

Propriedades antioxidantes dos extratos da flor e da folha de malvaisco

Edson Douglas Silva Pontes¹

Mayara Gabrielly Germano de Araújo²

Handerson Lucas Duarte de Sales³

Gezaildo Santos Silva⁴

Nayara de Sousa Silva⁵

Juliana Késsia Barbosa Soares⁶

Vanessa Bordin Viera⁷

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades antioxidantes dos extratos da flor e da folha de malvaisco. Os antioxidantes sintéticos podem causar malefícios à saúde humana, por isso, há uma crescente busca por fontes de antioxidantes naturais. Os extratos foram obtidos por agitação por 15 minutos, a 40 °C, utilizando-se álcool de cereais 60% e, a partir do extrato, foram determinados os teores de fenólicos totais, flavonoides totais e a atividade antioxidante, pelos métodos de FRAP, ABTS e IC₅₀. Os resultados indicam que os extratos da flor e da folha de malvaisco são ricos em compostos fenólicos totais e flavonoides totais, além de se manifestarem como potentes antioxidantes. Conclui-se, assim, que os extratos de malvaisco são uma alternativa promissora de substituição dos antioxidantes sintéticos.

Termos para indexação: alimento funcional, compostos fenólicos, *Malvaiscus arboreus*.

Antioxidant properties of malvaisco flower and leaf extracts

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the antioxidant properties of the flower and leaf extracts of malvaisco. Synthetic antioxidants can cause harm to human health, so there is an increasing search for sources of natural antioxidants. The extracts were obtained by stirring for 15 minutes at 40 °C using 60% cereal alcohol and from the extract the content of total phenolics, total flavonoids, and antioxidant activity were determined by the FRAP, ABTS and IC₅₀ methods. The results indicate that the extracts of the malvaisco flower and leaf are rich in total phenolic compounds and total flavonoids, in addition to being potent antioxidants. Thus, it is concluded that malvaisco extracts are a promising alternative in the replacement of synthetic antioxidants.

Index terms: functional food, phenolic compounds, *Malvaiscus arboreus*.

Ideias centrais

- Apesar de serem comestíveis, a flor e a folha do malvaisco têm consumo ainda limitado
- Os extratos da flor e folha do malvaisco mostraram-se ser boa fonte de antioxidantes
- Os extratos da flor e folha do malvaisco se apresentam como ótima alternativa de substituição dos antioxidantes sintéticos

Recebido em
30/06/2020

Aprovado em
30/09/2020

Publicado em
04/01/2021



This article is published in Open Access under the Creative Commons Attribution licence, which allows use, distribution, and reproduction in any medium, without restrictions, as long as the original work is correctly cited.

¹ Bacharelado em Nutrição, Cuité, Paraíba. E-mail: edsonspontes@gmail.com

² Bacharela em Nutrição, Cuité, Paraíba. E-mail: gabrielly_jp@hotmail.com

³ Bacharel em Nutrição, Cuité, Paraíba. handersonlucas123@hotmail.com

⁴ Bacharel em Nutrição, doutorando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Cuité, Paraíba. E-mail: gilsantosnf@hotmail.com

⁵ Bacharela em Nutrição, mestra em Biotecnologia e Recursos Naturais, Cuité, Paraíba. E-mail: nayarahsousa@gmail.com

⁶ Bacharela em Nutrição, doutora em Nutrição, professora do curso de Nutrição do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, Paraíba. E-mail: julianakessia2@gmail.com

⁷ Bacharela em Nutrição, doutora em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, professora do curso de Nutrição do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, Paraíba. E-mail: vanessa.bordinviera@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os antioxidantes são substâncias que se unem para inibir a ação oxidativa das células por meio da neutralização de moléculas reativas de oxigênio (Alam et al., 2013). Essas substâncias podem ser classificadas conforme seu mecanismo de ação, sendo segregadas em três linhas. A primeira impede a formação de radicais livres; a segunda sequestra os radicais livres, prevenindo reações em cadeia oxidativa; e o último grupo, formado por enzimas antioxidantes, tem o poder de reparar danos causados pelos radicais livres (Shetti et al., 2009; Sindhi et al., 2013; Mut-Salud et al., 2016).

