

EMPREGO DO MÉTODO QuEChERS PARA DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM TOMATES

Izabelle C. K. Martins (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Iasmim B. Souza (Coautora), Bruna J. Souza (Coautora), Nicolas A. M. Moraes (Coautor), Oscar O. Santos Junior (Coorientador), Joana S. Boeing (Orientadora). E-mail: jsboeing@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Maringá, PR.

Química/Química Analítica

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L., compostos fenólicos, preparo de amostra.

RESUMO

O tomate é um dos vegetais mais consumidos no mundo devido à sua versatilidade na culinária e por ser um alimento altamente nutritivo, além de conter diversos compostos bioativos com propriedade antioxidante. Desta maneira, o objetivo do trabalho foi avaliar a atividade antioxidante de diferentes variedades de tomates, assim como determinar o conteúdo de fenólicos totais (FT). Para a extração dos compostos antioxidantes presentes nos tomates, foi empregado o método QuEChERS acetato e na etapa de limpeza foi usado a terra ativada combinada com o carvão grafitizado. A atividade antioxidante foi determinada pelos ensaios de DPPH[•], ABTS^{•+} e ORAC, e o FT foi determinado pelo ensaio de Folin-Ciocalteu. A atividade antioxidante, assim como o FT variaram entre as diferentes variedades de tomates estudadas, sendo que, de modo geral, os tomates da variedade Grape (Jussara e Marialva) apresentaram a maior atividade antioxidante e o maior FT. De modo geral, este estudo demonstra resultados importantes sobre potencial antioxidante dos tomates, além disso, os dados demonstram que o método QuEChERS é uma técnica de preparo de amostra eficiente para a extração dos compostos antioxidantes do tomate.

INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.), pertencente à família das *Solanaceas*, é um vegetal mundialmente consumido e importante do ponto de vista econômico e nutritivo (Szabo *et al.*, 2025). Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a produção mundial de tomates foi de aproximadamente 192 milhões de toneladas em 2023 (FAO, 2024). Do ponto de vista nutritivo, o tomate se destaca por apresentar uma grande variedade de nutrientes, como fibras alimentares, minerais, vitaminas, proteínas e lipídeos, além de conter compostos bioativos, como os compostos fenólicos, que possuem diferentes atividades biológicas, incluindo atividade anti-inflamatória, antimicrobiana, anticancerígena, antifúngica e, especialmente antioxidante (Szabo *et al.*, 2025).

Atualmente, o interesse em investigar e quantificar antioxidantes de matrizes alimentares, com a finalidade de obter antioxidantes naturais, vem aumentando constantemente, devido aos inúmeros benefícios que estes compostos promovem à saúde humana. Vários ensaios *in vitro* são empregados para avaliação da atividade antioxidante, sendo os ensaios de sequestro do radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) e do radical ácido 2,2'-azinobis(3-etilbenztiazolina-6-sulfônico) (ABTS) e o ensaio da capacidade de absorção de radicais de oxigênio (ORAC), um dos mais empregados. Contudo, antes da realização das análises de antioxidantes, deve-se realizar a extração dos compostos antioxidantes presentes nas diferentes matrizes alimentares.

Diferentes métodos podem ser utilizados para a extração dos compostos antioxidantes presentes em vegetais e frutas, entre os quais, o método QuEChERS (do inglês, Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) tem se destacado por ser um método simples e efetivo. Este método envolve uma extração sólido-líquido, usando pequenas quantidades de solventes para extrair os compostos de interesse seguido por uma extração dispersiva em fase sólida (d-SPE) com diferentes sorventes para purificar os extratos obtidos, reduzindo o efeito de interferentes presentes na amostra (Anastassiades *et al.*, 2003). Desta maneira, o projeto visa a extração dos compostos antioxidantes presentes em diferentes variedades de tomates, empregando o método QuEChERS, e a determinação do conteúdo de fenólicos totais (FT) e da atividade antioxidante dos extratos obtidos, empregando os ensaios de DPPH[•], ABTS^{•+} e ORAC.

