendo un mejor uso de los nutrientes presentes en estos vegetales. Por lo tanto, el consumo de verduras cosechadas en las primeras etapas puede contribuir a un mayor suministro de nutrientes y compuestos bioactivos en la dieta.

Palabras clave: Actividad antioxidante; Carotenoides totales; *Microgreens*.

1. Introdução

A couve-manteiga (*Brassica oleracea L.*) é uma espécie de hortaliça arbustiva, da família Brassicaceae, possui o ciclo curto e de fácil cultivo cujo, o consumo no Brasil é bastante expressivo (Novo et al., 2010; Barros; Gomes & Cavalcanti, 2015). Os vegetais pertencentes a essa família são ricos em nutrientes, sendo associados a prevenção de doenças crônicas não-transmissíveis como o diabetes mellitus, câncer e as doenças cardiovasculares (Wang et al., 2014; Yahia; García-Solís & Celis, 2019). Dentre as espécies de brassicas, a couve-manteiga é a hortaliça mais cultivada no Brasil e a que possui maiores concentrações de nutrientes como o ferro, cálcio, fósforo e vitamina A, além das fibras (Steiner; Sabedot & Lemos, 2009; Filgueira, 2003).

Os *microgreens* são plântulas jovens e tenras produzidas a partir de sementes de diferentes espécies herbáceas e aromáticas, incluindo vegetais, ervas ou grãos. São colhidas para consumo humano entre 7 e 21 dias após a germinação, quando as folhas cotiledonares estão totalmente desenvolvidas e as primeiras folhas verdadeiras estão presentes (Purcherio et al., 2018). O termo *baby leaf* indica quaisquer culturas de vegetais colhidas antes do surgimento das oito folhas verdadeiras (UE, 2013). Tais *microgreens* e *baby leafs* estão incluídos em uma nova categoria de vegetais, apresentando algumas diferenças dos brotos ou *sprouts* que também são hortaliças colhidas prematuramente (Treadwell et al., 2010; Stoleru; Ionita & Zamfirache, 2016; Renna et al., 2016). Esses pequenos vegetais são reconhecidos por possuírem níveis elevados de compostos fitoquímicos e.g.- carotenoides e compostos fenólicos, e podem ser considerados “super alimentos” ou “alimentos funcionais”, ricos em substâncias que trazem benefícios para a saúde (Sharma et al., 2012).

Os carotenoides são pigmentos naturais, encontrados em alimentos como hortaliças, frutas e verduras, exibindo colorações de amarelo, laranja e vermelho. Devido as suas propriedades antioxidantes, são fortemente associados a prevenção de doenças degenerativas,

combate ao envelhecimento precoce, atuam na saúde da visão, da pele, além da sua função pró-vitamina A (Rodriguez-Amaya, 2004). Dentre uma enorme variedade de carotenoides existentes, os principais com atividade biológica são o α -caroteno, β -caroteno, licopeno, luteína e zeaxantina, sendo o β -caroteno o mais largamente distribuído na natureza (Epler; Zeigler & Craft, 1993; Rodriguez-Amaya, 1993).

Os compostos fenólicos são uma classe de metabólitos secundários sintetizados pelas vias do ácido chiquímico e malônico, produzidos pelas plantas sob condições de estresse, conferindo-as proteção contra agentes externos. Sua estrutura química apresenta hidroxila e anéis aromáticos que os confere o poder antioxidante, além de contribuir para o sabor, coloração e odor de alimentos (Angelo & Jorge, 2007). Em humanos, os compostos fenólicos são substâncias consideradas funcionais, estando associados com a proteção contra as doenças do envelhecimento, bem como a atividade antibacteriana, antiviral, anti-inflamatória, imonomoduladora, diminuição da agregação plaquetária, entre outros (Degáspari & Waszczynskij, 2004; Costa & Jorge, 2011).