As plantas apresentam uma elevada atividade antioxidante, por sua capacidade intrínseca de sintetizar substâncias *não enzimáticas*, tais como vitamina C e glutatona, e também alguns metabólitos secundários, como compostos fenólicos (Kasote et al., 2015). Esses antioxidantes oriundos de vegetais são denominados de fitoquímicos, que incluem fenólicos, flavonoides e carotenoides; já os de origem animal são compostos derivados do amino, como proteínas, aminoácidos e peptídeos (Sikora et al., 2008; Nimalaratne & Wu, 2015).

Os antioxidantes de origem alimentar são considerados importantes para a preservação da saúde, em virtude do seu elevado potencial no processo de redução do risco para algumas doenças crônicas, dado seu efeito homeostático na oxirredução (Nimalaratne & Wu, 2015). Podem ser utilizados no tratamento e na prevenção de diversas doenças graças à sua elevada atividade biológica, e seu consumo pode diminuir os efeitos nocivos à saúde humana (Yashin et al., 2017).

Além dos efeitos positivos para a saúde humana, os antioxidantes também são capazes de proteger os alimentos contra a degradação oxidativa, aumentando o tempo útil de consumo desses produtos, sem diminuir a qualidade nutricional. Nos alimentos, eles agem no controle da rancidez e retardam a formação de substâncias tóxicas geradas pelo processo de oxidação (Yashin et al., 2017).

A *Malvaviscus arboreus* é uma planta conhecida popularmente como hibisco-colibri, malvavisco, amapola ou quesillo. Espécie do tipo arbusto lenhosa, oriunda do México e do norte da América do Sul, é muito utilizada na jardinagem como cerca-viva (Lorenzi & Souza, 2001). Também pode ser usada tanto para fins medicinais quanto para fins culinários, na preparação de saladas, chás, bem como na produção de corante vermelho, geleia, xarope e molhos leves (Lim, 2014). Abdelhafez et al. (2018) descobriram que o malvavisco exerce um efeito hepatoprotetor em ratos; além disso, os autores descrevem que seus compostos fitoquímicos são capazes de sintetizar e acumular compostos fenólicos e outros metabólitos.

Dado o potencial efeito protetor e os benefícios dos antioxidantes naturais à saúde humana, este estudo teve por objetivo desenvolver extratos da folha e da flor de malvavisco e avaliar suas propriedades antioxidantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e preparação da matéria-prima e ingredientes

As folhas e as flores de malvavisco foram coletadas na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Cuité (6028'53,94" S e 36008'58,87" W). Elas foram coletadas no início da manhã, sem indícios de chuva nos 3 últimos dias que antecederam a coleta. Foram selecionadas manualmente, de forma que as folhas e flores deveriam estar no seu tamanho adulto e sem lesões ou alterações na coloração natural. Logo em seguida, foram lavadas com água corrente, higienizadas por 15 minutos, em solução de hipoclorito de sódio (200 ppm), e enxaguadas com água destilada. Em seguida, foram dispostas em bandejas de aço inox, levadas à estufa de ar, sob temperatura de 50 °C, por 24 horas, para secagem. Logo após, foram trituradas em moinho e armazenadas em embalagens a vácuo (-18 °C) até a obtenção dos extratos.

Obtenção do extrato

O extrato foi obtido da amostra previamente moída, pesada em um béquer e adicionada de solvente (álcool de cereais 60%) na proporção 1:10 (g/v). Em seguida, essa mistura foi levada à chapa de aquecimento e submetida a agitação constante, por 60 minutos, sob temperatura de 40 °C, utilizando-se barra magnética. Depois o extrato foi filtrado em papel-filtro e centrifugado a 3.000 rpm, por 10 minutos. O sobrenadante foi concentrado em rotaevaporador, tendo sido acondicionado em frasco âmbar e armazenado em freezer (-18 °C) até o momento da realização das análises.

