

RELAÇÃO DA COLONIZAÇÃO MICORRÍZICA COM O ACÚMULO DE COMPOSTOS FLAVÔNICOS EM FOLHAS DE *Anadenanthera colubrina* (VELL.) BRENAN OCORRENDO EM UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA

João Gabriel Lira de Carvalho^{1,2}, Carmelo José Albanez Bastos Filho⁴,
Aline Costa da Mota³, Fábio Sérgio Barbosa da Silva^{1,2}

¹Laboratório de Análises, Pesquisas e Estudos em Micorrizas – LAPEM, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil (joao.gabriel@upe.br)

²Programa de Pós-graduação em Biologia Celular e Molecular Aplicada, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil

³Laboratório de Florística e Sistemática Vegetal – LabFlora, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco (UPE), Rua Arnóbio Marques, 310, Santo Amaro, Recife, PE, 50100-130, Brasil

⁴Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas, Escola Politécnica de Pernambuco, UPE, Rua Benfica, 455, Recife, Pernambuco, 50720-001, Brasil

Resumo: O objetivo foi verificar a relação da produção de flavonoides e de proantocianidinas foliares de uma população natural de *Anadenanthera colubrina* com a colonização micorrízica, em duas estações. Os compostos flavônicos foliares apresentaram maior acúmulo durante a estação chuvosa. A colonização micorrízica não apresentou variação entre as estações, no entanto, a estacionalidade influenciou a relação da colonização micorrízica com os metabólitos em folhas de *A. colubrina*.

Palavras-chave: Angico; ambiente natural; atividade micorrízica; metabólitos.

INTRODUÇÃO

Algumas árvores nativas apresentam relevância medicinal, como *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (Delices et al., 2023). Tal aplicação é devida aos bioativos presentes em seus tecidos, como os flavonoides (Soldati e Albuquerque, 2011; Mota et al., 2017; Medeiros et al., 2021; Delices et al., 2023), que conferem diversas propriedades (Maia et al., 2021; Sousa et al., 2021; Ramos et al., 2024; Pimentel et al., 2024). No entanto, alguns fatores podem influenciar a concentração de tais compostos, como a precipitação e sazonalidade (Mwamatope et al., 2021; Formato et al., 2022; Araújo et al., 2017).

Além disso, outro fator que pode modular a produção desses bioativos são os fungos micorrízicos arbusculares (FMA), microrganismos biotróficos obrigatórios que formam simbiose com a maioria das espécies vegetais (Wijayawardene et al., 2024) e podem beneficiar o crescimento vegetal (An et al., 2025) e a produção de metabólitos secundários (Barreto et al., 2026). Nesse aspecto, o benefício da micorrização de *A. colubrina* é bem documentado em

mudas cultivadas em casa de vegetação (Pedone-Bonfim et al., 2013; Falcão et al., 2022; 2023; 2024; Carvalho et al., 2024), no entanto, não há registros do seu efeito em populações naturais dessa leguminosa.

A partir disso, é importante compreender o papel desses fungos na produção de metabólitos em plantas ocorrendo naturalmente, considerando também como a sazonalidade pode influenciar essa associação. Nessa perspectiva, é possível determinar o momento com maior acúmulo de bioativos vegetais. Além disso, visando à sustentabilidade do uso dos recursos naturais, é válido optar por de tecidos renováveis, como as folhas de *A. colubrina* (Japiassú et al., 2016), que podem ser oferecidas às indústrias de fitoformulações que utilizam sua fitomassa.

Portanto, foi testada a hipótese de que o acúmulo de bioativos foliares de *A. colubrina*, ocorrendo naturalmente, é influenciado pela estação do ano e apresenta relação com a colonização micorrízica. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar se a produção de flavonoides e de proantocianidinas foliares apresenta relação com a

colonização micorrízica em uma população natural de *A. colubrina*, e se a estação do ano pode influenciar nessa relação.

MATERIAL E MÉTODOS

O material vegetal e o solo foram coletados em um fragmento de Floresta Atlântica Estacional, próximo à estrada do município de Timbaúba, Pernambuco, Brasil (7°31'52.1"S; 35°19'09.9"W). O local apresenta as condições climáticas descritas na tabela 1 (Tabela 1). A coleta foi realizada em indivíduos de *A. colubrina* distantes 12 m entre si.