Estudos relacionados a caracterização química da couve-manteiga em diferentes estádios de desenvolvimento ainda são escassos, sendo viável o desenvolvimento de pesquisas na área. Neste contexto, objetivou-se determinar o teor de carotenoides totais, o perfil de minerais, quantificação de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante total de couve-manteiga (*Brassica oleracea*) em suas respectivas fases: *microgreens*, *baby leafs*, e planta em estágio adulto.

2. Metodologia

Aquisição e preparo de amostras

As informações sobre os tipos de sementes adequados ao cultivo de *microgreens* são escassas (Senevirathne; Gama-Arachchige & Karunahatne, 2019), portanto adotaram-se como requisitos na seleção das sementes os parâmetros alta pureza, vigor e ausência de qualquer tipo de pré-tratamento com defensivos químicos. De acordo com esses parâmetros, foram adquiridas sementes de couve-manteiga (*Brassica oleracea L.*) da marca ISLA, na Casa da Semente, no município de Lavras, estado de Minas Gerais.

Adotou-se o cultivo em bandejas, com substrato constituído por 100% de fibra de coco triturada, com irrigação diária por aspersão com o auxílio de um borrifador. O tempo de colheita dos *microgreens* foi de 15 dias após a semeadura, quando foi observada a emergência

do primeiro par de folhas verdadeiras. A colheita de *Baby leaf*s se deu em 40 dias e a planta adulta após 60 dias.

As amostras colhidas foram encaminhadas para o Laboratório de Pós Colheita de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Lavras, onde foram lavadas em água corrente e sanitizadas com hipoclorito de sódio 100 mg.L⁻¹ por 10 minutos. Após foram congeladas com nitrogênio líquido, sendo uma porção armazenada para as análises químicas e a outra destinada imediatamente para procedimentos da análise de perfil de minerais.

Análises (Preparação de extratos e determinação da bioatividade)

Os *microgreens*, *baby leaf*s e a planta em estágio adulto foram avaliados quanto ao teor de minerais, carotenoides, capacidade antioxidante e compostos fenólicos, onde todos os testes foram realizados em triplicata. Para a obtenção dos extratos de compostos fenólicos (fenólicos totais e perfil de fenólicos) e capacidade antioxidante (fosfomolibdenio e ABTS) foi utilizada a metodologia de Larrauri; Rupérez & Saura-Calixto (1997), com pequenas adaptações. Cerca de 6g de amostra, juntamente com 20 ml de solução de metanol 70% foram adicionados em recipientes plásticos. Após esse procedimento, as amostras foram homogeneizadas em politron e em banho ultrassônico por 1 hora. Após foram transferidas e centrifugadas a 4 °C por 10 minutos a 10000 rpm. O extrato obtido foi filtrado em papel filtro e armazenado sobre refrigeração a 4°C até a realização das análises.

Carotenoides. Os carotenoides presentes nas amostras foram determinados seguindo a metodologia analítica proposta por Rodriguez-Amaya (2001). Os carotenoides das amostras foram extraídos com acetona e transferidos para éter de petróleo. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 444nm, 450nm e 470nm, que correspondem às absorvâncias dos carotenoides, α -caroteno, β -caroteno e licopeno, respectivamente. O teor de cada carotenoide foi calculado seguindo a fórmula proposta na metodologia utilizada. Os resultados foram expressos em $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de amostra fresca.

Perfil de Minerais. Para a determinação do perfil de minerais nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), Cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cobre (Cu), manganês (Mg), zinco (Z) e ferro (Fe) as amostras coletadas, foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido (NL₂) e submetidas a liofilização. Em seguida, as amostras foram trituradas em moinhos de facas e encaminhadas para o Laboratório de Análise foliar, no Departamento de Química na

Universidade Federal de Lavras. A metodologia utilizada seguiu o padrão sugerido por Malavolta; Vitti & Oliveira (1997) e os resultados foram convertidos e expressos em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de matéria fresca.

Compostos fenólicos. O teor de fenólicos totais dos extratos metanólicos das hortaliças foi determinado através do método espectrofotométrico utilizando o reagente de Folin Ciocalteau, descrito por Waterhouse (2002). Os resultados foram expressos em mg de equivalente a ácido gálico (EAG) por 100 gramas.

