

Extração de compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de abacate (*Persea americana Mill*) através de diferentes solventes

Extraction of phenolic compounds and antioxidant activity of avocado shell (*Persea Americana Mill*) through different solvents

Extracción de compostos fenólicos y actividad antioxidante de la cáscara de abacate (*Persea americana Mill*) a través de diferentes solventes

Recebido: 21/09/2022 | Revisado: 05/10/2022 | Aceitado: 07/10/2022 | Publicado: 13/10/2022

Rogério Aleson Dias Bezerra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4352-6654>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: rogerioaleson@hotmail.com

Natalya Marques da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5273-3749>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: natalyaengali@outlook.com

Beatriz Ferreira Tuzzi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7532-3205>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: beatriztuzzi@hotmail.com

Francilaine Eloise De Marchi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5781-1291>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: francieloise@hotmail.com

Andresa Carla Feihmann

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2389-0467>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: andresafeihmann@gmail.com

Geraldo Tadeu dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3720-5790>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: gtsantos@uem.br

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar o uso de solventes verdes na extração de compostos fenólicos da casca de abacate. Foram testados 7 solventes: 1) etanol (100%); 2) etanol (50%) + água destilada (50%); 3) água destilada (100%); 4) ácido láctico (100%); 5) ácido láctico (50%) + água destilada (50%); 6) glicerina (100%); 7) glicerina (50%) + água destilada (50%). Para os testes foram usadas aproximadamente 5 gramas de casca de abacate e 100 mL do solvente testado. Para extração dos compostos fenólicos totais, a água + glicerina (50%) apresentou maior potencial de extração com 609,9 mg EAG/L, havendo variação de aproximadamente 45% em relação ao solvente com menor rendimento (333,9 mg EAG/L) obtido com etanol 100%. Para DPPH, o etanol (100%); ácido láctico (100%) e ácido láctico (50%) + água (50%); apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$) dos demais solventes. O ácido láctico (100%) e ácido láctico (50%) + água (50%) apresentaram maiores valores (1,156 mg EAG/L), seguido do etanol (100%) com 1,129 mg EAG/L. Entretanto, o etanol (50%), glicerina (50%), água (100%), etanol (100%) e ácido láctico (50%) apresentaram melhor desempenho na estabilidade do radical ABTS+. Desta forma, pode-se concluir que a glicerina 50% é mais indicada para extração dos compostos fenólicos da casca de abacate e também da atividade antioxidante utilizando o método ABTS e DPPH. A interação entre tempo de extração e solvente apresentam efeito na proporção dos compostos extraídos, sendo, a glicerina 50% demonstrou melhores resultado para a extração de compostos fenólicos presentes na casca de abacate.

Palavras-chave: Compostos bioativos; DPPH; Solventes verdes.

Abstract

The objective was to evaluate the use of green solvents in the extraction of phenolic compounds from avocado peel. 7 solvents were tested: 1) ethanol (100%); 2) ethanol (50%) + distilled water (50%); 3) distilled water (100%); 4) lactic acid (100%); 5) lactic acid (50%) + distilled water (50%); 6) glycerin (100%); 7) glycerin (50%) + distilled water

(50%). For the tests, approximately 5 grams of avocado peel and 100 mL of the tested solvent were used. For the extraction of total phenolic compounds, water + glycerin (50%) had the highest extraction potential with 609.9 mg EAG/L, with a variation of approximately 45% in relation to the solvent with the lowest yield (333.9 mg EAG/L) obtained with 100% ethanol. For DPPH, ethanol (100%); lactic acid (100%) and lactic acid (50%) + water (50%); showed statistical difference ($p < 0.05$) from the other solvents. Lactic acid (100%) and lactic acid (50%) + water (50%) had highest values (1.156 mg EAG/L), followed by ethanol (100%) with 1.129 mg EAG/L. However, ethanol (50%), glycerin (50%), water (100%), ethanol (100%) and lactic acid (50%) showed better performance in the stability of the ABTS+ radical. Thus, it can be concluded that 50% glycerin is more suitable for extracting phenolic compounds from avocado peel and also for evaluating the antioxidant activity using the ABTS and DPPH method. The interaction between extraction time and solvent has an effect on the proportion of extracted compounds, and 50% glycerin showed better results for the extraction of phenolic compounds present in avocado peel.

