



ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE LULO (*Solanum quitoense*) CULTIVADOS NO BRASIL

Jessica Cristina Urbanski¹, Bianca Pierina Carraro², Cristiane Paulus³, Noéle Khristinne Cordeiro⁴, Gilberto Costa Braga⁵, Dandara Maria Peres⁶

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a atividade antioxidante de frutos de lulo obtidos do cultivo no Brasil. As variáveis pós-colheita analisadas foram atividade antioxidante (métodos ABTS, DPPH, FRAP), compostos fenólicos e flavonoides (em ms – massa seca). O método FRAP apresentou a maior atividade antioxidante (81,40 mg Sulfato Ferroso g⁻¹), seguido pelo ABTS (57,00 mg Trolox g⁻¹), fenólicos (24,55 mg Ácido Gálico g⁻¹) e DPPH (14,40 mg Trolox g⁻¹). A atividade dos flavonoides foi baixa (1,00 mg Quercetina g⁻¹). Este trabalho mostrou que frutos de lulo obtidos do cultivo em São Paulo são fontes potenciais de antioxidantes naturais e podem ser interessantes para o processamento e diversificação de produtos.

PALAVRAS-CHAVE: pós-colheita, Naranjilla, São Paulo.

1. INTRODUÇÃO

A demanda crescente por alimentos benéficos do ponto de vista nutracêutico está criando mercado para culturas subutilizadas. Estas culturas são cultivadas em pequenas escalas, reconhecidas pelos usos tradicionais em áreas autóctones, além de apresentarem fatores nutricionais e antioxidantes elevados (GANCEL *et al.*, 2008). Uma das culturas subutilizadas é o fruto conhecido como lulo (*Solanum quitoense*), assim, o conhecimento da composição e valor nutricional deste fruto é importante.

Sua planta perene é pertencente à família Solanaceae. Também conhecida como Naranjilla, nativa da América do Sul, sendo muito consumida na Colômbia. Sua distribuição geográfica estende-se da Venezuela ao Peru, onde é cultivada a uma altura entre 1000 e 1900 m acima do nível do mar (IGUAL *et al.*, 2014).

Em 2015 a produção de lulo na Colômbia alcançou 82.000 ton, ocupando área de aproximadamente 10.000 ha (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, 2015).

Seus frutos são esféricos com casca de coloração amarelo-laranja quando na maturidade fisiológica, cobertos com pelos. A polpa é verde, suculenta, com sabor ácido e pequenas sementes (MERTZ *et al.*, 2009), sendo consumido principalmente em sucos e geleias.

O lulo apresenta elevado valor nutricional possuindo ácido cítrico, minerais como o fósforo, cálcio e ferro, e vitaminas como niacina, tiamina, riboflavina e vitaminas A e C. Além disso, é fonte de antioxidantes (GANCEL *et al.*, 2008).

Mertz *et al.* (2009) identificaram os compostos fenólicos como os principais contribuintes antioxidantes em Naranjilla, descreveram também que o principal carotenoide presente no fruto é o β -caroteno. Os autores concluíram que o potencial antioxidante do lulo é maior que na maioria das frutas.

O crescimento e desenvolvimento desses frutos tropicais são dependentes das condições ambientais, podendo citar fatores como temperatura, altitude e precipitação. Ramírez, Kallarackal e Davenport (2018) citam que as diferenças do crescimento de frutos de lulo observados em diferentes estudos podem ser atribuídas principalmente a amplitude de temperatura; sendo que, temperaturas médias mais altas aceleram a taxa de crescimento dos frutos, enquanto temperaturas médias mais baixas tendem a causar aumento de tempo para o crescimento e maturação.

Muitos estudos apresentam a caracterização antioxidante (CONTRERAS-CALDERÓN *et al.*, 2011; MERTZ *et al.*, 2009) dos frutos de lulo, porém, são encontrados poucos estudos desses compostos para os frutos cultivados no Brasil.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a atividade antioxidante pós-colheita de frutos de lulo obtidos do cultivo no Brasil.