Tabela 1. Condições climáticas da região (Timbaúba, Pernambuco, Brasil) de coleta de uma população de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan

Características	Atributos do local
Clima	Tropical com precipitação outono-inverno
Classificação (Köppen)	AS (clima tropical quente e úmido)
Estação chuvosa	Março-julho
Estação seca	Agosto-fevereiro
Evapotranspiração potencial	1450-1550 mm/ano
Umidade relativa aproximada	100 %
Temperatura (outubro, 2024)	23 - 31 °C
Temperatura (março, 2025)	24 - 33 °C
Precipitação acumulada em outubro, 2024 (tratamento 1)	9,2 mm
Precipitação acumulada em março, 2025 (tratamento 2)	178,5 mm

Fontes: Atlas climatológico de Pernambuco (APAC, 2023); boletins pluviométricos mensais da Agência Pernambucana de Águas e Clima (apac.pe.gov.br); Köppen Brasil (Koppenbrasil.github.io); WeatherSpark.com.

O delineamento foi inteiramente casualizado com dois tratamentos: estação seca (1) e estação chuvosa (2), com dez repetições cada. Foram coletadas amostras de folhas e de solo, oriundas de três subamostras de cada indivíduo.

As amostras de folhas foram coletadas dos ramos mais baixos, em pontos equidistantes, formando uma amostra composta para cada indivíduo. As amostras

de solo rizosférico foram coletadas na projeção da copa, numa profundidade de até 20 cm, também em três pontos equidistantes, formando uma amostra composta. Esses procedimentos foram realizados em ambas as estações seca (outubro de 2024 - indivíduos em processo de perda foliar) e chuvosa (março de 2025 - indivíduos com folhas jovens a maduras). Os indivíduos tiveram o tronco marcado com etiquetas metálicas para identificação. Foram coletadas e herborizadas amostras dos ramos de acordo com os métodos tradicionais (Mori et al. 1989), para confirmação das espécies e preparo de exsicatas, as quais foram depositadas no Herbário Geraldo Mariz - UFP (Voucher: 101925), da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil (8°03'02.4"S 34°56'52.0"W). Todas as amostras (vegetais e da rizosfera) foram registradas no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen), sob o número ACBD963.

As amostras de solo coletadas foram utilizadas para formar duas amostras compostas, de acordo com as estações do ano, que foram caracterizadas pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA). O solo, classificado como franco arenoso, apresentou a seguinte caracterização, em estação chuvosa e seca, respectivamente: 14,8 e 14,6 % de água disponível; 33 e 37 mg de P dm⁻³; 0,52 e 0,68 µmolc K dm⁻³; 8,25 e 8,70 µmolc de Ca dm⁻³; e 4,50 e 4,30 µmolc Mg dm⁻³.

As análises do material foliar e de solo foram realizadas no Laboratório de Análises, Pesquisas e Estudos em Micorrizas, Universidade de Pernambuco (LAPEM/UPE), Brasil (8°24'143"S; 34°53'15.086"W). As folhas foram superficialmente limpas e termicamente estabilizadas (72 h, 45 °C). Em seguida, foram seccionadas, porcionadas (500 mg) e transferidas para frascos âmbar contendo etanol (95 %) (Química Moderna®, São Paulo, Brasil). Foi realizada a extração assistida por banho ultrassônico (100 W, 40 kHz, 30 min) (SolidSteel®, São Paulo, Brasil) (Goltz et al., 2018, modificado) e o extrato foi filtrado e armazenado em freezer (-18 °C) até o momento das análises.