Keywords: Bioactive compounds; DPPH; Green solvents.

Resumen

El objetivo fue evaluar el uso de solventes verdes en la extracción de compuestos fenólicos de la cáscara de aguacate. Se ensayaron 7 disolventes: 1) etanol (100%); 2) etanol (50%) + agua destilada (50%); 3) agua destilada (100%); 4) ácido láctico (100%); 5) ácido láctico (50%) + agua destilada (50%); 6) glicerina (100%); 7) glicerina (50%) + agua destilada (50%). Para las pruebas se utilizaron aproximadamente 5 gramos de cáscara de aguacate y 100 mL del solvente probado. Para la extracción de compuestos fenólicos totales, agua + glicerina (50%) presentó el mayor potencial de extracción con 609,9 mg EAG/L, con una variación de aproximadamente 45% con relación al solvente de menor rendimiento (333,9 mg EAG/L) obtenido con etanol al 100%. Para DPPH, etanol (100%); ácido láctico (100%) y ácido láctico (50%) + agua (50%); mostró diferencia estadística ($p < 0.05$) de los otros solventes. El ácido láctico (100%) y ácido láctico (50%) + agua (50%) presentaron los valores más altos (1,156 mg EAG/L), seguido del etanol (100%) con 1,129 mg EAG/L. Sin embargo, etanol (50%), glicerina (50%), agua (100%), etanol (100%) y ácido láctico (50%) mostraron mejor desempeño en la estabilidad del radical ABTS+. Por lo tanto, se puede concluir que la glicerina al 50% es más adecuada para extraer compuestos fenólicos de la cáscara de aguacate y también para evaluar la actividad antioxidante mediante el método ABTS y DPPH. La interacción entre el tiempo de extracción y el solvente tiene efecto en la proporción de compuestos extraídos, y la glicerina al 50% mostró mejores resultados para la extracción de compuestos fenólicos presentes en la cáscara de aguacate.

Palabras clave: Compuestos bioactivos; DPPH; Disolventes verdes.

1. Introdução

As substâncias fenólicas são os compostos bioativos mais comuns encontrados em óleos essenciais de plantas, produto do metabolismo secundário dos vegetais, encontradas na forma livre ou ligadas a açúcares e proteínas, conferindo a planta propriedades sensoriais, e principalmente envolvidos na defesa contra pragas e danos oxidativo (Liu, 2007). Essas substâncias podem ser isoladas de diferentes partes das plantas tais como sementes, frutas, folhas e raízes (Silva et al., 2013; Saraiva et al., 2019).

Estudos com óleos essenciais já demonstraram seu potencial na conservação com efeitos sobre a validade dos alimentos, reduzir o uso de antioxidantes sintéticos, agentes antimicrobianos por combater bactérias patogênicas e neutralizar radicais livres (Guimarães et al., 2008; Gutierrez; Barry-Ryan & Ebrahimabadi, 2010; Andrade et al., 2012). Pesquisas apontam que os compostos fenólicos são capazes de neutralizar radicais livres, devido à sua estrutura química formada por, pelo menos, um anel aromático com grupamentos hidroxila (Lee et al., 2005). O desequilíbrio entre radicais livres e compostos antioxidantes no organismo resulta em estresse oxidativo, essa condição tem sido associada ao surgimento de inflamações, aterosclerose, infarto do miocárdio, artrite reumatoide, catarata, mal de Parkinson, envelhecimento precoce, câncer, dentre outras (Manach & Donovan, 2004).

