Eficácia do oleorresina de copaíba no controle in vitro de *Colletotrichum musae*

Cathariny Rocha Santos[1], Virgínia de Souza Álvares[2], Sabrina Lima da Silva[1], Paulo Eduardo França de Macedo[3] e Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos[2]

[1] Bolsistas, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. [2] Pesquisadores, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. [3] Analista, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Resumo – A antracnose é uma das doenças que se manifesta na etapa pós-colheita de plátanos. Na busca por alternativas sustentáveis e de baixo custo que possam substituir os defensivos agrícolas, o óleo de *Copaifera* sp. se destaca por seu potencial efeito fungistático. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia do oleorresina de copaíba na inibição do crescimento in vitro de *Colletotrichum musae* (Berk & Curt.) von Arx. Os isolados foram obtidos de frutos coletados em diferentes locais. Para os testes de inibição do crescimento micelial, foram avaliadas sete concentrações do oleorresina (0,00; 0,005; 0,01; 0,02; 0,03; 0,05 e 0,10%) em meio de cultura BDA + Tween 20,00 a 1,00% (*V/V*). Os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 7 (isolado x dose). Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de média de Scott-Knott a 5,00% de probabilidade. O crescimento micelial foi determinado por medição do diâmetro das colônias em dois sentidos perpendiculares. Os isolados diferiram entre si quanto à sensibilidade aos tratamentos, com redução a partir da menor dose utilizada. A inibição variou de 35,40 a 62,00%, dependendo da dose de oleorresina utilizada e do isolado fúngico. A dose de 0,10% de oleorresina proporcionou maior inibição do crescimento fúngico para todos os isolados. O oleorresina de copaíba é uma alternativa potencial para o controle de *C. musae* em plátanos da cultivar D'Angola.

Termos para indexação: *Copaifera* sp., Amazônia, Musaceae, bioeconomia, Acre.

Efficacy of copaiba oleoresin in the in vitro control of *Colletotrichum musae*

Abstract – Anthracnose is one of the diseases that manifests in the post-harvest stage of plantains. In the search for sustainable, low-cost alternatives that can replace pesticides, oil *Copaifera* sp. stands out for its potential fungistatic effect. The aim of this study was to evaluate the efficacy of copaiba oleoresin in inhibiting the in vitro growth of *Colletotrichum musae* (Berk & Curt.) von Arx. The isolates were obtained from fruit collected in different locations. For the mycelial growth inhibition tests, seven concentrations of oleoresin were evaluated (0.00; 0.005; 0.01; 0.02; 0.03; 0.05 and 0.10%) in BDA + 1.00% Tween 20.00% (V/V) culture medium. The trials were conducted in a completely randomized design, with four replicates, in a 3 x 7 factorial scheme (isolate x dose). The data was submitted to analysis of variance and Scott Knott's mean test at 5.00% probability. Mycelial growth was determined by measuring the diameter of the colonies in two perpendicular directions. The isolates differed in their sensitivity to the treatments, with a reduction from the lowest dose used. Inhibition ranged from 35.40% to 62.00%, depending on the dose of oleoresin used and the fungal isolate. The 0.10% dose of oleoresin provided the greatest inhibition of fungal growth for all isolates. Copaiba oleoresin is a potential alternative for controlling *C. musae* on D'Angola cultivar.

Index terms: *Copaifera* sp., Amazônia, Musaceae, bioeconomy, Acre.

Introdução

O oleorresina de copaíba é um exsudato vegetal obtido por meio de pequenos cortes na casca do caule de diversas espécies do gênero *Copaifera* spp. (Lima et al., 2021). Esse gênero é composto por 28 espécies (16 encontradas no Brasil e 9 somente na Amazônia brasileira), destacando-se dentre os produtos florestais não madeireiros, por possuir importância socioeconômica devido a seus diversos usos (Gurgel et al., 2019).