A dosagem de flavonoides totais foliares foi realizada pelo método de complexação com cloreto de alumínio (Araújo et al., 2008, modificado) e a rotina (Sigma-Aldrich®, São Paulo, Brasil) adotada como padrão ($y = 0,0024x - 0,085$, $R^2 = 0,9971$). Para isso, 100 µL de extrato vegetal, 60 µL de ácido acético glacial (Química Moderna®, São Paulo, Brasil), 1000 µL de piridina-metanol (2:8) (AppliChem GmbH® & Panreac Química®, Darmstadt, Alemanha & Barcelona, Espanha; Celab®, Pernambuco, Brasil), 250 µL de cloreto de alumínio (5 %) (Dinâmica®, São Paulo/Brasil) e 1100 µL de água destilada em frasco âmbar. A solução foi agitada em vórtex (Biomixer

Ltd., São Paulo, Brasil) e mantida em repouso, sob proteção da luz, por 30 minutos. Após isso, a leitura foi realizada em espectrofotômetro (420 nm de comprimento de onda) (Thermo Fisher Scientific®, Massachusetts, EUA).

A quantificação de proantocianidinas foliares totais foi realizada adicionando 1000 µL de extrato vegetal com 2000 µL de vanilina ácida (2 %) (Química Moderna®, São Paulo, Brasil) (Queiroz et al., 2002, modificado). A solução foi agitada em vórtex (Biomixer Ltd., São Paulo, Brasil) e mantida em repouso durante 15 minutos; em seguida, realizada a leitura a 500 nm de comprimento de onda (Thermo Fisher Scientific®, Massachusetts, EUA). A catequina (Sigma-Aldrich®, São Paulo, Brasil) foi utilizada como curva padrão ($y = 0,0412x + 0,0026$, $R^2 = 0,9999$).

O solo coletado foi seco em temperatura ambiente e as raízes foram separadas para realização da análise da colonização micorrízica. As raízes foram lavadas, clarificadas com KOH 10 % (Dinâmica®, São Paulo, Brasil), acidificadas em HCl (1 %) (Química Moderna®, São Paulo, Brasil) e coradas em Azul de Trypan (0,05 % em lactoglicerol) (Vetec Ltda., Rio de Janeiro, Brasil) (Phillips e Hayman 1970, modificado). A partir disso, foi estimado o percentual de colonização micorrízica total pelo método de intersecção de quadrantes (Giovannetti e Mosse, 1980).

Os dados foram analisados pelo teste *t* (5 %), utilizando o *software* Assistat (7.7). Adicionalmente, foi realizado o teste de correlação de *Spearman* entre as variáveis, utilizando a Plataforma Colaborativa *Google*. As etapas da metodologia foram sumarizadas na Figura 1.

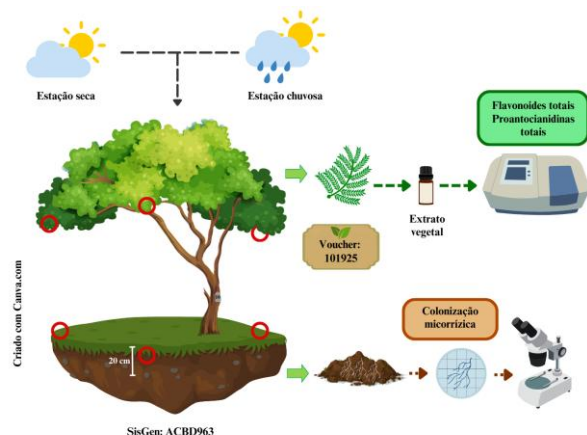


Figura 1. Sumarização das etapas da metodologia de coleta, análises fitoquímicas e de colonização micorrízica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de flavonoides totais e de proantocianidinas totais em folhas de *A. colubrina* tiveram incrementos de, aproximadamente, 25 % e 100 %, respectivamente, durante a época chuvosa, comparada à época seca (Figura 3). Tais resultados estão em discordância com o observado por Araújo et al. (2017), tendo em vista que a maior concentração de bioativos em folhas de *A. colubrina* estava presente durante a época seca em área de Caatinga. Esse comportamento pode estar relacionado com a região da coleta, tendo em vista que há diferença na produção de metabólitos em domínios fitogeográficos distintos (Santana et al., 2024).