O abacate (*Persea americana* Mill), pertence à família *Lauraceae* e ao gênero *Persea*, que inclui todas as variedades de abacates de interesse comercial no mundo (Koller, 2002). O fruto possui notável qualidade nutricional, pois apresenta uma grande quantidade de vitaminas, minerais, proteínas e fibras, além do elevado teor de ácidos graxos insaturados que trazem benefícios à saúde (Yahia, 2010). Daiuto et al. (2014) demonstrou valores significantes ao avaliar a casca de abacate “Hass”, sendo os teores de ferro 63,27% maiores na casca em relação à polpa. Os teores de cálcio também foram descritos semente

superiores aos encontrados na semente e na polpa do abacate. Em resumo os teores de minerais foram superiores na casca quando comparada a poupa e a semente.

Além disso, contém elevados níveis de compostos fitoquímicos bioativos, incluindo a vitamina E, carotenoides, esteróis e compostos fenólicos (Meyer & Terry, 2010; Hurtado-Fernández; Carrasco-Pancorbo & Fernández-Gutiérrez, 2011). A maioria dos estudos, descritos na literatura aponta os compostos fenólicos (incluindo ácidos fenólicos e hidroxicinâmicos, flavonóides e taninos condensados), carotenóides, tocoferóis, acetogeninas, ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados como os principais antioxidantes encontrados no abacate (Bhuyan et al., 2019). Valores médios 63,5 mg GAE/g para a determinação de compostos fenólicos totais pelo método de Folin-Ciocalteu foram descritos na casca de abacate “Hass” valor este, superior ao encontrado na poupa e na semente (Daiuto et al., 2014).

Embora o abacate seja uma fruta nutritiva e bastante consumida do Brasil ele é pouco explorado como aditivo ou fonte de antioxidante. As frutas são ricas em nutrientes e compostos bioativos, vários são os casos em que esses constituintes se concentram majoritariamente nas cascas e sementes (Melo et al., 2008). Além do consumo *in natura*, o fruto é processado para extração de polpa ou óleo sendo utilizado na alimentação ou usado como matéria-prima pela indústria farmacêutica e cosmética (Duarte et al., 2016). A casca representa em média 5 a 22% da fruta e a semente 30%, sendo estes classificados como resíduos (Freitas et al., 1993). Estes resíduos, apresentam grande potencial para elaboração produtos com propriedades antioxidantes por serem ricos nessas substâncias (Tremocoldi, 2015).

Em virtude da demanda por produtos sustentáveis os solventes “verdes” surgem como alternativa aos solventes orgânicos, desta forma, possibilitando o emprego de processos químicos com menor impacto ambiental (Bezerra, 2020). Os solventes verdes são biodegradáveis, tem baixa toxicidade, são mais fáceis de transportar, armazenar, descartar ao contrário dos solventes orgânicos, não são voláteis e inflamáveis (De Souza, 2020). Dois solventes que se caracterizam como solvente verde são a glicerina e o ácido láctico, ambos vêm se destacando e frequentemente sendo objetos de estudos (Decote, 2022). Desta forma, trabalho busca avaliar o uso de solventes verdes na extração de compostos fenólicos da casca de abacate, por meio da determinação de compostos fenólicos totais e avaliação da atividade antioxidante.

2. Metodologia

2.1 Material

Foram utilizadas cascas de abacate da variedade Margarida, adquiridas na cidade de Maringá – PR, em janeiro de 2022. Da fruta, foi retirada a poupa sendo a casca levada a estufa com circulação de ar a 50°C até peso constante. Posteriormente a secagem, as amostras foram moídas em moinho de facas do tipo Willey, com peneira em aço inox mesh 30, e armazenadas.

