

**Atividade antioxidante dos óleos essenciais de *Cochlospermum regium*
(Bixaceae)**

Actividad antioxidante de los aceites esenciales de *Cochlospermum regium*
(Bixaceae)

Antioxidant activity of essential oils from *Cochlospermum regium*
(Bixaceae)

Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-3443-4205>

Matheus Vinícius Abadia Ventura¹ <https://orcid.org/0000-0001-9114-121X>

Hellen Regina Fernandes Batista-Ventura¹ <https://orcid.org/0000-0003-4815-4159>

Carlos Frederico de Souza Castro¹ <https://orcid.org/0000-0002-9273-7266>

Marconi Batista Teixeira¹ <https://orcid.org/0000-0002-0152-256X>

Frederico Antônio Loureiro Soares¹ <https://orcid.org/0000-0002-4152-5087>

¹Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde. Goiás, Brasil.

*Autor para correspondência: astronomoamadorgoias@gmail.com

RESUMO

Introdução: *Cochlospermum regium* pertence à família Bixaceae nativa do Cerrado brasileiro, conhecida popularmente por algodão-do-cerrado.

Objetivo: Avaliar o rendimento de extração dos óleos essenciais das folhas e galhos de *C. regium* e avaliar a atividade antioxidante dos óleos essenciais.

Métodos: O material botânico foi coletado em área de Cerrado, localizado na Universidade de Rio Verde, Rio Verde, Goiás, Brasil. As folhas e galhos foram coletados nas primeiras horas do dia e a extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação. O rendimento foi determinado (%). Os óleos essenciais obtidos foram utilizados para a determinação da atividade antioxidante em diferentes concentrações utilizando o radical livre DPPH e sistema β -caroteno e ácido linoleico.

Resultados: Os óleos essenciais obtidos apresentaram moderado rendimento de extração, mas uma alta atividade antioxidante entre as maiores concentrações partindo de 10 a 50

mg mL⁻¹ na redução do radical DPPH, e 50 µL com 92% e 100% de oxidação no sistema β-caroteno e ácido linoleico.

Conclusão: Nossos dados demonstraram que o rendimento de extração dos óleos essenciais das folhas e galhos de *Cochlospermum regium* variou entre si, e que as atividades antioxidantes dos mesmos, apresentaram potencial redução do radical livre DPPH e oxidação do sistema β-caroteno e ácido linoleico.

Palavras chave: Bixaceae; antioxidante; sistema β-caroteno; compostos voláteis.

RESUMEN

Introducción: *Cochlospermum regium* (Bixaceae) es nativa del Cerrado brasileño y es conocida popularmente por algodón del Cerrado.

Objetivo: Evaluar el rendimiento de extracción de aceites esenciales de hojas y ramas de *C. regium* y su actividad antioxidante.

Métodos: El material botánico fue recolectado en un área del Cerrado, ubicada en la Universidad de Rio Verde, Goiás, Brasil. Las hojas y ramas se recolectaron en las primeras horas del día y la extracción de aceite esencial se realizó mediante hidrodestilación. Se determinó el rendimiento (%) y los aceites esenciales obtenidos se utilizaron para determinar la actividad antioxidante a diferentes concentraciones empleando el sistema de radicales libres DPPH y β-caroteno y ácido linoleico.

Resultados: Los aceites esenciales obtenidos mostraron un rendimiento de extracción moderado, pero una alta actividad antioxidante entre las concentraciones más altas a partir de 10 a 50 mg mL⁻¹ en reducción de radicales DPPH, y 50 µL con 92 % y 100 % de oxidación en el sistema β-caroteno y linoleico ácido.

Conclusiones: El rendimiento de extracción de aceites esenciales de hojas y ramas de *Cochlospermum regium* varió entre sí, y sus actividades antioxidantes mostraron una reducción potencial del radical libre DPPH y la oxidación del sistema β-caroteno y ácido linoleico.

Palabras clave: Bixaceae; antioxidante; sistema de β-caroteno; compuestos volátiles.