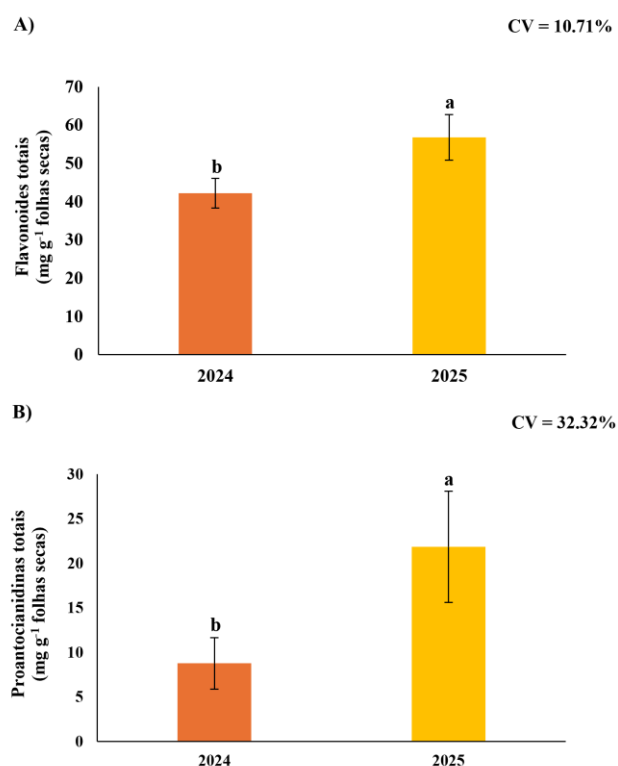


Figura 2. Concentração (mg g⁻¹ de folhas secas) de flavonoides totais (A) e de proantocianidinas totais (B) de folhas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, em ambiente natural ($n = 30$), durante estação seca (2024; 9.2 mm) e estação chuvosa (2025; 178.5 mm). CV (%): coeficiente de variação. Médias seguidas pelas mesmas letras não apresentam diferença significativa pelo teste *t* (5 %). Barras significam desvio padrão das médias.

A concentração dos compostos secundários obtida no presente estudo também foi superior à registrada em folhas de mudas da mesma espécie cultivadas em casa de vegetação (Pedone-Bonfim et al., 2013; Falcão et al., 2022; 2024). A partir disso, é possível apresentar às indústrias que utilizam a fitomassa de *A. colubrina*,

em formulações cosméticas e fitomedicamentos, as folhas como uma alternativa mais abundante e sustentável para obtenção do material vegetal, especialmente durante o período de chuvas. Assim, é possível evitar danos permanentes às populações vegetais, decorrentes da extração desordenada de cascas (Botha et al., 2004; Silva et al., 2018).

Além disso, a colonização micorrízica não apresentou diferença significativa entre as estações (Figura 3), com cerca de 60 % de ocupação do córtex radicular pelos FMA. E, confirmando a hipótese, a colonização foi correlacionada com concentração de compostos flavônicos foliares, no entanto, isso foi dependente da estação do ano, com ambos os bioativos avaliados apresentando alta correlação durante a estação seca, ($r \geq 0,7$; $p \leq 0,05$); no entanto, tal padrão não foi registrado durante a estação chuvosa ($r \geq 0,1$; $p \leq 0,05$).

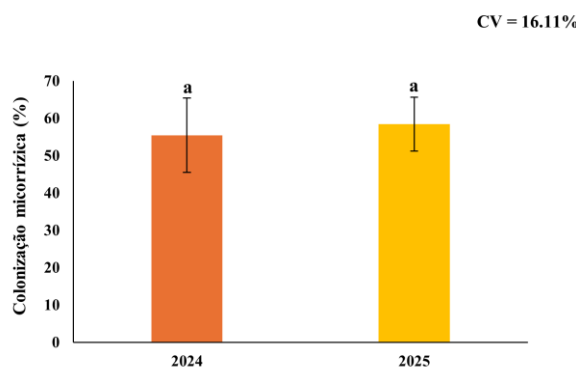


Figura 3. Colonização micorrízica (%) total *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, em ambiente natural ($n=30$), durante estação seca (2024; 9.2 mm) e estação chuvosa (2025; 178.5 mm). CV (%): coeficiente de variação. As médias seguidas pelas mesmas letras não apresentam diferença significativa pelo teste t (5 %). Barras significam desvio padrão das médias.