Dependendo de sua apresentação, na forma de óleos essenciais, resinas oleosas ou extratos, a copaíba demonstra diferentes atividades biológicas. Dentre elas, destacam-se propriedades antibacteriana, antiparasitária, hemolítica e citotóxica, além de ser relatada como anti-inflamatória, com efeitos neuroprotetores, como inibidora da tirosinase, da lipoxigenase e da produção de óxido nítrico, dentre outros (Gurgel et al., 2019). Sua ação antifúngica também é relatada em alguns trabalhos, como na inibição do crescimento de fungos do gênero *Colletotrichum* sp. (Araújo Neto et al., 2014; Menezes Filho; Castro, 2020; Souza et al., 2023).

A espécie fúngica *Colletotrichum musae* (Berk & Curt.) von Arx é causadora da antracnose em bananas. Essa doença é identificada pela formação de lesões escuras e deprimidas nos frutos e, quando em condições de elevada umidade no ambiente, evolui para a formação de frutificações de coloração rosácea sob as áreas lesionadas. Além disso, um manejo inadequado na etapa pós-colheita promove o processo de infecção e colonização desse fungo, visto que ferimentos na casca dos frutos causados por danos mecânicos podem facilitar a entrada de fitopatógenos (Santos et al., 2015).

Alguns óleos vegetais têm sido relatados como eficazes no controle in vitro desse patógeno, como os óleos essenciais de *Piper aduncum* L. – Piperaceae (Bastos; Albuquerque, 2004); de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf – Poaceae; *Cymbopogon nardus* L. Rendle – Poaceae; e *Eucalyptus citriodora* Hook – Myrtaceae (Alves et al., 2002); de *Mentha arvensis* L. – Lamiaceae (Santos, 2017); *Cymbopogon martinii* (Robx.) W. Wastson – Poaceae; *Melaleuca alternifolia* Cheel – Myrtaceae; *Eugenia caryophyllata* Thunb – Myrtaceae (Barbosa et al., 2015); *Syzygium aromaticum* (L.) Merrill e Perry – Myrtaceae; e óleo de *Rosmarinus officinalis* L. – Lamiaceae (Araújo et al., 2018), dentre outros.

Embora seja citado o efeito do óleo-de-copaíba no controle de *C. musae*, sua apresentação é na forma de óleo essencial (Cruz et al., 2013; Nóbrega, 2018) e não oleorresina. Geralmente, os óleos essenciais são matérias-primas nobres e de menor disponibilidade para os agricultores amazônicos, sendo o uso de oleorresina de copaíba uma iniciativa de redução de custos para a agricultura familiar, agregado ao controle alternativo e orgânico dessa doença, com utilização da biodiversidade local.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia do oleorresina de copaíba na redução do crescimento micelial de *C. musae* em condições de laboratório.

Material e métodos

Plátanos da cultivar D'Angola (AAB) foram adquiridos em um supermercado localizado na cidade de Rio Branco, Acre, e colhidos em duas propriedades rurais no município de Acrelândia. Nas propriedades, o ponto de colheita considerado foi o estádio de maturação 2 (frutos verdes com traços amarelos), de acordo com escala de Von Loesecke (Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura; Produção Integrada de Frutas, 2006).

Os frutos foram transportados para o Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Acre e higienizados em água corrente e sabão neutro. Para obtenção dos isolados, utilizou-se a metodologia de isolamento direto conforme Alfenas et al. (2007). Os frutos foram incubados em câmara úmida a 25 °C por 4 dias, em sacos de polipropileno. Posteriormente, fragmentos da massa de conídios presentes nos frutos foram transferidos para placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo meio de cultivo batata-dextrose-ágar (BDA) com cloranfenicol (50,0 mcg mL^{-1}). Essas placas foram vedadas com parafilme e incubadas em BOD à temperatura de 25 °C. Após 6 dias, discos do meio de cultura com estruturas do patógeno foram transferidos para o centro de novas placas, contendo meio BDA + antibiótico, incubadas nas mesmas condições descritas acima. Esses discos também foram transferidos para tubos de ensaio inclinados e frascos de penicilina com 10,0 mL de capacidade, para conservação conforme recomendado por Castellani (1939). Os frascos foram armazenados em refrigeração a 5 °C para preservação do inóculo.