Perfil de fenólicos. A quantificação e identificação dos compostos fenólicos foi realizada em cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC-DAD/UV-Vis). Os compostos fenólicos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos picos amostrais com os de padrões disponíveis (ácido gálico, catequina, ácido clorogênico, ácido cafeico, vanilina, ácido p-cumárico, ácido ferrúlico, ácido m-cumárico, ácido o-cumárico, resveratrol, ácido transcinâmico). Os resultados foram expressos em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ da amostra. O perfil de fenólicos foi determinado a partir do método cromatográfico, de acordo com a metodologia descrita por Ramaiya et al. (2013), utilizando-se metanol 70%.

Atividade Antioxidante. A atividade antioxidante foi determinada pelos métodos: ABTS*+ (μmol de trolox.g1 de amostra); foi segundo Rufino et al. (2010); e Formação do complexo fosfomolibidênio segundo metodologia descrita por Prieto, Pineda, & Aguilar (1999) e os resultados expressos em porcentagem (%) equivalente de ácido ascórbico.

Análise Estatística. Os dados obtidos foram analisados com o auxílio do programa PAST versão 2.16. Todos os ensaios foram realizados em três repetições. Os dados foram expressos como a média. Todos os cálculos dos dados das análises químicas foram baseados em peso fresco. Para verificar se os dados seguiram uma distribuição normal foi aplicado o teste de normalidade W de Shapiro-Wilk (MIOT, 2019). Após a análise de variância, as médias quando significativas foram comparadas, pelo teste de Tukey, a um nível de significância de 5%.

3. Resultados e Discussão

A couve-manteiga é considerada como boa fonte de carotenoides, sendo a hortaliça com maior concentração de β -caroteno, exercendo papel importante na prevenção de alguns tipos de câncer e doenças oftalmológicas (Lefsrud, 2007; Pereira et al., 2015). Os resultados apresentados na Tabela 1 corroboram com os descritos na literatura, onde a couve-manteiga no estágio adulto apresentou em média $225,2 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de β -caroteno.

Tabela 1. Médias de carotenoides totais ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) em couve-manteiga (matéria fresca) nos estádios *microgreen*, *baby leaf* e adulto.

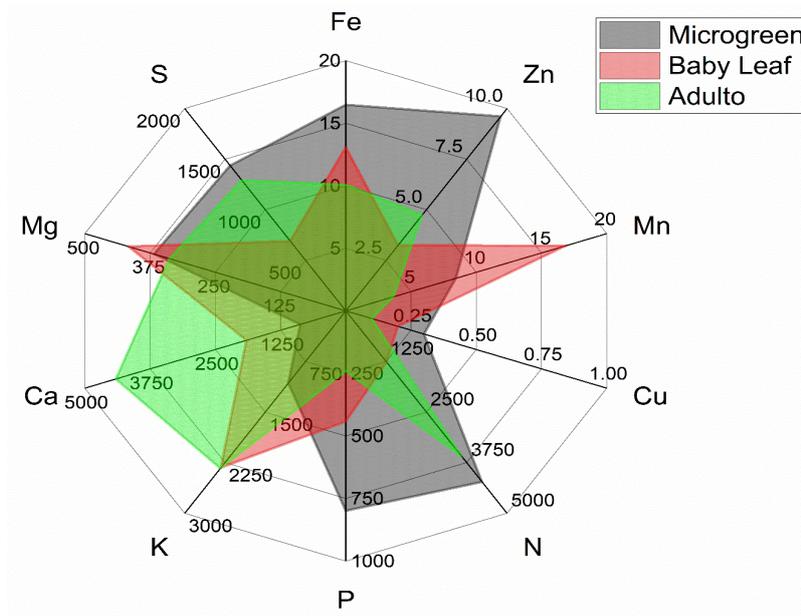
Estádio	α -caroteno	β -caroteno	Licopeno	Carotenoides Totais
Microgreen	44,4 a	50,6 a	23,8 a	118,8 a
Baby Leaf	166,7 b	176,1 b	90,3 b	435,1 b
Adulto	213,9 b	225,2 b	112,3 b	551,4 c

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. **Fonte:** Autor, 2019.