ABSTRACT

Introduction: *Cochlospermum regium* (Bixaceae) is a plant species native to the Brazilian Cerrado commonly known as "yellow cotton tree".

Objective: Evaluate the extraction yield of essential oils from leaves and branches of *C. regium* and their antioxidant activity.

Methods: The plant material was collected from a Cerrado area located at the University of Rio Verde in Goiás, Brazil. The leaves and branches were collected in the early morning hours. Essential oil extraction was conducted by hydrodistillation. Determination was made of the extraction yield (%). The essential oils obtained were used to determine antioxidant activity at various concentrations using the DPPH free radical, β -carotene and linoleic acid system.

Results: The essential oils obtained had a moderate extraction yield, but high antioxidant activity at the highest concentrations as of 10 to 50 mg ml⁻¹ in reducing DPPH radicals, and 50 μ l with 92% and 100% oxidation in the β -carotene and linoleic acid system.

Conclusions: The extraction yield of essential oils from leaves and branches of *Cochlospermum regium* was variable, and their antioxidant activity showed a potential reduction of the DPPH free radical and oxidation of the β -carotene and linoleic acid system.

Keywords: Bixaceae; antioxidant; β -carotene system; volatile compounds.

Recibido: 17/02/2019

Aceptado: 20/12/2021

Introdução

O domínio Cerrado é o segundo maior em números de espécies da flora e fauna brasileira, apresentando algumas variantes dentro deste domínio como o Cerrado sentido restrito. De acordo com *Camillo* e colaboradores⁽¹⁾ e *Latrubesse* e colaboradores⁽²⁾ o Cerrado é composto por cerca de 7000 espécies de vegetais superiores, onde se estima que por volta de 4400 sejam endêmicas deste domínio.

Dentre esse endemismo, o algodão-do-cerrado (*Cochlospermum regium* Mart. ex Schrank Pilger (Fig. 1) pertencente à família Bixaceae é encontrado coabitando como espécie pioneira em áreas de Cerrado sentido restrito, Caatinga e Pantanal, apresentando porte arbustivo.^(1,2,3) Suas raízes na forma de profundos rizomas apresentam importante ação

anti-inflamatória, com destaque para grupos fitoquímicos presentes no metabolismo especial pertencentes aos flavonoides e fenólicos importantes para a área médica.^(4,5,6,7)



Barra corresponde a 100 cm.

Fonte: Autores, 2021.

Fig. 1 - Exemplar de *Cochlospermum regium* em ambiente no domínio Cerrado, sentido restrito.

Atualmente o extrativismo, bem como, aumento das áreas agrícolas e de queimadas, vem destruindo áreas remanescentes de Cerrado principalmente no estado de Goiás, Brasil. Com isso, *C. regium* está atualmente na lista prioritária de medicamentos fitoterápicos de preservação.^(8,9,10) Diversos estudos apresentam resultados clínicos importantes utilizando extratos hidroalcoólicos e chás das raízes, apresentando ação antiinflamatória, antibacteriana, antifúngica e analgésica.^(1,5,7,8,11)

Brum⁽¹²⁾ estudou o óleo essencial (OE) das raízes de *C. regium* onde apresentou potencial atividade antibacteriana. No entanto, ainda pouco se conhece sobre esse importante e complexo grupo de moléculas voláteis extraídas das folhas e galhos de *C. regium*. Com isso, a necessidade de novas pesquisas voltadas para esta área de compostos químicos essenciais de origem natural, é altamente pontual.⁽¹³⁾ São desconhecidos os efeitos antioxidantes a partir dos OE extraídos das folhas e galhos, tornando necessário o estudo desta atividade que tem por finalidade eliminar radicais livres danosos para biomoléculas. Os radicais livres são espécies reativas capazes de danificar ou mesmo alterar sequências nucleotídicas do DNA ou RNA, além de estarem envolvidas em diversas ocorrências de cânceres e no envelhecimento precoce. As espécies reativas mais estudadas são, o

oxigênio (EROs) (singleto), radical hidroxila ($\cdot\text{OH}$), ânion radical superóxido ($\text{O}_2^{\cdot-}$) e a hidroperoxila ($\text{ROO}\cdot$).^(14,15,16) A produção destes radicais livres são controlados por diversos compostos com atividade antioxidante nos seres vivos, estes antioxidantes podem ser por via endógena ou adquiridos na alimentação, sulcos e alguns medicamentos de uso tópico ou interno, que agem como protetores das células evitando a oxidação, processo este, irreversível e danoso para o organismo.^(17,18)