2.2 Preparação de extratos

Foram pesadas aproximadamente 5,0 gramas de casca de abacate moída e adicionado 100 mL do solvente. Para extração dos compostos fenólicos foram testados 7 solventes, sendo: 1) etanol (100%); 2) etanol (50%) + água destilada (50%); 3) água destilada (100%); 4) ácido láctico (100%); 5) ácido láctico (50%) + água destilada (50%); 6) glicerina (100%); 7) glicerina (50%) + água destilada (50%).

2.3 Atividade Antioxidante

2.3.1 Compostos Fenólicos Totais (CFT)

O conteúdo de compostos fenólicos foi estimado pelo método Folin-Ciocalteu, como descrito por Singleton, Joseph e Rossi (1965), adaptado. Em um tubo de ensaio adicionou-se uma alíquota de 125 µL de amostra e 125 µL de reagente Folin-Ciocalteu, agitou-se manualmente por 10 segundos e a mistura ficou ao abrigo de luz por 5 minutos. Em seguida 2250 µL de carbonato de sódio a 3,79 M foi adicionado, agitado por mais 10 segundos e deixado em repouso por 30 minutos no escuro. Realizou-se leitura da absorbância a 725 nm em um espectrofotômetro (Agilent UV-8553). O teor de compostos fenólicos foi determinado utilizando uma curva de calibração, utilizando ácido gálico sendo expresso em mg EAG/L extrato.

2.3.2 Capacidade de capturar o radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil)

O Método DPPH, baseia-se na medição da capacidade redutora dos antioxidantes contra o radical livre DPPH, determinado através da diminuição da absorbância. Adicionou-se em tubo de ensaio 100 µL da amostra e 1,9 mL de solução metanólica de DPPH (solução estoque: 2,4 mg de DPPH dissolvidos em 100 mL de metanol, retirou-se 1 mL da solução estoque e diluiu-se em mais 45mL de metanol), essa mistura permaneceu por 20 minutos em local escuro. Em seguida, mediu-se a absorbância em espectrofotômetro (Agilent UV-8553) a 515 nm. A atividade antioxidante foi determinada de acordo com o método DPPH e os resultados expressos em IC50 (mg/mL) de extrato (Brand-Willians *et al.* 1995; Rufino *et al.* 2007). O valor IC50, que representa a concentração de antioxidante que proporciona 50% de inibição do DPPH.

2.3.3 Captura do radical livre ABTS [2,2'-azino-bis-(ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)]

Para o radical ABTS, técnica baseada na geração de um radical catiônico de longa vida, ABTS⁺, com cor azul-esverdeada e absorbância máxima entre 414 a 815 nm. Foi preparada uma solução de ABTS foi diluída até se atingir a absorbância 0,70 nm, à 734 nm. As amostras foram preparadas no escuro, em que foram adicionadas em tubo de ensaio 40 µL dos extratos obtidos e 1,96 mL de solução de ABTS (Rufino *et al.*, 2007). Depois de 6 minutos em espectrofotômetro (Agilent UV-8553) leu-se absorbância em 734 nm. A atividade antioxidante determinada pelo método ABTS foi expressa em atividade antioxidante equivalente ao Trolox (TEAC) /g de extrato, de acordo com uma curva de calibração.

2.4 Análise estatística

Os resultados de compostos fenólicos totais e da atividade antioxidantes foram avaliados através da análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$), com o auxílio do software AgroEstat (2015), aplicando o teste de Tukey para verificar as diferenças dos tratamentos testados.

3. Resultados e Discussão

Estão descritos na tabela 1, os valores de compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante determinada pelos ensaios de DPPH e ABTS da casca de abacate utilizando diferentes solvente.

O solvente apresentou diferença significativa no rendimento dos compostos fenólicos e atividade antioxidante ($p < 0,05$). Os valores de CFT variaram aproximadamente 45%, sendo o maior valor de 609,9 mg EAG/L obtido com a utilização de 50% de água + 50% de glicerina, e o menor de 333,9 mg EAG/L, obtido com etanol 100% (Tabela 1).