Como visto, a concentração de carotenoides totais obteve diferença significativa entre todos os estádios, sendo que a couve-manteiga na fase adulta apresentou a maior concentração, seguido de *baby leaf* e *microgreen*. Estudos conduzidos por Xiao et al (2013; 2019) demonstraram que *microgreens* de outras espécies de folhosas como agrião, repolho e espinafre apresentaram uma maior concentração de carotenoides totais do que a planta homóloga na fase adulta. Além disso, apesar da couve-manteiga na fase adulta ter apresentando um conteúdo maior de carotenoides, cabe salientar que *microgreens* e *baby leaf*s geralmente são consumidos crus e por inteiro, como componente de saladas ou guarnições, o que ocasionalmente evita perdas importantes de nutrientes no processo de cocção (Di Goia & Santamaria, 2015). Neste contexto, o consumo de hortaliças em estádios prematuros pode ser indicado na melhora do estado nutricional e prevenção de patologias.

Os resultados dos teores de elementos minerais das amostras *microgreens*, *baby leaf* e planta adulta encontram-se na Figura 1.

Figura 1. Valores médios de minerais (mg 100g⁻¹), com base na matéria fresca, de couve-manteiga (*Brassica oleracea* L.) nos estádios *microgreen*, *baby leaf* e adulto.



Fonte: Autor, 2019.

Dentre os dez minerais analisados, seis foram encontrados em quantidades superiores na couve-manteiga em estágio *microgreen*, sendo eles Fe, Zn, Cu, S, P e N. As análises de couve-manteiga no estágio *baby leaf*, apontaram que este estágio apresentou 16,9 mg 100 g⁻¹ de Mn, o equivalente a 2 vezes mais do que na fase *microgreen* (8,45 mg 100 g⁻¹) e 5 vezes mais do que na hortaliça adulta (3,24 mg 100 g⁻¹).

A couve-manteiga em estágio adulto apresentou concentração significativamente maior do que nos demais estádios apenas no elemento Ca. Sendo assim, sugere-se que uma menor ingestão dietética de vegetais colhidos na fase jovem pode acarretar efeitos nutricionais semelhantes em comparação a uma ingestão maior de vegetais adultos, devido a presença de maior concentração desses elementos (Choe, Yu e Wang, 2018).

Os elementos minerais são essenciais para complementar a nutrição humana, desempenhando funções específicas importantes no organismo, são também importantes na prevenção de doenças crônicas não-transmissíveis (Harper, Rodwelf e Mayes, 1982; Franco, 1998; Araujo et al., 2013). Estudos comprovam que dietas com quantidade insuficiente de micronutrientes são responsáveis pelo surgimento de carências nutricionais, impactando negativamente a saúde (Batista, Silva & Silva, 2016).

Com base nos valores de referência para ingestão de nutrientes (DRIs), para adultos, entre 19 e 50 anos (Nasem, 2019), pode-se afirmar que uma porção de 15 gramas de couve-

manteiga *microgreen* supriria, para homens e mulheres, respectivamente, 30,87% e 13,72% das necessidades de ferro e 17% das necessidades de fósforo, enquanto 15 gramas de couve-manteiga *baby leaf* supririam 110% e 140,5% das necessidades diárias de manganês, 25% e 21% das necessidades de magnésio e 14,22% da necessidade diária de potássio.

O elemento Mg participa de mais de 300 reações metabólicas no organismo humano, exercendo papel importante no metabolismo da glicose, função hormonal, imunológica, entre outros, além disso, juntamente com Ca e P, atuam sobre a saúde dos dentes e ossos. O P também exerce papel importante no metabolismo da glicose e de lipídeos e contribui para a fluidez das membranas celulares (Litz, 2013; Severo et al.,2015). Neste contexto, o consumo de couve-manteiga nos estádios *microgreens* e *baby leaf* podem ser recomendados no combate a deficiência desses minerais.