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de tomate das variedades Cereja (Londrina e Uraí), Grape (Terra Boa, Marialva e Jussara), Débora (Londrina), Baby Rama (São Paulo), Italiano (Marialva) e Holandês (São Paulo), foram adquiridas no comércio local da cidade de Maringá-PR, sendo provenientes de diferentes localidades. Primeiramente, os tomates foram higienizados com água destilada, triturados em um processador de alimentos até a homogeneização, embalados a vácuo e armazenados em freezer a -18°C até a realização das análises.

Para a extração dos compostos antioxidantes, pesou-se 5,00 g dos tomates em um tubo Falcon de 15,00 mL, em seguida, adicionou-se 5,00 mL de acetonitrila contendo 1% de ácido acético (v/v), e realizou-se a agitação em vórtex por 1 min. A seguir, 2,00 g de sulfato de magnésio anidro (MgSO₄) e 0,50 g de acetato de sódio (CH₃COONa) foram adicionados aos tubos, agitados por 1 min e centrifugados a 4000 rpm por 10 min. O sobrenadante (1,00 mL) foi coletado e adicionado a tubos Falcon de 15,00 mL individuais para realização da etapa de limpeza. Para isso, 150 mg de MgSO₄, 25 mg de terra ativada e 3,125 mg de carvão grafitizado foram adicionados. Os tubos foram agitados em vórtex (1 min) e centrifugados (4000 rpm, 10 min). Os sobrenadantes foram coletados para as análises de atividade antioxidante e FT.

Para a avaliação da atividade antioxidante, os extratos foram submetidos aos ensaios de DPPH[•], ABTS^{•+} e ORAC, além da avaliação do FT aplicando o método

de *Folin-Ciocalteu*. Para o ensaio de DPPH[•], os extratos (25 µL) foram adicionados a 2,00 mL de uma solução etanólica de DPPH[•] ($6,25 \times 10^{-5}$ mol L⁻¹). A mistura foi deixada no escuro por 30 min e em seguida a absorbância foi medida a 517 nm, usando-se o espectrofotômetro. Para o ensaio de ABTS^{•+}, os extratos (30 µL) foram adicionados a 3,00 mL da solução diluída de ABTS^{•+}, e mantidos por 6 min no escuro e em seguida a absorbância (734 nm) foi medida em um espectrofotômetro. Para o ensaio de ORAC, foram adicionados a uma microplaca de 96 poços, alíquotas de 25 µL dos extratos e 150 µL da solução de fluoresceína (1,03 mmol L⁻¹). A microplaca foi aquecida a 37 °C por um tempo de 5 min. Após este período, 25 µL da solução de AAPH (161 mmol L⁻¹) foi adicionado a placa e medida a fluorescência imediatamente. A fluorescência foi registrada a cada 1 min por 30 min utilizando um fluorímetro (485 e 535 nm para excitação e emissão, respectivamente). Soluções de Trolox em diferentes concentrações foram utilizadas para a construção das curvas analíticas, sendo a atividade antioxidante expressa em µmol de equivalente Trolox (ET) g⁻¹ de amostra. Para o FT, adicionou-se alíquotas de 250 µL dos extratos, 250 µL da solução diluída de Folin-Ciocalteu, 500 µL de uma solução saturada de carbonato de sódio e 4,0 mL de água destilada. As soluções foram mantidas no escuro por 25 min, centrifugadas e a absorbância foi medida em um espectrofotômetro (725 nm). Os resultados de FT foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico (EAG) g⁻¹ de amostra. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os extratos de tomate obtidos pelo método QuEChERS acetato, foram avaliados quanto à atividade antioxidante, empregando os métodos de DPPH[•], ABTS^{•+} e ORAC. Para o método ABTS^{•+}, os resultados variaram de $0,117 \pm 0,004$ a $0,74 \pm 0,02$ µmol ET g⁻¹; para o método ORAC, valores na faixa de $0,200 \pm 0,004$ a $0,8 \pm 0,1$ µmol ET g⁻¹ foram encontrados, e para o método DPPH[•], os valores variaram de $0,023 \pm 0,001$ a $0,14 \pm 0,01$ µmol ET g⁻¹. De acordo com os dados, os tomates da variedade *Grape* (Jussara e Marialva) foram os que apresentaram a maior atividade antioxidante para o ensaio de DPPH[•] ($0,14 \pm 0,01$ e $0,14 \pm 0,02$ µmol ET g⁻¹, respectivamente), enquanto para o ensaio de ABTS^{•+}, foi o tomate *Grape* (Jussara) com valor de $0,74 \pm 0,02$ µmol ET g⁻¹. Já para o ensaio de ORAC, os tomates da variedade *Grape* (Terra Boa e Marialva) e *Cereja* (Uraí) foram os que apresentaram a maior atividade antioxidante, com valores de aproximadamente $0,8$ µmol ET g⁻¹, sem diferença significativa entre eles. Os compostos fenólicos são um dos principais responsáveis pela atividade antioxidante dos tomates. O conteúdo de fenólicos totais variou de $0,039 \pm 0,002$ a $0,07 \pm 0,01$ mg EAG g⁻¹, sendo que os tomates da variedade *Grape* (Jussara e Marialva) apresentaram os maiores conteúdos com valores de $0,08 \pm 0,01$ e $0,07 \pm 0,01$ mg EAG g⁻¹, respectivamente, sem diferença estatística.