Neste contexto, este estudo objetivou-se quantificar o rendimento e avaliar os óleos essenciais extraídos das folhas e galhos de *Cochlospermum regium* quanto a sua atividade antioxidante.

MÉTODOS

Material botânico

O material vegetal (folhas e galhos) foi coletado no segundo semestre de 2018, nas primeiras horas da manhã entre 6-8 h em uma área de preservação permanente localizada na Universidade de Rio Verde. ($17^{\circ}47'15.0''\text{S}$ e $50^{\circ}57'58.9''\text{W}$). As partes aéreas *in natura* foram acondicionadas em sacos plásticos de cor preta. A identificação da espécie foi realizada pelo primeiro autor deste estudo, e uma exsicata encontra-se depositada no Herbário do Laboratório de Sistemática Vegetal (IF Goiano). Voucher HRV 1078.

Extração do óleo essencial

O OE foi obtido por hidrodestilação em sistema tipo Clevenger, a partir das folhas e galhos *in natura* separadamente de *C. regium*. O sistema permaneceu sob refluxo contínuo por 3 h mantido em local ao abrigo da luz. Para obtenção da média de rendimento, foi utilizado 100 g de material vegetal com massa determinada em triplicata.^(19,20)

Atividade antioxidante na redução do DPPH

A atividade antioxidante do OE de *C. regium* foi avaliada quanto à capacidade de reduzir o radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH). O método realizado seguiu conforme⁽²¹⁾ com modificações, para uso em microplaca de 96 poços em microdiluições. Cada poço foi adicionado 100 μL de uma solução metanólica de DPPH 0,06 mMol mL^{-1} e 100 μL de uma solução metanólica de OE em diferentes conc. (50, 40, 30, 20, 10, 5, 2,5, 1,25, 1,

e 0,5 mg mL⁻¹). A microplaca foi mantida em repouso em local ao abrigo da luz e calor por 2 h. Logo em seguida, foi realizada a leitura em espectrofotômetro UV-Vis para microplacas em 517 nm. A capacidade porcentual de reduzir o radical livre DPPH foi calculada conforme Equação 1.

$$(\%) \text{ DPPH} = ((AC - AS)/AC) * 100 \quad \text{Equação 1}$$

AC: absorção da solução controle; AS: absorções das soluções de OE contendo o radical DPPH.

Atividade antioxidante pela oxidação do β -caroteno

A atividade antioxidante foi determinada pela oxidação do β -caroteno e ácido linoleico conforme metodologia proposta por Ferronato e colaboradores⁽²²⁾. Em balão de fundo redondo, foram adicionados 60 mg de ácido linoleico, 200 mg de Tween 40 e 5 mg de β -caroteno dissolvidos em 5 mL de clorofórmio. Posteriormente, o solvente foi retirado utilizando rotaevaporador a 50 °C. Após a remoção do solvente, o resíduo foi dissolvido em 50 mL de Dimetilsulfóxido (DMSO) e oxigenado com bomba de ar. Alíquotas de 5 mL desta emulsão foram transferidas para tubos de ensaio contendo 50, 40, 30, 20, 10, 5, 1 e 0,5 μ L dos respectivos OEs obtidos. A absorbância foi medida imediatamente em espectrofotômetro UV-Vis a 470 nm. Os tubos foram incubados a 40 °C para a reação de oxidação e a leitura da absorbância foi medida em intervalos de 60 min. As leituras foram realizadas em triplicata.