Os isolados foram enviados ao Laboratório Federal de Defesa Agropecuária em Goiás (LFDA-GO) para caracterização molecular pela amplificação da sequência do gene ITS, sendo denominados: isolado 304, 305 e 306, respectivamente, para frutos coletados no supermercado e em propriedades localizadas nas coordenadas geográficas: latitude -10°0'42,9804"N/longitude

-66°55'49,6452"O e latitude -10°0'47,3436"N/longitude -66°55'44,2726"O.

A extração do DNA foi realizada com o DNeasy Mericon Food Kit (Qiagen) e as amostras de DNA genômico foram submetidas à reação de PCR em termociclador Veriti 96-well (Life Technologies do Brasil), com os *primers* ITS4 e ITS5 a 0,2 µm. A purificação foi realizada com o kit ExoSAP (USB Corporation) e o sequenciamento com o ABI Prism 3500 DNA Analyzer (Life Technologies do Brasil) e auxílio do programa computacional Sequecing Analysis Software 6 (Applied Biosystems).

Para avaliação da eficácia do oleorresina de copaíba (*Copaifera* sp.), o insumo foi adquirido de uma indústria de referência na comercialização de óleos da Amazônia. O material foi autoclavado a 121 °C por 40 minutos até atingir o princípio da obtenção de esterilização completa de fungos e bactérias presentes na matéria-prima.

Diferentes doses do óleo (0,00; 0,005; 0,01; 0,02; 0,03; 0,05 e 0,10%) foram adicionadas ao meio de cultura BDA ainda fundente, com o surfactante polissorbato 20 (Tween 20) a 1,00% na função de tensoativo hidrofílico e cloranfenicol (100,0 mcg mL^{-1}), ou seja, a partir de uma solução estoque, foram preparados os tratamentos ou concentrações acima descritas, incluindo uma testemunha sem adição de oleorresina. O conteúdo foi vertido em placas de Petri de 9,0 cm de diâmetro e ao centro depositou-se um disco de micélio de 0,5 cm. O material foi incubado em BOD a 25 °C. Após 6 dias, foram realizadas medições do diâmetro das colônias com base na fórmula descrita por Menten et al. (1976), em dois sentidos perpendiculares, com auxílio de uma régua graduada, com a finalidade de determinar o crescimento micelial dos fungos em relação à testemunha, de acordo com a Equação 1 abaixo:

$$PCI\ (\%) = (DC - DT)/DC \times 100 \quad (1)$$

em que

PCI = porcentagem da inibição do crescimento micelial (%).

DC = diâmetro médio do tratamento testemunha (sem óleo) (cm).

DT = diâmetro médio de cada tratamento (cm).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 7 (isolados fúngicos x concentrações de oleorresina), com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de média de Scott-Knott a 5,00% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico Sisvar, versão 5.8 (Ferreira, 2011).

Resultados e discussão

O agente causal da antracnose nas amostras analisadas foi identificado como da espécie *C. musae*, com índice de similaridade de 100,00% em comparação com as sequências validadas depositadas no National Center for Biotechnology Information.

Houve interação significativa entre o isolado fúngico e a dose de oleorresina de copaíba utilizada para inibição do crescimento micelial do fungo (Tabela 1).

Tabela 1. Inibição do crescimento micelial[(1)] in vitro do fungo *Colletotrichum musae* sob ação de diferentes doses de oleorresina de copaíba autoclavada.