Tal comportamento pode estar relacionado com a alta demanda de nutrientes de *A. colubrina* (Guaraná et al., 2021), o que pode ter sido desencadeado pela colonização micorrízica durante a estação seca (Akter et al., 2024). Em contrapartida, o fato de não haver correlação significativa durante a estação chuvosa deve estar relacionado à eficiência de absorção reduzida dos FMA em ambientes com maior disponibilidade de água (Maiti et al., 2013). Além disso, outro fator que pode ter influenciado é a proporção de estruturas no micélio do FMA, uma vez que durante períodos chuvosos pode haver maior estímulo para a formação de estruturas de armazenamento (vesículas) em comparação às estruturas de troca de nutrientes (arbuscúlos) (Martínez-García et al., 2012). Nesse sentido, para

confirmar tais hipóteses, são necessários mais estudos que avaliem outros parâmetros de atividade micorrízica, como o percentual de estruturas micorrízicas colonizando a raiz, a deposição de Proteínas do Solo Relacionadas à Glomalina (PSRG) e a produção de glomerosporos.

CONCLUSÃO

A colonização micorrízica é correlacionada com a concentração de flavonoides totais e de proantocianidinas totais foliares de *A. colubrina* em ambiente natural durante a estação seca. No entanto, o maior acúmulo desses metabólitos ocorre durante a estação chuvosa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) (IBPG-0039-2.02/25), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (306119/2024-2) e à Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES). Os autores também agradecem a Carlos André Costa e Eduarda Lins Falcão e Thiago Jófili Gomes pelo auxílio durante as coletas do material biológico.

REFERÊNCIAS

- Akter, S., Kamruzzaman, Md., Sarder, M.P., Amin, Md.S., Joardar, J.C., Islam, M.S., Nasrin, S., Islam, M.U., Islam, F., Rabbi, S., Halder, M. Mycorrhizal fungi increase plant nutrient uptake, aggregate stability and microbial biomass in the clay soil. *Symbiosis*, 93, 163–176, 2024.
- APAC. Atlas climatológico do Estado de Pernambuco: normais climatológicas 1991-2020. Agência Pernambucana de Águas e Clima. Gerência de Meteorologia e Mudanças Climáticas. 2023.
- Araújo, T.A. de S., Alencar, N.L., de Amorim, E.L.C., de Albuquerque, U.P. A new approach to study medicinal plants with tannins and flavonoids contents from the local knowledge. *J. Ethnopharmacol.* 120, 72–80, 2008.
- Araújo, D., da Silva, L., Harand, W., Fernandes, J., Soares, T., Langassner, S., Giordani, R., Ximenes, R., da Silva, A., da Silva, M., Correia, M., 2017. Effects of rainfall on the antimicrobial activity and secondary metabolites contents of leaves and fruits of *Anadenanthera colubrina* from *Caatinga* Area. *Pharmacogn. J.* 9, 435–440, 2017.
- An, X.P., Zhang, Z.Z., Zhou, L.J., Feng, H.D., Sun, R.-T., Hashem, A., Abd-Allah, E.F., Wu, Q.S. Phosphorus absorption by mycorrhizal extraradical



hyphae accelerates plant growth and active ingredient production in *Polygonum cuspidatum*. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 12, 123, 2025.

Barreto, C.B., Kapoor, R., Wu, Q.S., Hijri, M., Alberton, O., Bastos-Filho, C.J.A., Silva, M.D.C., Silva, F.S.B. Bioactive plant secondary metabolite production enhanced by AMF choice in mixed inoculum. Rhizosphere 36, 101198, 2025.

Barreto, C.B., Neto, F.C.B., Bastos-Filho, C.J.A., Wu, Q.S., Silva, M.D.C., Silva, F.S.B. Mycorrhizal consortium: an option to modulate leaf lectin biosynthesis. Rhizosphere, 37, 101242, 2026.