Análise estatística

O rendimento de extração e atividade antioxidante foi realizado em triplicata, apresentando a média seguida de \pm desvio padrão. Para determinação da diferença significativa foi utilizado teste de Duncan ($p < 5\%$). O programa estatístico utilizado foi IBM SPSS.

Resultados

O rendimento de OE foi = 0,168 \pm 0,02 % a e 0,0479 \pm 0,08 % b (m/v), respectivamente, para folhas e galhos de *C. regium*.

Na tabela 1, é possível observar alta atividade sobre a redução do radical livre DPPH obtidos em ambos os OEs de folhas e galhos de *C. regium*. Entre as concentrações 50-5,0

mg mL⁻¹ foram encontrados os melhores valores de 100 % de redução de DPPH, ainda entre essas concentrações, não foi observado diferença estatística. No entanto, o mesmo não é observado nas concentrações decrescentes entre 2,5-0,5 mg mL⁻¹ com efeitos significativos conforme teste de Duncan.

Tabela 1 - Atividade antioxidante dos óleos essenciais de *Cochlospermum regium* (folhas e galhos) pela redução do radical livre DPPH

Conc. mg mL ⁻¹	Atividade antioxidante (%) DPPH	
	OEFCr	OEGCr
50	100 ± 0,00a	100 ± 0,00a
40	100 ± 0,00a	100 ± 0,00a
30	100 ± 0,00a	100 ± 0,00a
20	100 ± 0,00a	100 ± 0,00a
10	100 ± 0,00a	100 ± 0,00a
5,0	100 ± 0,00a	100 ± 0,00a
2,5	40,92 ± 0,03b	70,49 ± 0,06b
1,25	34,63 ± 0,02c	50,27 ± 0,02c
1,0	21,14 ± 0,08d	38,29 ± 0,05d
0,5	10,10 ± 0,11e	17,10 ± 0,14e

OEFCr: óleo essencial folhas de *C. regium*; OEGCr: óleo essencial galhos *C. regium*. Médias seguidas de (±) desvio padrão seguidas de letras diferentes na coluna são significativas ao teste de Duncan ($p < 5\%$).

Fonte: Autores, 2021.

Ambos os OEs de *C. regium* exibiram nesse estudo conforme observado na tabela 2, potencial atividade de oxidação pelo sistema β -caroteno e ácido linoleico. Os melhores efeitos de oxidação foram observados >50 %. Isso foi obtido entre as concentrações 10-50 μ L. Estatisticamente, entre as concentrações 50-40 e 20-10 μ L do OE das folhas, e 1-0,5 μ L do OE galhos, não demonstraram diferença significativa conforme teste de Duncan.

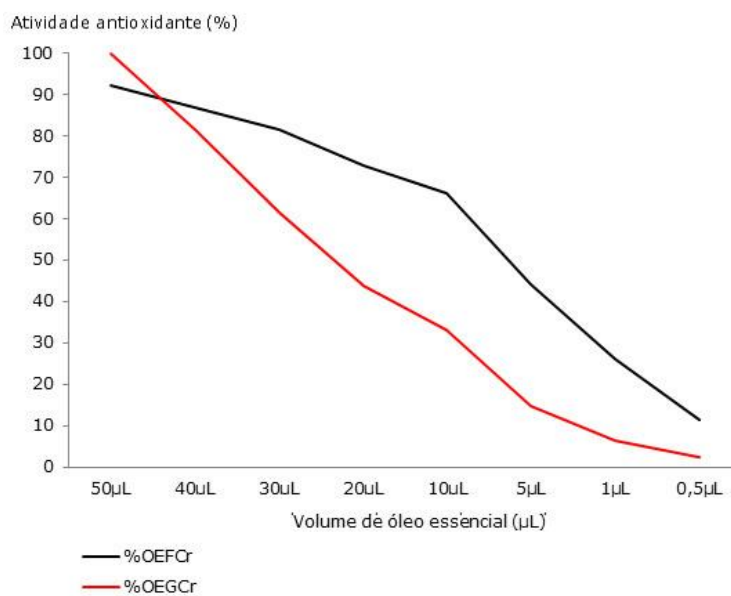
Tabela 2 - Atividade antioxidante dos óleos essenciais de *Cochlospermum regium* (folhas e galhos) pela oxidação do sistema β -caroteno e ácido linoleico