¹Instituição: Isepe Rondon E-mail: jeh_urbanski@hotmail.com

²Instituição: Centro Universitário FAG E-mail: biapcarraro@gmail.com

³Instituição: Centro Universitário FAG E-mail: cristianepaulus@fag.edu.br

⁴Instituição: Unioeste E-mail:

⁵Instituição: Unioeste E-mail: gcb@gmail.com

⁶Instituição: Centro Universitário FAG E-mail: dandaramp@hotmail.com



2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de lulo foram obtidas em pomar comercial localizado no município de Socorro (São Paulo, Brasil), no mês de setembro de 2020, localizado na região Leste do Estado de São Paulo, com latitude 22°35'29" Sul e longitude 46°31'44" Oeste, estando a uma altitude de 752 metros. De acordo com Rolim e Aparecido (2016) a classificação de Camargo, Köppen e Thornthwaite para o local caracteriza-se pelo clima subtropical úmido. As mesmas foram encaminhadas para a cidade de Marechal Cândido Rondon (Paraná, Brasil) em condições de armazenamento, e chegaram após cinco dias de transporte.

Foram selecionados frutos no padrão de maturação (totalmente com a cor laranja), de tamanho homogêneo, sem defeitos e sadios. Os frutos foram lavados com água e sanitizados por imersão com solução de hipoclorito de sódio a 0,2 mL L⁻¹, em temperatura ambiente por um min, e secos ao ar. Após, permaneceram congelados (-18 °C) até o momento das análises. As amostras possuíam diâmetro equatorial médio de 4 cm e média de 13,72% de massa seca.

O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Alimentos pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* de Marechal Cândido Rondon (Paraná, Brasil), durante o mês de novembro de 2020.

Para a realização das análises de atividade antioxidante, os extratos etanólicos foram preparados. Amostras da polpa dos frutos foram pesadas e maceradas com etanol P.A., na proporção 1:10 (m/v). Posteriormente, foram colocadas em banho ultrassônico (UNIQUE, USC-2850A) por 15 min e centrifugadas a 20.000 g em centrífuga (MPW 350-350R) a 4 °C, por 20 min. Após a centrifugação, os extratos foram filtrados em papel filtro qualitativo e transferidos para tubos de ensaio. Os extratos foram armazenados a -18 °C até o momento das análises.

A atividade antioxidante foi determinada pelos métodos ABTS, DPPH e FRAP. O método ABTS foi realizado conforme Rufino *et al.* (2007). Os resultados foram expressos em mg g⁻¹ de massa fresca e seca, em equivalente Trolox (T), por meio da curva de calibração em espectrofotômetro (Shimadzu, UV-1800, Japão) para Trolox nas concentrações de 0,025 a 0,325 mg ($y = -0,6747x + 0,4654$, R² 0,99).

O método DPPH foi realizado conforme De Ancos *et al.* (2002). Os resultados foram expressos em mg g⁻¹ de massa fresca e seca, em equivalente Trolox (T), por meio de uma curva de calibração para Trolox nas concentrações 0,005 a 0,035 mg ($y = -0,0809x + 0,0417$, R² 0,99).

O método FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) foi realizado conforme Rufino *et al.* (2006). Os resultados foram expressos em mg g⁻¹ de massa fresca e seca, em equivalente Sulfato Ferroso (SF), por meio da curva de calibração para Sulfato Ferroso nas concentrações 0,05 a 0,35 mg ($y = 0,676x - 0,18$, R² 0,99).

Os compostos fenólicos foram determinados conforme Georgé *et al.* (2005). Os resultados foram expressos em mg g⁻¹ de massa fresca e seca, em equivalente Ácido Gálico (AG), por meio da curva de calibração para Ácido Gálico nas concentrações de 0,005 a 0,08 mg mL⁻¹ ($y = 0,186x - 0,0152$, R² 0,99).

Os flavonoides foram determinados de acordo com Chang *et al.* (2002). Os resultados foram expressos em mg g⁻¹ de massa fresca e seca, em equivalente Quercetina (Q), por meio da curva de calibração para Quercetina nas concentrações de 0,01 a 0,07 mg ($y = 0,2787x + 0,0018$, R² 0,99).

Foram utilizadas 20 repetições para cada variável, incluindo três replicatas. Cada repetição se constitui de um fruto. Os cálculos da média e desvio padrão foram obtidos no programa Excel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os métodos ABTS, DPPH, FRAP, compostos fenólicos e flavonoides foram mensurados para estimar a atividade antioxidante dos frutos de lulo (Tabela 1).

Tabela 1 – Atividade antioxidante pelos métodos ABTS, DPPH, FRAP, compostos fenólicos e flavonoides de frutos de lulo (*Solanum quitoense*) produzidos em Socorro, São Paulo, Brasil.