Os elementos K e sódio (Na) estão relacionados com a transmissão de impulsos nervosos e contração muscular, o Fe é componente da hemoglobina e mioglobina, presentes nas células sanguíneas e musculares e participam de alguns processos enzimáticos, além de exercer papel fundamental no transporte de oxigênio nos tecidos e respiração celular. O Z e o Mn participam como intermediários de uma série de reações enzimáticas importantes no organismo (Burton, 1979; Franco, 1998; Almeida et al., 2002; Litz, 2013; Severo et al.,2015). Diante do exposto, a inclusão das hortaliças colhidas jovens pode vir a contribuir para um melhor aporte desses microelementos na dieta, evitando carências nutricionais importantes.

Os compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante foram determinados nos três estádios, *microgreen*, *baby leaf* e adulto de couve-manteiga (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios de fenólicos totais e capacidade antioxidante de couve- manteiga (matéria fresca) nos estádios *microgreen*, *baby leaf* e adulto.

Estádio	Fenólicos Totais Folin	Atividade	Fosfomolibdênio
	Ciocalteu (mg EAG.100g)	Antioxidante ABTS (µM trolox.g)	(mg ácido ascórbico.100g)
Microgreen	22,68 a	4,28 a	1,0 a
Baby Leaf	22,16 a	4,96 a	1,0 a
Adulto	22,71 a	4,28 a	0,3 b

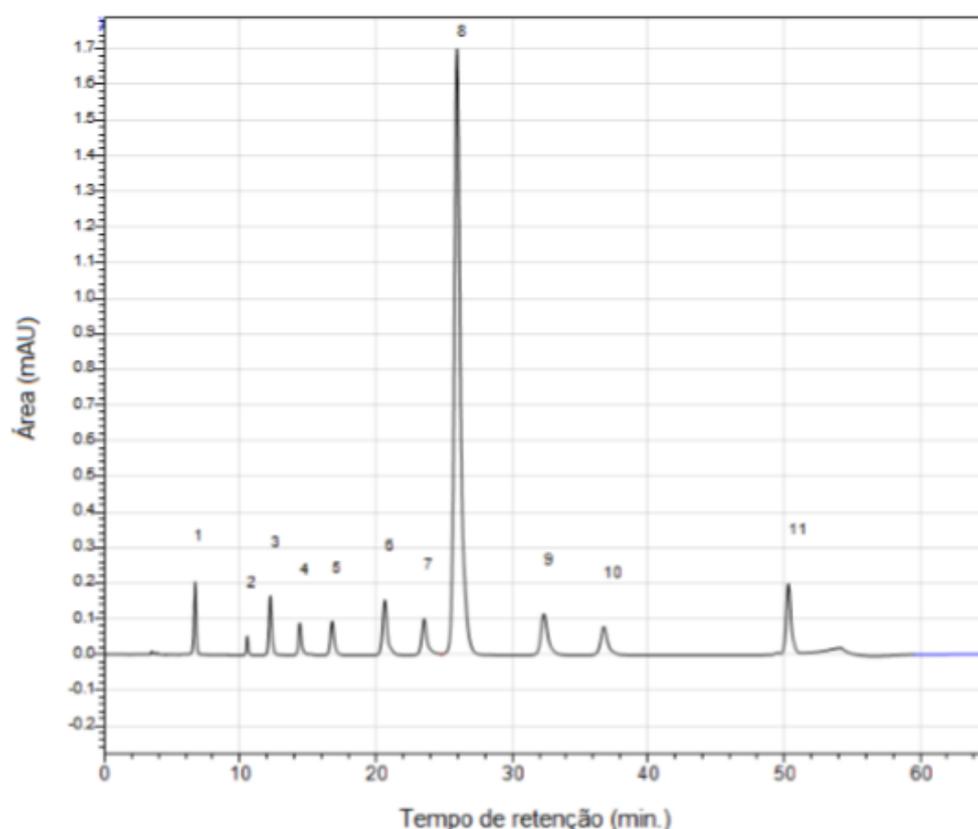
Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. EAG= equivalente ácido gálico. **Fonte:** Autor, 2019.