Bencherif, K., Tifour, M., Dalpè, Y., Lounès-Hadj Sahraoui, A. Native arbuscular mycorrhizal inoculation enhances secondary metabolite contents in *Tamarix gallica* grown in saline soil. Symbiosis, 94, 71–80, 2024.

Botha, J., Witkowski, E.T.F., Shackleton, C.M. The impact of commercial harvesting on *Warburgia salutaris* ('pepper-bark tree') in Mpumalanga, South Africa. Biodivers. Conserv. 13, 1675–1698, 2004.

Carvalho, J.G.L., Falcão, E.L., Bastos Filho, C.J.A., Wu, Q.-S., Silva, F.S.B., 2024. Separate application of vermicompost and mycorrhization enhances antioxidant production and SPF in *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan Seedlings. Microbiol. Res., 15, 2713–2725, 2024.

Delices, M., Muller, J.A.I., Arunachalam, K., Martins, D.T.O. *Anadenanthera colubrina* (Vell) Brenan: Ethnobotanical, phytochemical, pharmacological and toxicological aspects. J. Ethnopharmacol., 300, 115745, 2023.

Falcão, E.L., Bastos Filho, C.J.A., Silva, F.S.B. Arbuscular mycorrhizal fungi enhance the Sun Protection Factor (SPF) biosynthesis in *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan leaves. Rhizosphere, 24, 100595, 2022.

Falcão, E.L., Muniz, B.C., Bastos Filho, C.J.A., Kapoor, R., Silva, F.S.B. Soil microbial respiration and pH modulated by arbuscular mycorrhizal fungi influence the biosynthesis of health-promoting compounds in *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. Rhizosphere, 26, 100685, 2023.

Falcão, E.L., Barreto, C.B., Hijri, M., Albanez Filho, C.J.B., Silva, F.S.B. No synergy between P and AMF inoculation to improve Sun Protection Factor production in *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan leaves. Rhizosphere, 30, 100916, 2024.

Formato, M., Scharenberg, F., Pacifico, S., Zidorn, C. Seasonal variations in phenolic natural products in *Fagus sylvatica* (European beech) leaves. Phytochem., 203, 113385, 2022

Giovannetti, M., Mosse, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol., 84, 489–500, 1980.

Goltz, C., Ávila, S., Barbieri, J.B., Igarashi-Mafra, L., Mafra, M.R. Ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from *Macela* (*Achyrocline satureioides*) extracts. Ind. Crops Prod., 115, 227–234, 2018.

Guaraná, E., Silva, J., Freire, F., Luiz, R., Silva, T. Changes in soil chemical attributes and nutrition of *Anadenanthera colubrina* and *Eucalyptus* clone under natural fertilizers and biochar. Floresta, 51, pg, 2021.

Japiassú, A., Lopes, K.P., Dantas, J.G., Nóbrega, J.S. Fenologia de quatro espécies arbóreas da Caatinga no Semiárido paraibano. Rev. Verde Agroecologia Desenvol. Sustent., 11, 34–43, 2016.

Maia, C.M.A., Pasetto, S., Silva, J.P.R.E., Tavares, J.F., Costa, E.M.M.B., Murata, R.M. *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan as an inhibitor of HIV-1 BaL infection. Nat. Prod. Res., 36, 1621–1625, 2021.

Maiti, D., Singh, C.V., Variar, M., Mandal, N.P., Anantha, M.S. Impact of rainfall pattern on native arbuscular-mycorrhizal activity influencing phosphorus utilization by direct seeded rainfed upland rice (*Oryza sativa* L.). Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B Biol. Sci., 83, 159–162, 2013.

Martínez-García, L.B., Dios Miranda, J., Pugnaire, F.I. Impacts of changing rainfall patterns on mycorrhizal status of a shrub from arid environments. Eur. J. Soil Biol., 50, 64–67, 2012.

Medeiros, J.G.F., Araujo Neto, A.C., Silva, E.C., Rodrigues, R.M., Demartelaere, A.C.F., Silva, J.V.B. Phytochemical profile and antifungal action of *Anadenanthera colubrina* extract on the quality of maize seeds. Arq. Inst. Biol., 88, e0762019, 2021.