Isolado	Dose (%)						
	0,00	0,005	0,01	0,02	0,03	0,05	0,10
304	0,0 aE	41,6 aD	43,0 bD	52,5 aC	55,4 aB	60,9 aA	62,0 aA
305	0,0 aF	41,7 aE	44,6 aD	52,7 aC	54,3 aC	56,2 bB	61,9 aA
306	0,0 aF	35,4 bE	37,0 aE	42,5 bD	51,1 bC	53,8 cB	57,3 bA
Média				43,05			
CV (%)[(2)]				3,67			

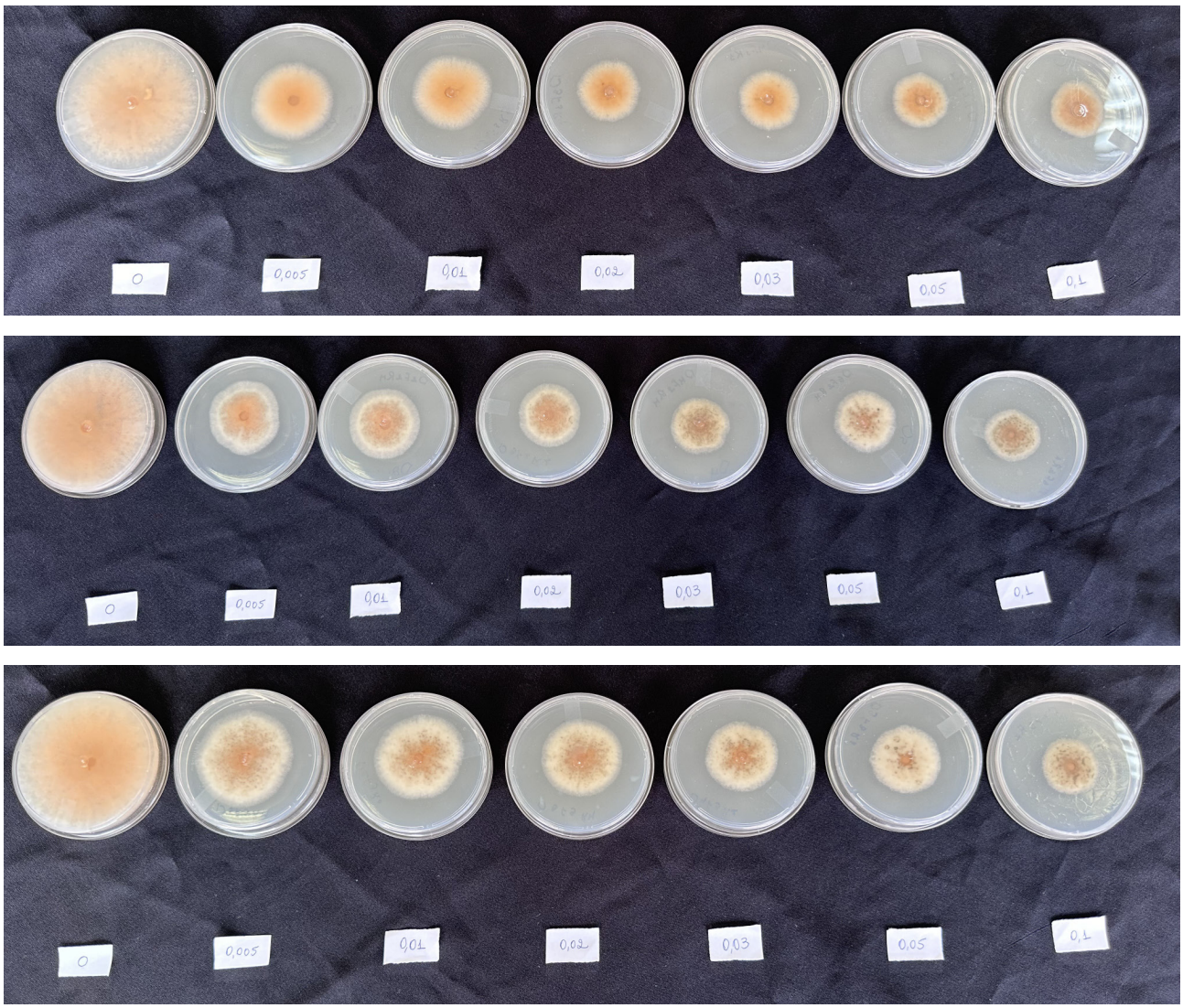
[(1)] Crescimento micelial avaliado em centímetros. [(2)] Coeficiente de variação (CV).

Letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferiram entre si ao nível de 5,00% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Os isolados diferiram entre si quanto à sensibilidade aos tratamentos, com redução do crescimento micelial do fungo a partir da menor dose utilizada, 0,005%, em relação à testemunha (Tabela 1). Santos et al. (2015) afirmaram que na espécie *C. musae* existe uma variabilidade na virulência entre isolados, justificada pela diversidade genética desses em relação à área amostrada.

Observa-se que a eficiência do oleorresina de copaíba na redução do crescimento micelial de *C. musae* aumentou em decorrência da elevação da dose (Figura 1), com valores médios de inibição que variaram de 35,42 a 62,02%, dependendo da dose de oleorresina utilizada e do isolado fúngico (Tabela 1). A dose de 0,10% proporcionou maior inibição do crescimento fúngico para todos os isolados, embora para o isolado 304 esse tratamento não tenha diferido estatisticamente da dose de 0,05% (Tabela 1).

Em estudo in vitro, Lima et al. (2019) verificaram 65,50% de inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum* sp. quando tratado com uma dose de 150,0 µg mL^{-1} de óleo de *Copaifera* sp. (correspondente a 0,075% de oleorresina), sem citar o tipo de óleo e a variedade de banana utilizada.



Fotos: Virgínia de Souza Álvares

Figura 1. Crescimento micelial do fungo *Colletotrichum musae* sob ação de diferentes doses de oleorresina de copaíba autoclavada, em isolados de diferentes localidades.

Já em estudos in vivo, existem indicações da eficiência a partir de doses mais elevadas. Cruz et al. (2013) encontraram uma boa eficiência do óleo essencial de *Copaifera langsdorfii* Desf. a 5,00% para o controle de antracnose em banana 'Nanica', obtendo uma inibição de 83,26% em relação à testemunha. Araújo et al. (2018) encontraram eficiência intermediária do óleo-de-copaíba no controle de *C. musae* em uma concentração de 4,00%, quando comparado a outros óleos, sem informar se foi utilizado o oleorresina ou o óleo essencial de copaíba.

Os efeitos fungistáticos diferenciados entre o oleorresina e o óleo essencial de copaíba estão baseados na presença, de forma significativa, de determinados componentes químicos, a depender da espécie, bem como de suas concentrações (Deus et al., 2011). Os componentes descritos como de maior eficácia são listados como sesquiterpenos e diterpenos. Destacam-se entre esses o *β*-cariofileno e o *β*-bisaboleno (Pieri et al., 2009), sendo o primeiro citado como responsável pelo efeito inibitório no crescimento de fungos (Tobouti et al., 2017). Também são relatados os *α*-humuleno, *α*-copaeno, *α*-bergamoteno e *δ*-cadineno. Com relação aos diterpenos presentes, destacam-se os ácidos copálico, caurenoico, kolavenico, clorechínico (Tobouti et al., 2017), além dos ácidos alepterólico e poliáltico (Trindade et al., 2018). Dessa forma, deve-se considerar que, como existem diferenças na composição química entre óleo essencial e oleorresina de copaíba, a eficiência dos tratamentos também pode ser afetada (Deus et al., 2009).

Esses componentes químicos dos óleos vegetais controlam o fungo fitopatogênico, por meio de alterações morfológicas, ou seja, aumentam a fluidez das membranas, alteram as proteínas ou sua atividade enzimática e destroem organelas de suas células (Knechtle et al., 2014; Shokri, 2016).

Conclusão

1) O oleorresina de copaíba é uma alternativa para o controle de *Colletotrichum musae* em plátanos da cultivar D'Angola.

Agradecimentos

Ao Banco da Amazônia (Basa) pelo auxílio financeiro na pesquisa, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de iniciação científica e ao Laboratório Federal de Defesa Agropecuária em Goiás (LFDA-GO) pelas análises moleculares.