Determinação do conteúdo de fenólicos totais

Para determinar o teor de compostos fenólicos totais, utilizou-se metodologia descrita por Liu et al. (2002) com algumas modificações. Resumidamente, 250 µL de cada extrato (flor e folha de malvaisco) foram misturados em tubo de ensaio, com 1.250 µL do reagente Folin-Ciocalteu 10%. As soluções foram agitadas em vórtex (Logen Scientific, modelo LSM56-II-VM, Fortaleza, CE, Brasil) e armazenadas em temperatura ambiente (23 °C) na ausência da luz, por 6 minutos. Em seguida, foram adicionados 1000 µL da solução de carbonato de sódio a 7,5%. A mistura foi levada a banho-maria (Novatecnica®, modelo NT232, Piracicaba, SP, Brasil) a uma temperatura de 50 °C, durante 5 minutos. Finalmente, a absorbância foi medida a 765 nm, utilizando-se espectrofotômetro (BEL Photonics, Piracicaba, SP, Brasil). Também foi realizado um branco com a ausência dos extratos, para zerar o espectrofotômetro. O conteúdo de compostos fenólicos totais das amostras foi determinado utilizando-se uma curva-padrão preparada com ácido gálico. Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 g de amostra (mg EAG/100 g).

Determinação do conteúdo de flavonoides totais

O teor de flavonoides totais foi determinado de acordo com o método proposto por Zhishen et al. (1999). Uma alíquota de 0,5 mL dos extratos foi adicionada a 2 mL de água destilada, em um tubo de ensaio. Em seguida, adicionaram-se 150 µL de nitrito de sódio a 5%. Após 5 minutos, 150 µL de cloreto de alumínio a 10% foram adicionados, e, decorridos 6 minutos, 1 mL de hidróxido de sódio a 1 M, seguido pela adição de 1,2 mL de água destilada. A absorbância da amostra foi medida a 510 nm, usando-se um espectrofotômetro (BEL Photonics, Piracicaba, SP, Brasil) contra um branco, na ausência dos extratos. O teor de flavonoides totais dos extratos foi determinado usando-se uma curva-padrão de equivalentes de catequina (EC). Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de catequina (EC) por 100 g de amostra (mg EC/100 g).

Atividade antioxidante in vitro – método FRAP

Para a determinação da atividade antioxidante por meio da redução do ferro (FRAP), foi utilizada metodologia descrita por Benzie & Strain (1996), adaptada por Pulido et al. (2000). Para a análise, 200 µL dos extratos foram adicionados a 1.800 µL do reagente FRAP, em um tubo de ensaio, e levados a banho-maria (Novatecnica®, modelo NT232, Piracicaba, SP, Brasil), a 37 °C, por 30 minutos. Para cada extrato, foi realizado um branco, sem adição do extrato. Em seguida, as absorbâncias foram medidas em espectrofotômetro (BEL Photonics, Piracicaba, SP, Brasil), a 593 nm. Para determinar a atividade antioxidante (FRAP) dos extratos, foi utilizada a curva de calibração com Trolox, e os resultados foram expressos em µmol de Trolox/g de amostra.

Atividade antioxidante in vitro – método do radical ABTS

A atividade antioxidante pelo método ABTS – 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) – foi realizada conforme metodologia descrita por Sariburun et al. (2010), com algumas modificações. O radical ABTS foi formado pela reação da solução ABTS + 7mM, com a solução de persulfato de potássio 140 mM, incubados à temperatura de 25 °C, no escuro, durante 12 a 16 horas. Uma vez formado, o radical ABTS foi diluído em água destilada, até se obter o valor de absorbância de 0,700 ± 0,020 a 734 nm. A partir do extrato, foram preparadas quatro diluições diferentes, em triplicatas. Em ambiente escuro, foi transferida uma alíquota de 15 µL do extrato para tubos de ensaio

contendo 1,5 μL do radical ABTS. A leitura foi realizada decorridos 6 e 30 minutos da reação, a 734 nm, em espectrofotômetro SP-220, marca Biospectro. O branco da reação foi preparado conforme o procedimento descrito acima, sem adição da amostra. Como referência, foi utilizado o Trolox, e os resultados foram expressos em μM Trolox/g de amostra. Também se calculou o IC_{50} por meio da equação da reta plotada, por meio dos resultados contendo os valores de concentração (mg/mL) utilizados no eixo X e os percentuais de proteção encontrados no eixo Y.

Análise estatística

Todas as determinações foram realizadas em triplicata, e os dados foram avaliados por meio de análise de variância (ANOVA). As médias dos resultados das análises dos extratos foram comparadas pelo teste *T-Student*, considerando o nível de significância de 95% ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os compostos fenólicos estão presentes em larga escala em vegetais; além disso, são importantes substâncias que compõem a dieta humana (Pauline et al., 2013; Moukette et al., 2015). Esses compostos exercem ação antioxidante e vêm sendo alvo de estudos na busca de fitoquímicos que possibilitem efeitos benéficos à saúde. Ademais, esses compostos podem ser utilizados na forma de extratos, em alimentos, com a finalidade de estender o prazo de validade do produto (Yanishlieva & Marinova, 2001; Gallo et al., 2010).