A Tabela 2 representa os compostos fenólicos identificados e seus respectivos teores para as amostras *Microgreens*, *Baby Leafs* e planta adulta.

Como visto na Tabela 2, não houve diferença significativa para o teor de compostos fenólicos totais (Folim Cateu) e atividade antioxidante pelo método de ABTS entre os diferentes estádios da couve-manteiga em contrapartida, a atividade antioxidante foi detectada diferenças significativa entre os estádios no método fosfomolibdênio, onde os estádios *microgreens* e *baby leaf*s apresentaram uma maior atividade antioxidante quando comparadas com a couve- manteiga na fase adulta.

Os compostos fenólicos presentes em *Microgreens*, *Baby Leafs* e planta adulta foram identificados por cromatografia. A Figura 2 representa o cromatograma dos padrões utilizados na análise de perfil de fenólicos.

Figura 2: Cromatograma de padrões de fenólicos.



Legenda: (1) ácido gálico; (2) catequina; (3) ácido clorogênico; (4) ácido cafeico; (5) vanilina; (6) ácido p-cumárico; (7) ácido ferrúico; (8) ácido m-cumárico; (9) ácido o-cumárico; (10) resveratrol; (11) ácido transcinâmico. **Fonte:** Autor, 2019.

Dos compostos fenólicos analisados, foram identificados três na couve-manteiga em estágio *microgreen*, sete em *baby leaf* e seis na couve-manteiga adulta. No estágio

microgreen, foram observados a presença de apenas ácido gálico, catequina e ácido trans-cinâmico. No estágio *baby leaf* foram observados a presença de catequina, vanilina, resveratrol e dos ácidos clorogênico, cafeico, ferrúlico, e trans-cinâmico. Na couve-manteiga adulta foi observado ainda a presença do ácido gálico.

Note que a catequina foi encontrada em todos os estádios da couve-manteiga e com o teor mais elevado em *baby leaf*. A catequina é um polifenol que está presente em uma grande diversidade de alimentos, os mais populares são o chá verde, o vinho e o cacao, que são reconhecidos por serem alimentos promotores da saúde. A catequina exerce propriedades antioxidantes importantes no organismo como: inibição da trombose arterial, atividade anti-inflamatória, redução do colesterol total e da lipoproteína de baixa densidade (Penarrieta et al., 2014). Diante disso, o consumo de hortaliças jovens podem contribuir para uma maior ingestão de compostos fenólicos na dieta.

Desta forma, o presente trabalho fornece informações importantes do ponto de vista nutricional para a couve-manteiga em diferentes estádios de desenvolvimento (*microgreen*, *baby leaf* e adulta). De acordo com os resultados do presente estudo, os maiores teores de micronutrientes foram encontrados nos estádios *microgreen* e *baby leafs*, além disso, para estes estádios foram confirmadas as atividades antioxidante pelo método fosfomolibdênio, sugerindo que estas fases podem ser consumidas para aumentar a ingestão de nutrientes.

4. Considerações Finais

As análises químicas demonstraram, de forma geral, que a couve-manteiga nos estádios *microgreens* e *baby leafs* apresentaram teores maiores de micronutrientes e de capacidade antioxidante pelo método fosfomolibdênio do que a planta em estágio adulto (comercial), porém, para carotenoides totais, a planta adulta obteve teores significativamente mais elevados do que *baby leaf* e *microgreens*. Ainda assim, pequenos vegetais geralmente são consumidos crus e por inteiro, evitando perdas e obtendo um melhor aproveitamento de nutrientes presentes nessas hortaliças.

Desta forma, os pequenos vegetais como os *microgreens* e *baby leafs* podem ser considerados potenciais novas fontes de nutrientes, impactando positivamente a qualidade de produtos vegetais e trazendo além do conteúdo nutricional, maior sofisticação e inovação no setor alimentício.