Óleo essencial (μ L)	OEFCr (%)	OEGCr (%)
50	92,18 ± 2,56a	100 ± 0,15a
40	86,77 ± 3,07a	81,64 ± 2,17b
30	81,58 ± 2,90b	61,55 ± 3,18c
20	72,72 ± 2,45c	43,90 ± 2,19d
10	66,09 ± 1,88c	33,07 ± 1,95e
5	44,17 ± 2,09d	14,60 ± 1,88f
1	26,07 ± 3,72e	6,51 ± 0,76g
0,5	11,40 ± 1,07f	2,41 ± 0,81g

OEFCr: óleo essencial folhas de *C. regium*; OEGCr: óleo essencial galhos *C. regium*. Médias seguidas de (±) desvio padrão seguidas de letras diferentes na coluna são significativas ao teste de Duncan ($p < 5\%$).

Fonte: Autores, 2021.

Na Figura 2, é possível verificar o decaimento da (%) oxidativa sobre o sistema β -caroteno e ácido linoleico. A conc. é diretamente correlacionada com a atividade oxidativa do β -caroteno entre a primeira e última leitura. Como apresentado anteriormente na (Tab. 1 e 2), ambos OEs são exímios agentes antioxidantes em diferentes tipos de modelos oxidantes.



Fonte: Autores, 2021.

Fig. 2 - Atividade antioxidante pelo sistema β -caroteno e ácido linoleico em diferentes concentrações de óleo essencial das folhas e galhos de *Cochlospermum regium*.

Discussão

O rendimento obtido para OEs folhas e galhos de *C. regium* exibiram moderado valor de extração. As folhas apresentaram melhor (%) de extração. Comparar dados de rendimento de OEs no gênero *Cochlospermum* apresenta certa dificuldade devido à falta de dados quanto a estudos dos órgãos aéreos.

Inácio e colaboradores⁽²³⁾ avaliaram o órgão foliar de *C. regium* quando a constituição química do OE, onde identificaram 32 compostos, com predominância de 96,87 % de sesquiterpenos, e como compostos majoritários o β -copaen-4- α -ol 18,73 % e viridiflorol com 12,67 %. Para o OE de *Cochlospermum angolense* com 68,8 % de sesquiterpenos e como compostos majoritários o germacreno D com 9,4 %, α -cadinol 7,4 % e 10-Epicubenol com 6,2 % para o órgão foliar.⁽²⁴⁾

Em *Cochlospermum vitifolium* Almeida e colaboradores⁽²⁵⁾ também observaram predominância de sesquiterpenos e como compostos majoritários o β -cariofileno 46,5 %, α -humuleno 26 % e β -pineno com 10,6 % para o OE do órgão foliar. No estudo de Ouattara e colaboradores⁽²⁶⁾ avaliando o rizoma, os pesquisadores encontraram rendimento com valor = 0,12 % para OE de *Cochlospermum planchoni*, com predominância de 86,4 % de compostos oxigenados dos grupos das cetonas e ésteres. Ainda nesse estudo, como compostos majoritários o tetradecan-3-ona com 30,6 %, tetradecen-3-ona 15,3 %, tetradecil acetato 15,0 % e dodecil acetato com 12,4 %. Benoit-Vical e colaboradores⁽²⁷⁾ avaliaram o OE extraído do rizoma de *C. planchonii* e *Cochlospermum tinctorium* onde encontraram resultados similares.

O potencial antioxidante dos OEs folhas e galhos de *C. regium* exibiram satisfatória atividade redutora, sugerindo que há a presença de compostos altamente oxidativos. Outros estudos avaliando o gênero *Cochlospermum*, são possíveis observar que as espécies inseridas neste clado apresentam potencial atividade antioxidante. No estudo revisando dados de *C. tinctorium*, Ahmad e colaboradores⁽⁶⁾ apresentam essa espécie com potencial atividade antioxidante na redução do radical DPPH, radical hidroxila e na redução dos íons férrico tanto para os extratos quanto o OE.