A quantificação dos compostos fenólicos e flavonoides totais dos extratos flor e da folha de malvavisco está representada na Tabela 1.

Tabela 1. Conteúdo dos compostos fenólicos e flavonoides totais dos extratos da flor e da folha de malvavisco⁽¹⁾.

Conteúdo	Flor	Folha
Compostos fenólicos (mg EAG/100 g)	3.458,49 \pm 0,00	6.779,25 \pm 0,00 ⁽²⁾
Flavonoides (mg EC/100 g)	1.598 \pm 0,00	2.208 \pm 10,00 ⁽²⁾

⁽¹⁾EAG: equivalentes ácido gálico; EC: equivalentes catequina. Média \pm desvio-padrão.

⁽²⁾As médias das amostras diferiram entre si pelo teste *T-Student* ($p < 0,05$).

Diante dos resultados (Tabela 1), observa-se que a folha de malvavisco apresentou maior quantidade de compostos fenólicos e flavonoides totais, diferenciando-se ($p < 0,05$) dos resultados encontrados na flor de malvavisco. Amron & Konsue (2018), analisando os compostos fenólicos em alguns vegetais, verificaram que esses apresentaram teores inferiores ao do presente estudo, como o brócolis (49,17 \pm 5,50 mg EAG/100g), a couve-flor (54,93 \pm 1,43 mg EAG/100g) e o repolho (22,38 \pm 3,99 mg EAG/100g). Rodríguez-García et al. (2019), analisando o conteúdo de compostos fenólicos totais e flavonoides totais das folhas de malvavisco, encontraram valores inferiores aos do presente estudo, sendo de 483,63 \pm 5,52 mg EAG/100 g e 761,00 \pm 25,25 mg EC/100 g, respectivamente. Kumar et al. (2017) descrevem que diversos fatores influenciam a formação de chuvas, e essas, por sua vez, podem alterar a composição fitoquímica das plantas. Nunes et al. (2016) encontraram, em seu estudo com goiaba fresca, uma concentração de flavonoides totais de 78,4 \pm 2,8 mg EC/100 g, teor inferior ao apresentado na flor e na folha de malvavisco deste estudo. Os conteúdos de compostos fenólicos totais dos extratos da folha e da flor de malvavisco se destacam em comparação com um trabalho conduzido por Mahboubi et al. (2015), que, ao desenvolverem um extrato de romã (*Punica granatum* L.), obtiveram resultado de 18,1 mg GAE/g. Lee et al. (2016) também relataram resultados inferiores aos do presente estudo, ao encontrarem 7,40 mgEQ/g de flavonoides totais em extrato etanólico de soja marrom.

A atividade antioxidante total dos extratos da flor e da folha de malvavisco está elucidada na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios da atividade antioxidante (FRAP, ABTS e IC₅₀) da flor e da folha de malvavisco⁽¹⁾.

Método	Flor	Folha
FRAP ($\mu\text{mol TEAC/g}$)	0,82 \pm 0,00*	0,78 \pm 0,00
ABTS ($\mu\text{mol TEAC/g}$)	111,21 \pm 0,00	113,50 \pm 0,00 ⁽²⁾
IC ₅₀ (mg/mL)	0,62 \pm 0,00	1,13 \pm 0,00 ⁽²⁾

⁽¹⁾IC₅₀: capacidade de inibição de 50% do radical livre; TEAC: capacidade antioxidante equivalente Trolox. Média \pm desvio-padrão.

⁽²⁾As médias das amostras diferiram entre si pelo teste *T-Student* ($p < 0,05$).

Tratando-se de produtos naturais, a avaliação da ação antioxidante é uma análise imprescindível tanto para classificação das plantas utilizadas, como para a indicação dos melhores alimentos e produtos para o consumo humano (Xu et al., 2017).