Referências

- Almeida, MMB et al. (2002). Determinação de nutrientes minerais em plantas medicinais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22(1), 94-97.
- Angelo, PM & Jorge, N. (2007). Compostos fenólicos em alimentos-uma breve revisão. *Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)*, 66(1), 01-09.
- Araujo, MC et al. (2013). Consumo de macronutrientes e ingestão inadequada de micronutrientes em adultos. *Revista Saúde Pública, São Paulo*, 47(1), 177-89.
- Batista, AM, Silva, EM & Silva, EIG. (2016). Consumo alimentar de magnésio, potássio e fósforo por adolescentes de uma escola pública. *Saúde e Pesquisa*, 9(1), 73-82.
- Barros, JSG, Gomes, ECS & Cavalcanti, LS. (2015). Efeito de extratos de *Allamanda blanchetti* no controle de *Alternaria brassicola* em mudas de couve manteiga. *Revista Caatinga*, 28, 36-46.
- Burton, BT. (1979). *Nutrição Humana*. Mc Graw-Hill do Brasil, São Paulo.
- Costa, T & Jorge, N. (2011). Compostos Bioativos Benéficos Presentes em Castanhas e Nozes. *Ciência Biológica e da Saúde*, 13 (3), 195–203.
- Choe, U, Yu, L & Wang, TTY. (2018). The Science Behind *Microgreens* As An Exciting New Food For The 21th Century. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66, 11519-11530.
- Degáspari, CH, Waszczyński, N. (2004). Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. *Visão acadêmica*, 5(1), 33-40.
- Di Gioia, F & Santamaria, P. (2015). *Microgreens* - Novel fresh and functional food to explore all the value of biodiversity. Bari: ECO-logica srl. 50p.

Epler, KS, Ziegler, RG, & Craft, NE. (1993). Liquid chromatographic method for the determination of carotenoids, retinoids and tocopherols in human serum and in food. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*, 619(1), 37-48.

Filgueira, FAR. (2003). Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa: UFV, 274- 294.

Franco, F. (1998). Tabela de Composição de Alimentos. 9ª ed., Atheneu, São Paulo.

Hammer, O. (1999-2012). Paleontological Statistics. Version 2.16.

Harper, HA, Rodwelf, VW & Mayes, RA. (1982). Manual de Química Fisiológica. 5a ed. Atheneu, São Paulo.

Larrauri, JA, Rupérez, P & Saura-Calixto, F. (1997). Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(4), 1390-1393.

Lefsrud M et al. (2007). Changes in kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) carotenoid and chlorophyll pigment concentrations during leaf ontogeny. *Scientia Horticultura*. 112, 136-141.

Litz, FH. (2013). Biodisponibilização do fósforo, incremento de energia e digestibilidade de nutrientes na dieta de frangos de corte contendo exoenzima fitase. 2013. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Medicina Veterinária -UFU, Uberlândia, 2013.

Malavolta, E, Vitti, GC, DE Oliveira, SA. (1997). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed., Piracicaba: POTAFOS, 319p.

Miot, HA. (2017). Avaliação da normalidade dos dados em ensaios clínicos e experimentais. *Jornal Vascular Brasileiro*, 16(2), 88-91.