De acordo com Ferronato e colaboradores⁽²²⁾, Pedroso e colaboradores⁽²⁸⁾ a atividade antioxidante é vastamente utilizada para se avaliar quanto um composto isolado ou não, é capaz de reduzir (eliminar) formas reativas oxidantes. Além disso, deve-se sempre comparar com dois ou mais modelos de radicais livres para que haja comparação entre os modelos e assim, prever e nortear o uso tanto na indústria de alimentos, farmacêutica, bioprocessos e agrícola.^(29,30,31,32,33)

Nossos dados demonstraram que o rendimento de extração dos OEs folhas e galhos variaram entre si, e que as atividades antioxidantes dos mesmos, apresentaram importantes resultados na redução do radical livre DPPH e no sistema β -caroteno e ácido linoleico, tornando ambos os OEs de *Cochlospermum regium* promissores para novos fármacos no combate aos radicais livres, garantindo também a preservação desta espécie em risco de extinção.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde; aos laboratórios de Ecofisiologia, Química Tecnológica, Sistemática Vegetal e Herbário.

Referências bibliográficas

1. Camillo J, Scherwinski JE, Vieira RF, Peixoto JR. Conservação *in vitro* de *Cochlospermum regium* (Schrank) Pilg. Cochlospermaceae sob regime de crescimento mínimo. Rev Bras Pl Med. 2009;11(2):184-9. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722009000200012>
2. Latrubesse EM, Arima E, Ferreira ME, Nogueira SH, Wittmann F, Dias MS, *et al.* Fosterin water resource governance and conservation in the Brazilian Cerrado biome. J Soc Com Bio. 2019;1(9). DOI: <https://doi.org/10.1111/csp2.77>
3. Pedroso TFM, Bonamigo TR, Da Silva J, Vasconcelos P, Félix JM, Cardoso CAL, *et al.* Chemical constituents of *Cochlospermum regium* (Schrank) Pilg. root and its antioxidant, antidiabetic, antiglycation, and anticholinesterase effects in Wistar rats. Bio Pharmc. 2019;111:1383-92. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.01.005>
4. Mohan S, Nandhakumar L. Role of various flavonoids: hypotheses on novel approach to treat diabetes. J Med Hypot Ideas. 2014;8(1):1-6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmhi.2013.06.001>
5. Sólón S. Análises fitoquímica e farmacognóstica da raiz de *Cochlospermum regium* (Mart. et Schr.) Pilger, Cochlospermaceae. [Tesis de grado]. Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária; Brasília; 2009.
6. Ahmad MH, Jatau AI, Khalid GM, Alshargi OU. Traditional uses, phytochemistry, and pharmacological activities of *Cochlospermum tinctorium* A. Rich (Cochlospermaceae): a review. J Pharm Sci. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43094-020-00168-1>
7. Arunachalan K, Damazo AS, Pavan E, Oliveira DM, Figueiredo FF, Machado MTM, *et al.* *Cochlospermum regium* (Mart. ex Schrank) Pilg.: Evaluation of chemical profile, gastropotective activity and mechanism of action of hydroethanolic extract of its xylopodium in acute and chronic experimental models. J Ethnopharma. 2019;233:101-14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.01.002>
8. Batista PF, Costa AC, Megguer CA, Lima J, Sales J. Overcoming dormancy and characterization of germination in Cerrado ‘algodãozinho’ seeds treated with dimethyl sulphoxide. South A J Bot. 2014;92:89-93. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2014.02.004>
9. Camillo J. Germinação e conservação em germoplasma de algodão do campo *Cochlospermum regium* Mart. ex Schrank Pilger). [Tesis de grado]. Universidade de

- Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária: Brasília; 2008 [acceso: 14/12/2021]. Disponible en: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/4158>
10. Galvão FO, Dantas FG, Santos CR, Marchioro SB, Cardoso CA, Wender H, *et al.* *Cochlospermum regium* (Schrank) pilger leaf extract inhibit methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* biofilm formation. *J Ethnopharma.* 2020;261. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113167>
 11. Leme DE, Rodrigues AB, Almeida-Apolonio AA, Dantas FGDS, Negri MFN, Svidzinski TIE, *et al.* *In vitro* control of uropathogenic microorganisms with the ethanolic extract from the leaves of *Cochlospermum regium* (Schrank) Pilger. *Evi Bas Compl Alt Med.* 2017. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/4687154>
 12. Brum RL, Honda NK, Hess SC, Cruz AB, Moretto E. Antibacterial activity of *Cochlospermum regium* essential oil. *Fitoterapia.* 1997 [acceso: 14/12/2021];68(1):79-80. <https://eurekamag.com/research/002/756/002756261.php>
 13. Gavilan NH, Furlan FC, Zorz AZ, Oliveira LS, Campos WF, Brondani GE. Chemical sterilization of culture medium for *in vitro* multiplication of *Cochlospermum regium*. *Cienc Rural.* 2018;48(9). DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170581>
 14. Sousa CMM, Rocha E, Silva H, Vieira-Jr GM, Ayres MCC, Da Costa CLS, *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. *Quim Nova.* 2007;30(2):351-5. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200021>
 15. Wu J. Tackle the free radicals damage in COVID-19. *Nitric Oxide.* 2020;102:39-41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.niox.2020.06.002>
 16. Poprac P, Jomova K, Simunkova M, Kollar V, Rhodes CJ, Valko M. Targeting free radicals in oxidative stress-related human diseases. *Trends Pharma Sci.* 2017;38(7):592-607. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tips.2017.04.005>
 17. Carvalho RE, Carollo CA, Magalhães JC, Palumbo JMC, Boaretto AG, Nunes IC, *et al.* Antibacterial and antifungal activities of phenolic compound-enriched ethyl acetate fraction from *Cochlospermum regium* (Mart. Et. Schr.) Pilger roots: Mechanisms of action and synergism with tannin and gallic acid. *South A J Bot.* 2018;114:181-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2017.11.010>
 18. Wang XQ, Wang W, Peng M, Zhang XZ. Free radicals for cancer theranostics. *Biomaterils.* 2021;266. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2020.120474>
 19. Rosa CS, Veras KS, Silva PR, Lopes Neto JJ, Cardoso HLM, Alves LPL, *et al.* Composição química e toxicidade frente *Aedes aegypti* L. e *Artemia salina* Leach do óleo

- essencial das folhas de *Myrcia sylvatica* (G. Mey) DC. Rev Bras Pl Med. 2016;18(1):19-26. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_006
20. Barros DBS, Silva MHM, Dos Santos RHG, Oliveira AFM. Tempo de extração para óleo essencial de *Croton* spp. (Euphorbiaceae). Rev Bras M Am. 2018 [acceso: 14/12/2021];3(1):37-40. Disponible en: <https://www.revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/39>
21. Mezza NG, Borgarello AV, Grosso NR, Fernandez H, Pramparo MC, Gayol MF. Antioxidant activity of rosemary essential oil fractions obtained by molecular distillation and their effect on oxidative stability of sunflower oil. Food Chem. 2018;242:9-15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.042>
22. Ferronato R, Marchesan ED, Bednarski F, Alencar SM, Onofre SB. Atividade antioxidante dos óleos essenciais produzidos por *Baccharis dracunculifolia* D. C. e *Baccharis uncinella* D. C. (Asteraceae). Arq Ciênc Saud Unipar. 2006 [acceso: 14/12/2021];10(2):67-70. Disponible en: <https://revistas.unipar.br/index.php/saude/article/view/267>
23. Inácio MC, Paz TA, Bertoni BW, Vieira MA, Marques MO, Pereira MA. Histochemical investigation of *Cochlospermum regium* (Schrank) Pilg. Leaves and chemical composition of its essential oil. Nat Prod Res. 2014;28(10):727-31. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2013.879133>
24. Leonardi M, Giovanelli S, Cioni PL, Flamini G, Pistelli L. Evaluation of volatile constituents of *Cochlospermum angolense*. Nat Prod Commun. 2012;7:629-32. DOI: <https://doi.org/10.1177%2F1934578X1200700522>
25. Almeida SCX, Lemos TLG, Silveira ER, Pessoa ODL. Volatile and non-volatile chemical constituents of *Cochlospermum vitifolium* (Willdenow) Sprengel. Quim Nova. 2005;28(1):57-60. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000100012>
26. Ouattara L, Koudou J, Obame LCE, Karou DS, Traore A, Bessièrè JM. Chemical composition and antibacterial activity of *Cochlospermum planchonii* Hool. f. ex Planch essential oil from Burkina Faso. Pakistan J Biol Sci. 2007;10(22):4177-9. DOI: <https://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2007.4177.4179>
27. Benoit Vical F, Valentin A, Mallié M, Bessièrè JM. Antiplasmodial activity of *Cochlospermum planchonii* and *C. tinctorium* tubercle essential oils. J Ess O Res. 2001;13(1):65-7. DOI: <https://doi.org/10.1080/10412905.2001.9699609>