Na literatura é encontrado diversos estudos avaliando o conteúdo de fenólicos totais e atividade antioxidante em diferentes tomates. Lima *et al.* (2024) apresentaram resultados quanto ao conteúdo de fenólicos totais com valores de $11,47 \pm 2,01$ e $12,46 \pm 1,09$ µg EAG mg⁻¹ de extrato fresco para tomate convencional e orgânico,

respectivamente. Aguiar *et al.* (2020) avaliaram a atividade antioxidante de tomate pelos métodos de DPPH^{*}, FRAP e ABTS^{*+}. Os resultados foram demonstrados com valores variando entre 1,0 a 2,0 $\mu\text{mol ET g}^{-1}$ de extrato fresco para DPPH^{*} e ABTS^{*+}, resultados diferentes quando comparado com o presente estudo. Isso ocorre devido à variedade de tomate analisada e suas diferenças genéticas, às condições ambientais de cultivo, além do método de extração empregado para a extração dos compostos antioxidantes.

CONCLUSÕES

O método QuEChERS acetato foi aplicado com sucesso para a extração dos compostos fenólicos presentes em diferentes variedades de tomates. Os dados obtidos revelaram que o conteúdo de fenólicos totais diferem entre as amostras, assim como a atividade antioxidante. Este estudo reforça o tomate como uma fonte de compostos bioativos com propriedade antioxidante.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES e CNPq, pelo auxílio financeiro, e ao grupo de pesquisa APLE-A.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, J.; GONÇALVES, J.L.; ALVES, V.L.; CÂMARA, J.S. Chemical Fingerprint of Free Polyphenols and Antioxidant Activity in Dietary Fruits and Vegetables Using a Non-Targeted Approach Based on QuEChERS Ultrasound-Assisted Extraction Combined with UHPLC-PDA. **Journal Antioxidants**, v. 9, p. 305, 2020.

ANASTASSIDES, M.; LEHOTAY, S.; STAJNBAHER, D.; SCHENCK, F.J. Fast and Easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and “dispersive solid phase extraction” for the determination of pesticide residues in produce. **Journal of AOAC International**, v. 86, n. 2, p. 412-431, 2003.

FAO - FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Agricultural production statistics 2010–2023. **FAOSTAT Analytical Briefs**, n. 96, 2024.

LIMA, D.P.; JÚNIOR, E.S.P.; MENEZES, A.V.; SOUZA, D.A.; SÃO JOSÉ, V.P.B.; SILVA, B.P.; ALMEIDA, A.Q.; CARVALHO, I.M.M. Chemical composition, minerals concentration, total phenolic compounds, flavonoids content and antioxidant capacity in organic and conventional vegetables, **Food Research International**, v. 175, 2024.

SZABO, K.; VARVARA, R.A.; CIONT, C.; MACRI, A.M.; VODNAR, D.C. An updated overview on the revalorization of bioactive compounds derived from tomato

34º Encontro Anual de Iniciação Científica
14º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



12 e 13 de novembro de 2025

production and processing by-products, **Journal of Cleaner Production**, v. 497, p. 145151, 2025.