Os solventes que utilizaram água (etanol (50%) + água (50%); glicerina (50%) + água (50%)) mostraram-se mais eficientes quando comparado com os mesmos solventes sem adição de água (etanol (100%); glicerina (100%)). O etanol (50%) + água (50%) apresentou eficiência 42% maior para extração de compostos fenólicos do que o mesmo solvente sem adição de

água (etanol (100%)), comportamento semelhante ao demonstrado pela glicerina (50%) + água (50%), onde o resultado foi 65% maior do que com a glicerina pura.

Tabela 1. Teor de compostos fenólicos totais (CFT) e capacidade antioxidante pelos métodos DPPH e ABTS+ da casca de abacate com diferentes solventes.

Variáveis ¹	Solventes ²							CV (%) ³	P-valor
	ET100	ET50	H ₂ O 100	AL100	AL50	GL100	GL50		
CFT	333,947d	576,883b	560,235c	257,115e	257,115e	213,456f	609,910a	2,301	<0,001
DPPH	1,129a	1,094b	1,046c	1,156a	1,156a	0,714d	1,078bc	8,768	<0,001
ABTS	318,571a	321,869a	319,497a	306,865b	318,507a	132,365c	321,275a	1,400	<0,001

¹Compostos fenólicos Totais (mg EAG/L extrato); DPPH (IC₅₀ mg EAG/L); ABTS (TEAC /mg de extrato); ²ET100 = 100% Etanol; ET50 = 50% Etanol + 50% Água Destilada; H₂O100 = 100% Água Destilada; AL100 = 100% Ácido láctico; AL50 = 50% Ácido láctico + 50% Água Destilada, GL100 = 100% Glicerina, GL50 = 50% Glicerina + 50% Água Destilada; ^{a,b} Médias na mesma linha seguidas de letras diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); ³CV (%) = Coeficiente de variação. Fonte: Autores (2022).

A variação na eficiência de extração dos polifenóis totais determinada entre os solventes avaliados, podem ser atribuídas as características químicas dos compostos extraídos, que possuem interação diferente com cada solvente utilizado segundo Gris et al. (2021). Como descrito, os compostos fenólicos formam o principal grupo dos antioxidantes presentes na casca de abacate, estes, por apresentarem em sua estrutura, um grupo funcional OH, ligado a um átomo de carbono de um anel aromático, formam ligações de hidrogênio com a água, possibilitando maior solubilidade dos compostos em água decorrente da interação intermolecular e a formação das ligações de hidrogênio. O etanol apresenta apenas um grupo OH o que limita o número de ligações de hidrogênio que ocorreria entre o composto e o solvente, tornando menor a força intermolecular de arraste.

A glicerina (50%) + água (50%) mostrou-se mais eficiente na extração dos compostos fenólicos, fato estes, empregado ao efeito combinatório das características dos solventes. A glicerina, por apresentar uma estrutura que contém três hidroxilas (grupos OH), sua densidade é maior que a da água, sendo considerada uma molécula polar. A glicerina ao entrar em contato com água torna o sistema homogêneo, pois a interação intermolecular é favorável, quando a casca de abacate é adicionada e ocorre o início da extração, os grupos OH interagem com a estruturas polifenólicas (moléculas polares hidrofílicas) permitindo que a mesma seja mais solúveis em água, se tratando de um solvente verde a estabilidade da glicerina é muito maior comparada ao etanol que possui apenas 1 grupo OH em sua estrutura e alta volatilidade.