De acordo com a Tabela 2, observa-se que, para a atividade antioxidante FRAP, os valores da flor de malvavisco (0,82 $\mu\text{mol TEAC/g}$) são superiores e diferem ($p < 0,05$) daqueles da folha de malvavisco (0,78 $\mu\text{mol TEAC/g}$). Resultados superiores aos valores encontrados nesta pesquisa foram relatados por Saikaew et al. (2018), que analisaram milho-roxo e relataram um valor médio de 26,50 \pm 2,21 $\mu\text{mol TE/g}$.

Com relação à atividade antioxidante ABTS, foram obtidos valores médios (111,21 $\mu\text{mol TEAC/g}$ e 113,50 $\mu\text{mol TEAC/g}$) da flor e da folha de malvavisco, respectivamente (Tabela 2). Pode-se verificar que a folha de malvavisco apresentou atividade antioxidante superior à da flor ($p < 0,05$). Apesar de a flor ter obtido os menores índices, o seu conteúdo antioxidante é considerado relevante. Resultados inferiores foram observados por Ribeiro et al. (2018), que encontraram valor médio de 9,84 \pm 0,42 $\mu\text{mol TEAC/g}$ em polpa de umbu. Foi evidenciado que os antioxidantes fenólicos são capazes de eliminar o ABTS. A partir disso, cresceu o interesse pela aplicação dessa técnica, especialmente em extratos de plantas, para avaliar a atividade antioxidante na erradicação desses radicais. Assim, o ensaio de ABTS possui grande aplicabilidade na determinação da atividade antioxidante de extratos (Olajuyigb & Afolayan, 2011; Olatunji & Afolayan, 2019). A atividade antioxidante de um composto fenólico depende de alguns fatores, sobretudo da sua composição química, como a quantidade de grupos hidroxilas e doadores de prótons. Dessa forma, o modo como esses compostos agem diante da neutralização das espécies reativas depende de suas concentrações na matriz da amostra. Ademais, os compostos fenólicos conseguem agir de forma sinérgica, aditiva ou antagonista para inibir os radicais livres (Rice-Evans, 1996; Denardin et al., 2015).

Para a capacidade inibitória de 50% do radical ABTS (IC₅₀), a folha de malvavisco apresentou médias superiores (1,13 mg/mL), diferindo ($p < 0,05$) quando comparada à flor de malvavisco (0,62 mg/mL) (Tabela 2). No entanto, vale ressaltar que a análise de IC₅₀ determina a quantidade necessária para que o extrato consiga reduzir 50% dos radicais livres, ou seja, quanto menor a quantidade necessária da substância, melhor a qualidade antioxidante (Negri, 2007). Sendo assim, pode-se inferir que o extrato da flor de malvavisco possui maior capacidade de inibir 50% do radical livre ABTS em comparação com a folha de malvavisco. Estudos conduzidos por Gong et al. (2016) encontraram um valor de IC₅₀ do radical ABTS de 15,47 g/mL em extratos de amparas de bambu, valor superior ao deste trabalho, corroborando o alto poder antioxidante dos extratos da flor e da folha de malvavisco.

CONCLUSÕES

1. Os extratos da flor e da folha de malvavisco apresentaram uma alta concentração de compostos fenólicos totais, flavonoides totais e atividade antioxidante total.

2. A utilização dos extratos da flor e da folha de malvavisco configuraram-se como uma estratégia promissora de antioxidantes naturais de alto potencial mercadológico, graças ao seu baixo valor de aquisição, caracterizando-se, assim, como um possível substituto dos antioxidantes sintéticos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