28. Pedroso TFM, Bonamigo TR, Silva J, Vasconcelos P, Félix JM. Chemical constituents of *Cochlospermum regium* (Schrank) Pilg. root and its antioxidant, antidiabetic, antiglycation, and anticholinesterase effects in Wistar rats. Biomed Pharma. 2019;111:1383-92. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.01.005>
29. Da Silva LA, Raposo JDA, Campos LPG, Da Conceição EC, De Oliveira RB, Mourão RHV. Atividade antioxidante do óleo essencial de *Myrcia sylvatica* (G. Mey.) DC. por diferentes métodos de análises antioxidantes (ABTS, DPPH, FRAP, β -caroteno/ácido linoleico). Rev Fitos. 2018 [acceso: 14/12/2021];12(2):117-26. Disponible en: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/27866>
30. Solon S, Carollo CA, Brandão LF, De Macedo CS, Klein A, Dias CA. Phenolic derivatives and other chemical compounds from *Cochlospermum regium*. Quim Nova. 2012;35(6):1169-72. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000600019>
31. Mahendra C, Murali M, Manasa G, Ponnamma P, Abhilash MR, Lakshmeesha TR, et al. Antibacterial and antimutagenic potential of biofabricated zinc oxide nanoparticles of *Cochlospermum religiosum* L. Microb Patho. 2017;110:620-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.07.051>
32. Favi GA, Dassou GH, Adomou AC, Fandohan AB, Sogbohossou EOD, Yedomonhan H, et al. *Cochlospermum planchonii* Hook. f. ex Planch. and *Cochlospermum trinctorium* Perrier ex A. Rich.: extent of knowledge and prospects for sustainable use in West Africa. Genetic Res Crop Evol. 2021;68:25-44. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10722-020-01062-8>
33. Merouane A, Fellag S, Noui A. Variation of phenolic content and antioxidant activity in organs and populations of *Phlomis crinita* L. Rev Cubana Pla Medic. 2020 [acceso: 14/12/2021];25(4):e1123. Disponible en: <http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/1123/459>

Conflictos de intereses

Não há conflitos de interesses entre os autores.

Contribuição dos autores

Conceptualización: Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho.

Curación de datos: Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho, Matheus Vinícius Abadia Ventura.

Análisis formal: Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho.

Adquisición de fondos: Carlos Frederico de Souza Castro, Marconi Batista Teixeira, Frederico Antônio Loureiro Soares.

Metodología: Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho.

Administración del proyecto: Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho.

Supervisión: Frederico Antônio Loureiro Soares.

Redacción del borrador original: Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho, Hellen Regina Fernandes Batista-Ventura.

Redacción, revisión y edición: Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho, Matheus Vinícius Abadia Ventura.