Vizzoto et al. (2011) identificou melhores resultados para compostos fenólicos totais da amora-Preta (*Rubus sp.*) ao combinar diferentes solventes. Os resultados demonstraram que a água pura como solvente extrator não foi tão eficiente, contudo, quando em combinação com outros solventes orgânicos contribuiu para criar um meio moderadamente polar, favorecendo a extração dos polifenóis. Resultados estes que corroboram com os encontrados no estudo atual, uma vez que, os sistemas que utilizaram a água (ET50 e GL50) foram superiores para CFT, quando comparados com os mesmos solventes sem a presença da água no sistema. Solventes considerados verdes tem por características sua alta estabilidade, baixa toxicidade e alta pressão de vapor, diferente dos solventes tradicionais que tem por característica sua alta volatilidade, apresentam toxicidade.

A atividade antioxidante medida através do método de DPPH mostrou diferença significativa (Tabela 1) para o etanol (100%), o ácido láctico (100%) e ácido láctico (50%) + água (50%). O ácido láctico (100%) e ácido láctico (50%) + água (50%) sendo os solventes com maior atividade antioxidante (1,156 IC₅₀ mg EAG/L), seguido do etanol puro (1,129 IC₅₀ mg EAG/L).

A CAT pelo método da captura do radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS+), apenas o ácido láctico (100%) e glicerina (100%) apresentaram valores abaixo dos demais ($p < 0,05$). Desta forma, o etanol (50%), glicerina 50%, água pura, etanol puro e ácido láctico 50%, apresentaram melhor eficiência para mediar a estabilidade do radical ABTS+, entretanto sem diferença significativa entre estes ($p < 0,05$).

Ao avaliar a concentração de compostos fenólicos (Tabela 2) ao longo do tempo (10, 20, e 30 minutos), o tempo de 30 minutos apresentou maior valor (437,03 mg EAG/L) sendo diferente estatisticamente dos demais tempos ($p < 0,05$). No tempo de 30 min a glicerina (50%) + água (50%), apresentou maior rendimento para compostos fenólicos com 614,307 mg EAG/L, seguidos por H₂O (100%) com 6010,25 mg EAG/L e etanol (50%) + água (50%) com 609,307 mg /EAG/ L.

Tabela 2. Concentração de compostos fenólicos totais (CFT) e capacidade antioxidante de casca de abacate extraído em diferentes tempos.

Variáveis ¹	Tempo (minutos)			CV (%) ²	P-valor
	10	20	30		
CFT	349,153c	417,526b	437,033a	2,301	<0,0001
DPPH	0,957b	1,099a	1,103a	3,367	<0,0001
ABTS+	226,165b	233,699a	235,212a	1,437	<0,0001

¹Compostos fenólicos Totais (mg EAG/L extrato); DPPH (IC50 mg EAG/L); ABTS (TEAC /mg de extrato). ^{a,b} Médias na mesma linha seguidas de letras diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV (%) = Coeficiente de variação. Fonte: Autores (2022).

O ensaio de DPPH avaliando o efeito do tempo de extração (10, 20 e 30min), apresentou valores superiores nos tempos de 20 e 30 min. Não havendo diferença mínima significativa ($p < 0,05$) entre os tempos 20 e 30 min, possibilitando uma maior escolha para a análise de DPPH, com os solventes etanol (100%); ácido láctico (100%) e ácido láctico (50%) + água Destilada (50%), sendo estes os solventes que obtiveram efeito significativo ($P < 0,05$) diferente aos demais. Comportamento semelhante apresentado para a variável ABTS+, com diferença significativa ao tempo de 10min ($p < 0,05$) e maiores valores para os tempos de 20 e 30min. A partir dos desdobramentos os solventes, etanol (50%) e glicerina (50%) destacaram-se aos demais avaliados para os tempos 20 e 30min respectivamente.

Tempo de extração, características dos solventes e tipos de amostras são descritos como fatores que possibilitam alterações no rendimento, interferindo significativamente na eficácia de uma extração (Cardozo, 2021). Outro fator passível em causar alterações nos resultados, são atribuídas as distintas metodologias empregadas nos estudos para avaliação de compostos secundários das plantas, influenciando diretamente nos resultados obtidos e dificultando a comparação dos dados por falta de padronizações metodológicas (Da Silva, 2021).