- ABDELHAFEZ, O.H.; FAWZY, M.A.; FAHIM, J.R.; DESOUKEY, S.Y.; KRISCHKE, M.; MUELLER, M.J.; ABDERMOHSEN, U.R. Hepatoprotective potential of *Malvaviscus arboreus* against carbon tetrachloride-induced liver injury in rats. **PLoS ONE**, v.13, e0202362, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202362>.
- ALAM, M.N.; BRISTI, N.J.; RAFIQUZZAMAN, M. Review on *in vivo* and *in vitro* methods evaluation of antioxidant activity. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v.21, p.143-152, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2012.05.002>.
- AMRON, N.A.; KONSUE, N. Antioxidant capacity and nitrosation inhibition of cruciferous vegetable extracts. **International Food Research Journal**, v.25, p.65-73, 2018.
- BENZIE, I.F.F.; STRAIN, J.J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v.239, p.70-76, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>.
- DENARDIN, C.C.; HIRSCH, G.E.; ROCHA, R.F. da; VIZZOTO, M.; HENRIQUES, A.T.; MOREIRA, J.C.F.; GUMA, F.T.C.R.; EMANUELLI, T. Antioxidant capacity and bioactive compounds of four Brazilian native fruits. **Journal of Food and Drug Analysis**, v.23, p.387-398, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2015.01.006>.
- GALLO, M.; FERRACANE, R.; GRAZIANI, G.; RITIENE, A.; FOGLIANO, V. Microwave assisted extraction of phenolic compounds from four different spices. **Molecules**, v.15, p.6365-6374, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules15096365>.
- GONG, J.; HUANG, J.; XIAO, G.; CHEN, F.; LEE, B.; GE, Q.; YOU, Y.; LIU, S.; ZHANG, Y. Antioxidant capacities of fractions of bamboo shaving extract and their antioxidant components. **Molecules**, v.21, art.996, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21080996>.
- KASOTE, D.M.; KATYARE, S.S.; HEDGE, M.V.; BAE, H. Significance of antioxidant potential of plants and its relevance to therapeutic applications. **International Journal of Biological Sciences**, v.11, p.982-991, 2015. DOI: <https://doi.org/10.7150/ijbs.12096>.
- KUMAR, S.; YADAV, A.; YADAV, M.; YADAV, J.P. Effect of climate change on phytochemical diversity, total phenolic content and *in vitro* antioxidant activity of *Aloe vera* (L.) Burm.f. **BMC Research Notes**, v.10, art.60, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2385-3>.
- LEE, C.-H.; HWANG, K.-E.; KIM, H.-W.; SONG, D.-H.; KIM, Y.-J.; HAM, Y.-K.; CHOI, Y.-S.; JANG, S.-J.; JEONG, T.-J.; KIM, C.-J. Antioxidant activity of brown soybean ethanolic extracts and application to cooked pork patties. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, v.36, p.359-368, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.3.359>.
- LIM, T.K. **Edible medicinal and non-medicinal plants: flowers**. Dordrecht: Springer, 2014. v.7. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7395-0>.
- LIU, M.; LI, X.Q.; WEBER, C.; LEE, C.Y.; BROWN, J.; LIU, R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.2926-2930, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0111209>.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M. de. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2001.
- MAHBOUBI, A.; ASGARPANAH, J.; SADAGHIYANI, P.N.; FAIZI, M. Total phenolic and flavonoid content and antibacterial activity of *Punica granatum* L. var. *pleniflora* flowers (Golnar) against bacterial strains causing foodborne diseases. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v.15, art.366, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12906-015-0887-x>.
- MOUKETTE, B.M.; PIEME, C.A.; NJIMOU, J.R.; BIAPA, C.P.N.; MARCO, B.; NGOGANG, J.Y. *In vitro* antioxidant properties, free radicals scavenging activities of extracts and polyphenol composition of a non-timber forest product used as spice: *Monodora myristica*. **Biological Research**, v.48, art.15, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40659-015-0003-1>.