Referências

ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A.; MAFIA, R. G.; GONÇALVES, R. C. Métodos em fitopatologia. In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Isolamento de fungos fitopatogênicos**. Viçosa, MG: UFV, 2007. p. 53-90.

ALVES, E. S. S.; SANTOS, M. P.; SANTOS, R. B.; VENTURA, J. A.; FERNANDES, P. M. B. Eficiência de óleos essenciais no controle *in vitro* da germinação de conídios e do crescimento micelial de *Colletotrichum musae*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 75, nov. 2002.

ARAÚJO NETO, S. E.; FRANCISCO, W. M.; ANDRADE NETO, R. C.; LUSTOSA, C.; RIBEIRO, S. A. L. Controle pós-colheita da antracnose do maracujazeiro-amarelo com aplicação de óleo de copaíba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 509-514, jun. 2014. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-146/13.

ARAÚJO, A. C.; TOLEDO, E. D.; SOARES, R. de O. W. Produtos alternativos no controle de *Colletotrichum* spp. isolados de manga e banana. **Científic@ - Multidisciplinary Journal**, v. 5, n. 3, p. 104-112, nov. 2018. DOI: https://doi.org/10.29247/2358-260X.2018v5i3.p104-112.

BARBOSA, M. S.; VIEIRA, G. H. C.; TEIXEIRA, A. V. Atividade biológica *in vitro* de própolis e óleos essenciais sobre o fungo *Colletotrichum musae* isolado de bananeira (*Musa* spp.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 17, n. 2, p. 254-261, abr./jun. 2015. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084X/13_063.

BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotricum musae* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 5, p. 555-557, set./out. 2004. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-41582004000500016.

CASTELLANI, A. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. **Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 42, n. 15, p. 225-226, June 1939.

CRUZ, M. E. S.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CLEMENTE, E.; ITAKO, A. T.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. J. S. Plant extracts for controlling the post-harvest anthracnose of banana fruit. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 15, n. 4, p. 727-733, set. 2013. Supl. I. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000500013.

DEUS, R. J. A.; CARVALHO, A. S. C.; BANNA, D. A. D. S.; ARRUDA, M. S. P.; ALVES, C. N.; SANTOS, A. S. Efeito fungitóxico *in vitro* do óleo resina e do óleo essencial de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 11, n. 3, p. 347-353, maio 2009. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-05722009000300018.

DEUS, R. J. A.; ALVES, C. N.; ARRUDA, M. S. P. Avaliação do efeito antifúngico do óleo resina e do óleo essencial de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, n. 1, p. 1-7, abr. 2011. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000100001.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, dez. 2011. DOI: https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001.

GURGEL, E. S. C.; OLIVEIRA, M. S. de; SOUZA, M. C.; SILVA, S. G. da; MENDONÇA, M. S. de; SOUZA FILHO, A. P. da S. Chemical compositions and herbicidal (phytotoxic) activity of essential oils of three *Copaifera* species (Leguminosae - Caesalpinoideae) from Amazon - Brazil. **Industrial Crops & Products**. v. 142, article 111850, Dec. 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111850.

KNECHTLE, P.; DIEFENBACHER, M.; GREVE, K. B. V.; BRIANZA, F.; FOLLY, C.; HEIDER, H.; LONE, M. A.; LONG, L.; MEYER, J. P.; ROUSSEL, P.; GHANNOUM, M. A.; SCHNEITER, R.; SORENSEN, A. The natural diyne-furan fatty acid EV-086 is an inhibitor of fungal delta-9 fatty acid desaturation with efficacy in a model of skin dermatophytosis. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 58, n. 1, p. 455-466, Jan. 2014. DOI: https://doi.org/10.1128/aac.01443-13.