4. Conclusão

Os parâmetros avaliados demonstraram a possibilidade de a casca de abacate ser utilizada como fonte de compostos antioxidante. A partir dos resultados obtidos neste estudo, evidenciou a eficiência da glicerina 50% na extração dos compostos fenólicos da casca de abacate e também a atividade antioxidante utilizando o método ABTS e DPPH. Ao combina, tempo de extração e solvente, a glicerina mais uma vez proporciona maior rendimento devido à interação intermolecular que provoca entre os compostos fenólicos e a água, para ambas as variáveis avaliadas.

Destaca-se que o resultado promissor para a extração com uso de solventes verdes, possibilita a substituição dos solventes orgânicos levando a redução do uso e posterior descarte, ocasionando redução do impacto ambiental. Entretanto, não

é uma tarefa fácil encontrar um método único que seja adequado para a análise de um grupo diverso de fenólicos devido à diversidade das estruturas químicas e variação de sensibilidade dos compostos às condições de extração.

Para trabalhos futuros é importante testar outras metodologias que avaliem a atividade antioxidante a fim de confirmar que a extração com solventes verdes representa significativos resultados frente aos solventes orgânicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Departamento de Zootecnia e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá pelo apoio técnico. Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Finanças 001, pelo apoio financeiro (bolsa do primeiro autor)”, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Cadeia Produtiva do Leite (INCT-LEITE/UEL/UEM-PR), Londrina/Maringá, Paraná, Brasil (CNPq – INCT-Leite, bolsa nº 465725/2014-7), Brasília, DF, Brasil, Fundação Araucária, Curitiba, Paraná, CNPq – “Produtividade em Pesquisa/2021/24 - CNPq/GRANTS - Proc. 306.964/2021-0”.