Análises	Massa fresca	Massa seca	CV (%)
ABTS (mg T g ⁻¹)	7,82 ± 0,43	57,00 ± 3,12	5,47
DPPH (mg T g ⁻¹)	1,98 ± 0,28	14,40 ± 2,01	13,94
FRAP (mg SF g ⁻¹)	11,17 ± 1,05	81,40 ± 7,66	9,41
Fenólicos (mg AG g ⁻¹)	3,37 ± 0,35	24,55 ± 2,54	10,34
Flavonoides (mg Q g ⁻¹)	0,14 ± 0,02	1,00 ± 0,13	13,08

Fonte: autores. Notas: Média ± Desvio Padrão (n=20); T: equivalente Trolox; SF: equivalente Sulfato Ferroso; AG: equivalente Ácido Gálico; Q: equivalente Quercetina; CV: Coeficiente de Variação.



Entre os métodos utilizados, o FRAP apresentou a maior média, seguido pelo ABTS e o DPPH. O FRAP se baseia na capacidade de redução do ferro e não no sequestro de radicais livres, como nos métodos ABTS e DPPH. Além disso, mede a atividade antioxidante de amostras com natureza hidrofílica, enquanto o ABTS e DPPH medem compostos hidrofílicos e lipofílicos. Portanto, a natureza majoritária hidrofílica das amostras pode ter influenciado nestas diferenças, devido às diferentes sensibilidades dos métodos aos compostos que podem estar presentes. De acordo com Mertz *et al.* (2009) a atividade antioxidante e pró-oxidante do lulo é resultado da interação de seus componentes livres solúveis em água (ácidos orgânicos), alguns compostos fenólicos solúveis em água e carotenoides.

Hinestroza-Córdoba *et al.* (2020), em trabalho com bagaço seco de lulo, relataram que o método ABTS foi mais sensível quando comparado com o DPPH, o que corrobora com nossos resultados. Llerena *et al.* (2020) encontraram atividade antioxidante maior em frutos de lulo do Equador pelo método ABTS (19,12 mg Trolox g⁻¹), seguido por compostos fenólicos (7,75 mg Ácido Gálico g⁻¹) e DPPH (5,32 mg Trolox g⁻¹), expressos em massa seca. Porém, os resultados obtidos no nosso estudo são maiores, podendo estar associado às diferentes condições edafoclimáticas no cultivo desta frutífera. Resultados inferiores de ABTS (3,05 mg Trolox g⁻¹, massa fresca), em comparação com os encontrados, também foram observados por Contreras-Calderón *et al.* (2011) em frutos de lulo da Colômbia. Os métodos indicaram a presença de diferentes compostos antioxidantes, sendo os frutos considerados fontes potenciais de antioxidantes naturais, com resultados superiores aos citados para cupuaçu, mamão e pera (CONTRERAS-CALDERÓN *et al.*, 2011).

Os compostos fenólicos apresentaram maior média de atividade antioxidante em relação aos flavonoides e DPPH (Tabela 1). Os fenólicos são metabólitos secundários com propriedades antioxidantes, encontrando-se em seu grupo os flavonoides. Gancel *et al.* (2008) encontraram valores para fenólicos de 10,08 mg Ácido Gálico g⁻¹ (massa seca) em frutos de lulo obtidos no Equador, classificando-os com atividade antioxidante intermediária. Nossos resultados foram superiores (24,55 mg g⁻¹), o que pode ser explicado pela biossíntese dos compostos fenólicos, provenientes principalmente da via dos fenilpropanóides, que direciona compostos aromáticos da via do ácido chiquímico. O desencadeamento do metabolismo é associado à exposição da planta ou do órgão vegetal a estresses ambientais, resultando estresses oxidativos.

Chang, Alasalvar e Shahidi (2019) relatam que através do alto teor de fenólicos, entre 1,13 e 16,20 mg Ácido Gálico g⁻¹ (massa fresca), é possível classificar uma fruta em superfruta. Assim, o lulo (3,37 mg Ácido Gálico g⁻¹) pode ser considerado uma superfruta. De acordo com Gancel *et al.* (2008) os fenólicos do lulo se devem à presença de ácidos clorogênicos, seus hexosídeos e dihidrocafeoil espermidinas.

Os frutos apresentaram baixa atividade antioxidante medida pelos flavonoides. Andrade *et al.* (2017) encontraram valor de aproximadamente 0,58 mg Quercetina g⁻¹ (amostra fresca) para flavonoides em frutos de lulo, resultados superiores ao estudo. Sua ação ocorre através da varredura de radicais livres, por quelação de íons metálicos ou por supressão das reações de formação de espécies de oxigênio reativo, podendo ainda regular defesas antioxidantes endógenas, mostrando benefícios potenciais para a saúde. O principal fator que altera sua presença e distribuição nos vegetais é a luminosidade, pois sua formação é acelerada pela luz (DEGÁSPARI e WASZCZYNSKYJ, 2004). Portanto, fatores edafoclimáticos podem influenciar na composição desses compostos. O principal flavonoide relatado em frutos de lulo é o dicaffeoylquinic (MERTZ *et al.*, 2009).