LIMA, A. F. B., NASCIMENTO, L. O.; NASCIMENTO, G. O.; SOUZA, R. L.; FERREIRA, J. B.; ALVES, W. F.; NASCIMENTO, F. I. P.; ORTEGA, G. P. Use of vegetable oils in the control of *Colletotrichum* sp. in banana fruits. **African Journal of Agricultural Research**, v. 14, n. 6, p. 287-293, Feb. 2019. DOI: https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13728.

LIMA, C. A. S.; VIOLANTE, I. M. P.; ALVES, W. K. S.; CARVALHO, F. T.; DIAS, N. S.; ANJOS, T. R.; ANDRADE, K. R. N. C.; FRASSON, A. P. Z.; SANTOS, M. D.; CARVALHO, R. C. T. Atualizações sobre as propriedades medicinais do óleo de copaíba (*Copaifera* spp.): uma revisão bibliográfica. **Uniciências**, v. 25, n. 2, p. 100-106, dez. 2021. DOI: https://doi.org/10.17921/1415-5141.2021v25n2p100-106.

MENTEN, J. O. M.; MINUSSI, C. C.; CASTRO, C.; KIMATI, H. Efeito de alguns fungicidas no crescimento micelial de Macrophomina faseolina (Tass.) Goid. “in vitro”. **Fitopatologia Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 57-66, 1976.

MENEZES FILHO, A. C. P.; CASTRO, C. F. S. Avaliação físico-química e atividade antifúngica do óleo essencial de *Myrocarpus fastigiatus* e óleo-resina de *Copaifera multijuga*. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, v. 3, n. 1, p. 117-123, jun. 2020. DOI: https://doi.org/10.5935/10.5935/2595-4407/rac.immes.v3n1p117-123.

NÓBREGA, L. P. **Potencial fungitóxico dos óleos essenciais de copaíba e eucalipto sobre fitopatógenos**. 2018. 36 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. Disponível em: https://dspace.sti.ufcg.edu.br/jspui/handle/riufcg/3534. Acesso em: 5 set. 2024.

PIERI, F. A.; MUSSI, M. C.; MOREIRA, M. A. S. Óleo de copaíba (*Copaifera* sp.): histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 11, n. 4, p. 465-472, abr. 2009. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-05722009000400016.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA E PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS. **Normas de classificação de banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29). Disponível em: https://ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/banana.pdf. Acesso em: 5 set. 2024.

SANTOS, P. C. M.; LIMA, W. G.; BEZERRA, C. S.; MICHEREFF, S. J.; CÂMARA, M. P. S. Diversidade genotípica e patogênica de *Colletotrichum musae* no estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n. 37, n. 2, p. 355-366, jun. 2015.

SANTOS, M. D. R. **Alternativas de controle pós-colheita da antracnose em banana (*Musa* ssp.)**. 2017. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areias, PB. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/27475. Acesso em: 5 set. 2024.

SHOKRI, H. A review on the inhibitory potential of *Nigella sativa* against pathogenic and toxigenic fungi. **Avicenna Journal of Phytomedicine**, v. 6, n. 1, p. 2133, Jan./Feb. 2016. DOI: https://doi.org/10.22038/ajp.2016.6190.

SOUZA, R. L.; BRITO, R. S.; MESQUITA, F. R.; SOUZA, M. C.; SILVA, M. C.; ARCHANIO, B. S.; ALVES, W. F. Avaliação da atividade fungitóxica do óleo de copaíba (*Copaifera* spp.) da Amazônia Ocidental contra a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.) em mamoeiros (*Carica papaya* L.). **Research, Society and Development**, v. 12, n. 12, e92121243960, Nov. 2023. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v12i12.43960.

TOBOUTI, P. L.; MARTINS, T. C. de A.; PEREIRA, T. J.; MUSSI, M. C. M. Antimicrobial activity of copaiba oil: a review and a call for further research. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 94, p. 93-99, Oct. 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.07.092.

TRINDADE, R.; SILVA, J. K.; SETZER, W. N. *Copaifera* of the neotropics: a review of the phytochemistry and pharmacology. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 5, article 1511, May 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/ijms19051511.