Referências

- Andrade, M. A.; Cardoso, M. D. G.; Batista, L. R.; Mallet, A. C. T. (2012). Machado, S. M. F. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana. *Revista Ciência Agronômica*, 43(2), 399-408.
- Barbosa, J. C., Júnior, M., & AgroEstat, W. (2015). Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: Unesp.
- Bezerra, F., Da Costa, D., & Koblitiz, M. (2020). Aproveitamento integral de matérias-primas oleaginosas com “solventes verdes”: Revisão e oportunidades. *Research, Society and Development*, 9(8).
- Bhuyan, D. J.; Alsherbiny, M. A.; Perera, S.; Low, M.; Basu, A.; Devi, O. A.; Barooah, M. S.; Li, C. G. Papoutsis, K. (2019). The odyssey of bioactive compounds in avocado (*Persea americana*) and their health benefits. *Antioxidants*, 8(10), 426, 2019.
- Cardozo, A. G. L., da Rosa, R. L., Novak, R. S., Folquitto, D. G., Schebelski, D. J., Brusamarello, L. C. C., & Ribeiro, D. T. B. (2021). Erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-hil.): uma revisão abrangente sobre composição química, benefícios à saúde e recentes avanços. *Research, Society and Development*, 10(11)
- Da Silva, A. I. B., De Sá-Filho, G. F., De Oliveira, L. C., Guzen, F. P., Cavalcanti, J. R. L. D. P., & Cavalcant, J. D. S. (2021). Perfil fitoquímico de extratos etanólicos e metanólicos do croton blanchetianus/phytochemical profile of ethanolic and methanolic extracts of the "marmeleiro"(croton blanchetianus). *Revista Brasileira Multidisciplinar (ReBram)*, 24(1), 134-143.
- De Sousa Bezerra, F., da Costa, D. F., & Koblitiz, M. G. B. (2020). Aproveitamento integral de matérias-primas oleaginosas com “solventes verdes”: revisão e oportunidades. *Research, Society and Development*, 9(8).
- Decote, P. A., Negris, L., Vidoto, A. P., Mendes, L. A., Flores, E. M., Vicente, M. A., & Santos, M. F. (2022). Determination of the total acid number of Brazilian crude oil samples: Theoretical and experimental evaluation of three standard methods. *Fuel*, 313, 122642.
- Duarte, P. F., Chaves, M. A., Borges, C. D., Mendonça, C. R. B. (2016). Avocado: characteristics, health benefits and uses. *Ciência Rural*. 46(4), 747-754.
- Ebrahimabadi, A. H., Ebrahimabadi, E. H., Djafari-Bidgoli, Z., Kashi, F. J., Mazoochi, A., Batooli, H. (2010). Composition and Antioxidant and Antimicrobial Activity of the Essential Oil and Extracts of *Stachys Inflata* Benth from Iran. *Food Chemistry*, 119(2), 452-458, 2010.
- Freitas, S. P.; Lago, R. C. A.; Jablonca, F. H.; Hartman, L. (1993). Enzymatic aqueous extraction of avocado oil from fresh pulp. *Revue Francaise des Corps Gras*, 40(11-12), 365-371.
- Guimarães, L. G. D. L., Cardoso, M. D. G., Zacaroni, L. M., Lima, R. K. D., Pimentel, F. A., Morais, A. R. D. (2008). Influência da luz e da temperatura sobre a oxidação do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D. C.) Stapf). *Química Nova*, 31(6), 1476-1480, 2008.
- Gutierrez, J., Barry-Ryan, C., Bourke, P. The antimicrobial efficacy of plant essential oil combinations and interactions with food ingredients (2008). *International Journal of Food Microbiology*, 124(1), 91-97.
- Hurtado-Fernández, E., Carrasco-Pancorbo, A., Fernándezgutiérrez, A. (2011). Profiling LC-DAD-ESI-TOF MS method for the determination of phenolic metabolites from avocado (*Persea americana*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton 59(6), 2255–2267.
- Koller, O. C. Abacate: Produção de Mudanças, instalação e manejo de pomares, colheita pós-colheita. (2002). Porto Alegre: Cinco Continentes.
- Lee S. J, Umamo K, Shibamoto T, Lee KG. (2005). Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chem* 91(1), 131-7.
- Liu, R.H. Whole grain phytochemicals and health. (2007). *Journal of Cereal Science*, Manhattan, 46, 207-219.

- Manach, C., & Donovan, J. Pharmacokinetics and metabolism of dietary flavonoids in humans. (2004). *Free Radical Research*, Sidney, 38(8), 771- 785.
- Melo, E. A., Maciel, M. I. S., Lima, V. A. G. L., Nascimento, R. J. (2008). Capacidade antioxidante de frutas. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo 44(2):193-201.
- Meyer, M. D., & Terry, L. A. (2020). Fatty acid and sugar composition of avocado, cv. Hass, in response to treatment with an ethylene scavenger or 1-methylcyclopropene to extend storage life. *Food Chemistry*, Barking 121(4),1203–1210.
- Rufino, M. D. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Morais, S. M., Sampaio, C. G., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F. D. (2007). Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS+. *Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*, 2007.
- Saraiva, B. R., Souza, M., Vital A. C. P., Baesso, M. L., Matumoto-Pintro, P.T. (2019). Potencial antioxidante de resíduos do consumo de abacate (*Persea americana* Mill.). *EMBRAF - Encontro Brasileiro de Alimentos Funcionais – Maringá*.
- Singleton, V. L., Joseph, A., & Rossi, J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144–149, 1965.
- Tremocoldi, M. A. *Caracterização, isolamento e identificação de compostos com atividade antioxidante de abacates das cultivares Hass e Fuerte*. 2015. 113 p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.
- Vizzotto, M., & Pereira, M. C. (2011). Amora-preta (*Rubus* sp.): otimização do processo de extração para determinação de compostos fenólicos antioxidantes. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33, 1209-1214.