Mori, S.A., Silva, L.A.M., Lisboa, G., Coradin, L. Manual de manejo do Herbário Fanerogâmico - 2 ed. Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, 1989.

Mota, G.S., Sartori, C.J., Miranda, I., Quilhó, T., Mori, F.A., Pereira, H. Bark anatomy, chemical composition and ethanol-water extract composition of *Anadenanthera peregrina* and *Anadenanthera colubrina*. PLoS One, 12, e0189263, 2017.



Mwamatope, B., Tembo, D., Kampira, E., Maliwichi-Nyirenda, C., Ndolo, V. Seasonal variation of phytochemicals in four selected medicinal plants. *Pharmacogn. Res.*, 13, 218–226, 2021.

Pedone-Bonfim, M.V., Lins, M.A., Coelho, I.R., Santana, A.S., Silva, F.S., Maia, L.C. Mycorrhizal technology and phosphorus in the production of primary and secondary metabolites in cebil (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) seedlings. *J. Sci. Food Agric*, 93, 1479–1484, 2013.

Phillips, J.M., Hayman, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 55, 158–IN18, 1970.

Pimentel, V.D., Acha, B.T., Gomes, G.F., Macedo de Sousa Cardoso, J.L., Sena da Costa, C.L., Carvalho Batista, N.J., Rufino Arcanjo, D.D., Alves, W. dos S., de Assis Oliveira, F. Anti-inflammatory effect of *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul in experimental elastase-induced pulmonary emphysema in rats. *J. Ethnopharmacol.*, 332, 118216, 2024.

Queiroz, C.R.A.A., Morais, S.A.L., Nascimento, E.A. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). *Rev. Árvore*, 26, 485–492, 2002.

Ramos, K.A., Soares, I.G.M., Oliveira, L.M.A., Braga, M.A., Soares, P.P.C., Guarneire, G.J., Scherrer, E.C., Silva, F.S., Lima, N.M., La Porta, F.A., Jesus A. S. Andrade, T., Preet, G., Castro, S.B.R., Alves, C.C.S., Carli, A.P. Immunomodulatory effects of *Anadenanthera colubrina* bark extract in experimental autoimmune encephalomyelitis. *Curr. Issues Mol. Biol.*, 46, 8726–8740, 2024.

Santana, A.N., Mendes, J.O.T., Pereira, M.G., Alvarenga, Y.A., Boffo, E.F., Ramos, F.S., El-Bachá, R.S., Araújo, F.M., Torquato, S.J.C., Santos, M.H.L.C., Ferraz, C.G., Ribeiro, P.R., Neta, L.C.S. Influence of seasonality and habitat on chemical composition, cytotoxicity and antimicrobial properties of the *Libidibia ferrea*. *Heliyon*, 10, e30632, 2024.

Silva, J.B., Silva, L.B., Albuquerque, U.P., Castro, C.C. Bark and latex harvesting short-term impact on native tree species reproduction. *Environ. Monit. Assess*, 190, 744, 2018.

Soldati, G.T., Albuquerque, U.P. Impact assessment of the harvest of a medicinal plant (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) by a rural semi-arid community (Pernambuco), northeastern Brazil. *Int. J.*

Biodivers. Sci. Ecosyst. Serv. Manag., 6, 106–118, 2011.

Sousa, P.C.M., Sousa, I.N.A., Leite, L.L.L., Oliveira, A.L.O., Souza, K.A.S., Soares, J.S., Viana, M.R., Amaral, M.P.M. *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir e *Anadenanthera colubrina* como alternativas no tratamento da adição às drogas. *Res. Soc Dev*, 10, e48710414251–e48710414251, 2021.

WeatherSpark, 2025. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/s/31355/3/Condições-meteorológicas-médias-no-inverno-em-Timbaúba-Pernambuco-Brasil#Figures-Temperature>

Wijayawardene, N.N., Hyde, K.D., Mikhailov, K.V., Péter, G., Aptroot, A., Pires-Zottarelli, C.L.A., Goto, B.T., et al. Classes and phyla of the kingdom Fungi. *Fungal Diversity*. 128, 1–165, 2024