5. CONCLUSÃO

Os métodos utilizados mostraram a presença de diferentes compostos antioxidantes nos frutos de lulo obtidos do cultivo no Brasil, destacando-se o FRAP, seguido pelos compostos fenólicos, ABTS e DPPH, sendo considerados fontes potenciais de antioxidantes naturais. Com base nos valores encontrados de fenólicos, os frutos foram classificados como uma superfruta. A atividade antioxidante medida pelos flavonoides foi baixa.

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. L. M. **Caracterización del fruto de lulo (*Solanum quitoense* Lam) y efecto de las altas presiones de homogeneización sobre las propiedades de su zumo.** 2017. Trabajo Fin de Máster Universitario (Ciencia e Ingeniería de los Alimentos) – Universitat Politècnica de València, Valencia, 2017.

CHANG, C. C.; YANG, M. H.; WEN, H. M.; CHERN, J. C. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 10, n. 3, p. 178-182, 2002.

CHANG, S. K.; ALASALVAR, C.; SHAHIDI, F. Superfruits: phytochemicals, antioxidant efficacies, and health effects – a comprehensive review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 59, n. 10, p. 1580-1604, 2019.



CONTRERAS-CALDERÓN, J.; CLADERÓN-JAIMES, L.; GUERRA-HERNÁNDEZ, E.; GARCÍA-VILLANOVA, B. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. **Food Research International**, v. 44, p. 2047-2053, 2011.

DE ANCOS, B.; SGROPPO, S.; PLAZA, L.; CANO, M. C. Possible nutritional and health-related value promotion in orange juice preserved by high-pressure treatment. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, p. 790-796, 2002.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.

GANCEL, A.; ALTER, P.; DHUIQUE-MAYER, C.; RUALES, J.; VAILLANT, F. Identifying carotenoids and phenolic compounds in naranjilla (*Solanum quitoense* Lam. Var. Puyo Hybrid), an Andean fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 24, p. 11890-11899, 2008.

GEORGÉ, S.; BRAT, P.; ALTER, P.; AMIOT, M. J. Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 5, p. 1370-1373, 2005.

HINESTROZA-CÓRDOBA, L. I.; SERNA, S. D.; SEGUÍ, L.; BARRERA, C.; BETORET, N. Characterization of powdered lulo (*Solanum quitoense*) bagasse as a functional food ingredient. **Foods**, v. 9, n. 723, p. 1-16, 2020.

IGUAL, M.; RAMIRES, S.; MOSQUERA, L. H.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N. Optimization of spray drying conditions for lulo (*Solanum quitoense* L.) pulp. **Powder Technology**, v. 256, p. 233-238, 2014.

LLERENA, W.; SAMANIEGO, I.; NAVARRO, M.; ORTÍZ, J.; ANGÓS, I.; CARRILLO, W. Effect of modified atmosphere packaging (MAP) in the antioxidant capacity of arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh), naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) and tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.) fruits from Ecuador. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 10, p. 1-., 2020.

MERTZ, C.; GANCEL, A.; GUNATA, Z.; ALTER, P.; DHUIQUE-MAYER, C.; VAILLANT, F.; PEREZ, A. M.; RUALES, J.; BRAT, P. Phenolic compounds, carotenoids and antioxidant activity of three tropical fruits, **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 22, p. 381-387, 2009.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL DE COLOMBIA. **Evaluaciones agropecuarias municipales**, 2015. Disponível em: <<https://www.agronet.gov.co/Documents/Lulo2015.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2020.

RAMÍREZ, F.; KALLARACKAL, J.; DAVENPORT, T. L. Lulo (*Solanum quitoense* Lam.) reproductive physiology: a review. **Scientia Horticulturae**, v. 238, p. 163-176, 2018.

ROLIM, G. S.; APARECIDO, L. E. O. Camargo, Köppen and Thornthwaite climate classification systems in defining climatological regions of the state of São Paulo, Brazil. **International Journal of Climatology**, v. 36, p. 636-643, 2016.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). Fortaleza: Embrapa, 2006. 1-4 p. (Embrapa. Comunicado Técnico *on line*, 125).

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS⁺. Fortaleza: Embrapa, 2007. 1-4 p. (Embrapa. Comunicado Técnico *on line*, 128).