- MUT-SALUD, N.; ÁLVAREZ, P.J.; GARRIDO, J.M.; CARRASCO, E.; ARÁNEGA, A.; RODRÍGUEZ-SERRANO, F. Antioxidant intake and antitumor therapy: toward nutritional recommendations for optimal results. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v.2016, art.6719534, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/6719534>.
- NEGRI, M.L.S. **Secagem das folhas de Espinheira-Santa – *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss. sob diferentes temperaturas e influência nos teores de polifenóis, na atividade antioxidante e nos aspectos microbiológicos**. 2007. 79p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- NIMALARATNE, C.; WU, J. Hen egg as an antioxidant food commodity: A review. **Nutrients**, v.7, p.8274-8293, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu7105394>.
- NUNES, J.C.; LAGO, M.G.; CASTELO-BRANCO, V.N.; OLIVEIRA, F.R.; TORRES, A.G.; PERRONE, D.; MONTEIRO, M. Effect of drying method on volatile compounds, phenolic profile and antioxidant capacity of guava powders. **Food Chemistry**, v.197, p.881-890, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.050>.
- OLAJUYIGBE, O.O.; AFOLAYAN, A.J. Phenolic content and antioxidant property of the bark extracts of *Ziziphus mucronata* Willd. subsp. *mucronata* Willd. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v.11, art.130, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1186/1472-6882-11-130>.
- OLATUNJI, T.L.; AFOLAYAN, A.J. Comparative quantitative study on phytochemical contents and antioxidant activities of *Capsicum annum* L. and *Capsicum frutescens* L. **The Scientific World Journal**, v.2019, art.4705140, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/4705140>.
- PAULINE, N.; CABRAL, B.N.P.; ANATOLE, P.C.; JOCELYNE, A.M.V.; BRUNO, M.; JEANNE, N.Y. The *in vitro* antisickling and antioxidant effects of aqueous extracts *Zanthoxylum heitzii* on sickle cell disorder. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v.13, art.162, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1186/1472-6882-13-162>.
- PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, p.3396-3402, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf9913458>.
- RIBEIRO, L.O.; COSTA, S.D.O.; SILVA, L.F.M.; FERREIRA, J.C.S.; FREITAS, S.P.; MATTA, V.M. Bioactive compounds and shelf life of clarified umbu juice. **International Food Research Journal**, v.25, p.769-775, 2018.
- RICE-EVANS, C.A.; MILLER, N.J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology and Medicine**, v.20, p.933-956, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0891-5849\(95\)02227-9](https://doi.org/10.1016/0891-5849(95)02227-9).
- RODRÍGUEZ-GARCÍA, C.M.; RUIZ-RUIZ, J.C.; PERAZA-ECHEVERRÍA, L.; PERAZA-SÁNCHEZ, S.R.; TORRES-TAPIA, L.W.; PÉREZ-BRITO, D.; TAPIA-RUSSEL, R.; HERRERA-CHALÉ, F.G.; SEGURA-CAMPOS, M.R.; QUIJANO-RAMAYO, A.; RAMÓN-SIERRA, J.M.; ORTIZ-VÁZQUEZ, E. Antioxidant, antihypertensive, anti-hyperglycemic, and antimicrobial activity of aqueous extracts from twelve native plants of the Yucatan coast. **PLoS ONE**, v.14, e0213493, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213493>.
- SAIKAEW, K.; LERTRAT, K.; KEITTHAISONG, D.; MEENUNE, M.; TANGWONGCHAI, R. Influence of variety and maturity on bioactive compounds and antioxidant activity of purple waxy corn (*Zea mays* L. var. *ceratina*). **International Food Research Journal**, v.25, p.1985-1995, 2018.
- SARIBURUN, E.; ŞAHİN, S.; DEMİR, C.; TÜRK BEN, C.; UYLASER, V. Phenolic content and antioxidant activity of raspberry cultivars. **Journal of Food Science**, v.75, p.C328-C335, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01571.x>.
- SHETTI, A.; KELUSKAR, V.; AGGARWAL, A. Antioxidants: enhancing oral and general health. **Journal of Indian Academy of Oral Medicine and Radiology**, v.21, p.1-6, 2009. DOI: <https://doi.org/10.4103/0972-1363.57770>.
- SIKORA, E.; CIEŚLIK, E.; TOPOLSKA, K. The sources of natural antioxidants. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v.7, p.5-17, 2008.
- SINDHI, V.; GUPTA, V.; SHARMA, K.; BHATNAGAR, S.; KUMARI, R.; DHAKA, N. Potential applications of antioxidants – a review. **Journal of Pharmacy Research**, v.7, p.828-835, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jopr.2013.10.001>.
- XU, D.-P.; LI, Y.; MENG, X.; ZHOU, T.; ZHOU, Y.; ZHENG, J.; ZHANG, J.-J.; LI, H.-B. Natural antioxidants in foods and medicinal plants: extraction, assessment and resources. **International Journal of Molecular Sciences**, v.18, art.96, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms18010096>.
- YANISHLIEVA, N.V.; MARINOVA, E.M. Stabilisation of edible oils with natural antioxidants. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.103, p.752-767, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1002/1438-9312\(200111\)103:11<752::AID-EJLT752>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200111)103:11<752::AID-EJLT752>3.0.CO;2-0).
- YASHIN, A.; YASHIN, Y.; XIA, X.; NEMZER, B. Antioxidant activity of spices and their impact on human health: a review. **Antioxidants**, v.6, art.70, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox6030070>.
- ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chemistry**, v.64, p.555-559, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2).