- Nasem - National academies of sciences, engineering, and medicine. (2019). Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Elements. Washington, DC: The National Academies Press.
- Novo, MCSS et al. (2010). Desenvolvimento e produção de genótipos de couve manteiga. *Horticultura Brasileira*, 28(3), 321-325.
- Peñarrieta, JM, et al. (2014). Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *Revista Boliviana de Química*, 31(2), 68-81.
- Pereira, F, et al. (2015). Perfil Antioxidante de um Suco Misto (Couve (*Brassica oleracea* L.), Inhame (*Dioscorea* Spp.) e Laranja (*Citrus sinensis*). *Anais Simpac*, 7(1), 143-148.
- Pereira, AS et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Acesso em: 17 maio 2020. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.
- Purcherio, LFV et al. (2018). Bioeconomics: Promoting urban horticulture in the 21st century (Bioeconomia: Promoção da horticultura urbana do século XXI). *Boletim Técnico-Informativo do Instituto Agrônomo*, 70(1): 6-19 - Série Técnica APTA - ISSN 036.
- Rodriguez-Amaya, DB. (1993). Nature and distribution of carotenoids in foods. *Developments in food Science*. 33, 574-589.
- Rodriguez-Amaya. DB. (2001). A guide to carotenoid analysis in foods. Washington: Internacional Life Sciences Institute Press.
- Rodriguez-Amaya, DB. (2014). Avanços na pesquisa de carotenóides em alimentos: contribuições de um laboratório brasileiro. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 63(2), 129-138.
- Renna, M, et al. (2016). Culinary Assessment of Self-Produced *Microgreens* as Basic Ingredients in Sweet and Savory Dishes. *Journal of culinary science & technology*, 15(2), 126-142.

Rufino, M do SM (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121(4), 996–1002. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.01.037

Senevirathne, GI, Gama-Arachchige, NS & Karunaratne, AM. (2019). Germination, harvesting stage, antioxidant activity and consumer acceptance of ten *microgreens*. *Ceylon Journal of Science*, 48(1), 91-96.

Severo, JS et al. (2015). Aspectos Metabólicos e Nutricionais do Magnésio. *Nutr. Clín. Diet. Hosp.*, Madrid, 35(2), 67-74.

Sharma, P. (2012). Phenolic contents, antioxidant and α -glucosidase inhibition properties of Nepalese strain buckwheat vegetables, *Afr. J. Biotechnol.* 11, 184-190.

Steiner, F, Sabedot, MA, Lemos, JM. (2009). Efeito do composto orgânico sobre a produção e acúmulo de nutrientes nas folhas de couve manteiga. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4 (2), 1886-1890.

SToleru, T, Ioniță, A & Zamfirache, MM. (2016). *Microgreens*- A new food product with great expectations. *Romanian journal of biology*. 61 (1-2), 7-16.

Treadwell, DD et al. (2010). *Microgreens: A New Specialty Crop*. Extensão IFAS da Universidade da Flórida HS1164, 3, 1-3.

UE- UNIÃO EUROPÉIA. (2013). Commission Implementing Regulation (EU) n°208/2013 de 11 de Março de 2013 em Requisitos de rastreabilidade de brotos e sementes destinados à produção de brotos.

Xiao, Z et al. (2012). Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible *microgreens*. *J. Agric. Food Chem.*, 60, 7644-7651.

Xiao, Z. (2013) Nutrition, sensory, quality and safety evaluation of a new specialty produce: microgreens. Dissertation submitted to the Faculty of the Graduate School of the University

of Maryland, College Park, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.

Xiao, Z et al. (2019). *Microgreens* of Brassicaceae: Genetic diversity of phytochemical concentrations and antioxidant capacity. *LWT*, 101, 731-737.

Wang, X et al. (2014). Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *The BMJ*; 349:g4490, 1-14.

Waterhouse, AL (2002). Polyphenolics: Determination of total phenolics. In R. E. Wrolstad (Ed.), *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. New York: John Wiley & Sons.

Yahia, EM, García-Solís, P, Celis, MEM. (2019). Chapter 2 - Contribution of Fruits and Vegetables to Human Nutrition and Health. *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*, Woodhead Publishing:Reino Unido, pg. 19-45.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Alice Pereira Zanzini – 20%

Júlia Assunção de Castro Oliveira – 11,4%

Gabriela Silva Mendes Coutinho – 11,4%

Ana Beatriz Silva Araújo– 11,4%

Hanna Elisia Araújo de Barros– 11,4%

Danilo José Machado de Abreu– 11,4%

Eduardo Valério de Barros Vilas Boas– 11,4%

Elisângela Elena Nunes Carvalho – 11,4%