

## Prospecção de fungos endofíticos de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet) para o controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, causador da antracnose em açaí (*Euterpe precatoria* Mart.)

*Prospection of endophytic fungus from andiroba (Carapa guianensis Aublet) for the control of Colletotrichum gloeosporioides, causer of anthracnose in açai (Euterpe precatoria Mart.)*

Daniele Cunha da Silveira<sup>1</sup>, Catherine de Farias Sussuarana<sup>2</sup>, Dhâmyla Bruna de Souza Dutra<sup>3</sup>, Itallo Henrique Cardoso Xavier<sup>4</sup>, Beatriz de Pontes Alves<sup>5</sup>, Laryssa dos Santos Prado<sup>6</sup>, Clarice Maia Carvalho<sup>7</sup>

### RESUMO

Andiroba (*Carapa guianensis*) é uma planta encontrada na região amazônica com diversas aplicações medicinais, além de possuir fungos endofíticos que vivem em órgãos e tecidos internos sem causar danos aparentes. Outra planta nativa da Amazônia é o açaí, que está sujeito à ação de microrganismos patogênicos que podem interferir em sua homeostase, como *Colletotrichum gloeosporioides*, causador da antracnose. Este estudo teve como objetivo a prospecção de fungos endofíticos de andiroba (*Carapa guianensis*) para o controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, causador de antracnose em açaí (*Euterpe precatoria*). Os fungos endofíticos de *C. guianensis* estavam armazenados em água destilada e foram reativados em meio BDA. Para identificação em nível de gênero dos fungos foi realizada análise macro e micromorfológica. Para avaliação do controle de *C. gloeosporioides*, foi utilizado o ensaio de confronto para avaliar a atividade antagonista dos isolados de fungos endofíticos de *C. guianensis* contra o fitopatógeno *C. gloeosporioides*. Foram reativados e identificados 42 fungos, sendo os gêneros mais frequentes *Penicillium* (33,3%), *Aspergillus* (7,1%) e *Acremonium* (7,1%). Na avaliação de antagonismo *in vitro*, 57,1% dos fungos tiveram atividade antagonista contra *C. gloeosporioides*, sendo 52,4% por supressão micelial e 4,7% por antibiose. Os fungos endofíticos de *Carapa guianensis* apresentaram potencial no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, causador da antracnose em açaí.

**Palavras-chave:** Endófitos. Microbiologia Ambiental. Antibiose. *Penicillium*. *Aspergillus*.

### ABSTRACT

Andiroba (*Carapa guianensis*) is a plant found in the Amazon region with several medicinal applications, in addition to having endophytic fungi that live in internal organs and tissues without causing apparent damage. Another plant native to the Amazon is açai, which is subject to the action of pathogenic microorganisms that can interfere with its homeostasis, such as *Colletotrichum gloeosporioides*, which causes anthracnose. This study aimed to prospect for endophytic fungi from andiroba (*Carapa guianensis*) to control *Colletotrichum gloeosporioides*, which causes anthracnose in açai (*Euterpe precatoria*). The endophytic fungi of *C. guianensis* were stored in distilled water and were reactivated in PDA medium. For identification at the genus level of the fungi, macro and micromorphological analysis was done. To evaluate the control of *C. gloeosporioides*, the confrontation assay was used to evaluate the antagonistic activity of endophytic fungal isolates of *C. guianensis* against the phytopathogen *C. gloeosporioides*. 42 fungi were reactivated and identified, the most common genera was *Penicillium* (33.3%), *Aspergillus* (7.1%) and *Acremonium* (7.1%). In the evaluation of *in vitro* antagonism, 57.1% of the fungi had antagonistic activity against *C. gloeosporioides*, 52.4% due to mycelial suppression and 4.7% due to antibiosis. Endophytic fungi from *Carapa guianensis* showed potential in controlling *Colletotrichum gloeosporioides*, which causes anthracnose in açai.

**Keywords:** Endophytes. Environmental Microbiology. Antibiosis. *Penicillium*. *Aspergillus*.

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, Universidade Federal do Acre, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7971-1588>

<sup>2</sup> Enfermeira, Universidade Federal do Acre, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1994-8961>

<sup>3</sup> Bióloga, Universidade Federal do Acre, Brasil.

ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-7619-8092>

<sup>4</sup> Biomédico, Universidade Federal do Acre, Brasil.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5086-2731>

<sup>5</sup> Enfermeira, Universidade Federal do Acre, Brasil.

ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-6386-3817>

<sup>6</sup> Engenheira Florestal, Universidade Federal do Acre, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2117-0802>

<sup>7</sup> Farmacêutica, Universidade Federal do Acre, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1092-738X>

E-mail: [clarice.carvalho@ufac.br](mailto:clarice.carvalho@ufac.br)

## 1. INTRODUÇÃO

Andiroba (*Carapa guianensis* Aublet) pertence à família *Meliaceae*, sendo encontrada na região amazônica, nos países da Guiana Francesa, Peru, Colômbia, Venezuela, sul da América Central, Ilhas do Caribe, Suriname, Paraguai, e no Brasil nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Amapá e Maranhão (KLIMAS et al., 2007). É conhecida popularmente como andiroba-saruba, carapá e andiroba, sendo uma árvore de porte médio que ocorre preferencialmente em áreas mais úmidas em florestas de terra firme (FIRMINO et al., 2019; LIRA et al., 2021). Essa espécie apresenta múltiplos usos, tendo em vista que produz uma madeira de alta qualidade, utilizada na construção civil e o óleo extraído das sementes, utilizado para fins medicinais, cosméticos, iluminação entre outras utilizações (MACHADO; MENDES, 2021). Da família *Meliaceae*, especificamente dos microrganismos endofíticos, são isolados vários metabólitos secundários com potencial biotecnológico (MULYANI et al., 2023).

Fungos endofíticos são microrganismos que vivem em órgãos e tecidos internos da planta sem causar danos aparentes (WANG et al., 2023). Distribuídos de forma ampla na anatomia vegetal, microrganismos endofíticos desempenham funções simbióticas importantes sem desenvolver ou evitando o aparecimento de patologias em seu hospedeiro (BOGAS et al., 2022). Além de oferecerem resistência contra agentes agressores, auxiliam na absorção de nutrientes e adaptação aos estresses ambientais (ARAÚJO-MAGALHÃES et al., 2021). Estes possuem características interessantes em aplicações biotecnológicas, sendo esses fungos o principal foco na produção de compostos bioativos com ampla aplicação industrial, como na biorremediação de solos contaminados e no controle de patógenos prejudiciais a culturas agrícolas (DEVI et al., 2023).

Outra planta nativa da Amazônia e, também, amplamente distribuída pela América do Sul é o açaí (*Euterpe precatoria* Mart.), palmeira pertencente à família *Arecaceae* (SILVEIRA et al., 2023). Possui longa história de cultivo pelos povos originários como uma planta multiuso, devido às notáveis propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e outras atividades biológicas do fruto, folhas e do óleo (YAMAGUCHI et al., 2015). Sua introdução na gastronomia global resultou em um rápido aumento na demanda, sendo o Brasil, em particular, o principal produtor e exportador (BOEIRA et al., 2020). Todavia, o açaí está sujeito à ação de microrganismos patogênicos que podem interferir em sua homeostase, como *Colletotrichum gloeosporioides*, causador da antracnose em açaí (GALOTTA et al., 2008).

A antracnose é uma doença fitopatológica causada por fungos do gênero *Colletotrichum* spp. (CIOFINI et al., 2022). É uma interação complexa entre o patógeno e o hospedeiro, iniciando-se com a germinação de esporos do fungo na superfície da planta, seguida pela penetração dos tecidos vegetais onde desenvolvem-se sintomas visíveis, como manchas, lesões, deformações e necrose (MANGOBA; ALVINDIA, 2023). Os sintomas podem variar de acordo com o tipo de planta afetada e as condições ambientais, mas geralmente incluem a formação de estruturas fúngicas reprodutivas, chamadas acérvulos, responsáveis por liberar esporos para reiniciar o ciclo de infecção (MARTINS et al., 2021). Os danos causados por *C. gloeosporioides* incluem a necrose da planta, além de folhas com manchas de formas irregulares, com centro marrom claro e bordos escuros (NOGUEIRA et al., 2013). Para o controle da antracnose em açai, tem-se utilizado piraclostrobina associada a epoxiconazol como estratégia comum para controlar a disseminação do agente, porém ainda é uma alternativa nociva ao manipulador e ao meio ambiente (NOGUEIRA et al., 2017; CHUNG et al., 2020).

Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo prospectar fungos endofíticos de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet) para o controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, causador da antracnose em açai (*Euterpe precatoria*).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### **Reativação de fungos endofíticos**

Os fungos endofíticos isolados da espécie *Carapa guianensis* estavam armazenados em água destilada na Coleção de Microrganismos do Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Acre (CASTELLANI, 1939). As cepas fúngicas foram cultivadas em meio Batata-Dextrose-Ágar-BDA (infusão de 200 g de batata; 20 g de dextrose; 15 g de ágar) utilizando a técnica de repique de 3 pontos e incubados à temperatura ambiente. Os fungos endofíticos com crescimento micelial foram transferidos para tubos de ensaio contendo meio BDA para o estabelecimento de culturas puras (AZEVEDO et al., 2010).

### **Caracterização morfológica**

A identificação foi realizada utilizando análise macro e micromorfológica. Para análise macromorfológica, foi realizada a suspensão do fungo em 1 mL de água destilada e 10 µL da suspensão foram inoculados em meio BDA utilizando a técnica de repique de 3

pontos. As placas foram incubadas a 28 °C por 7 dias e analisadas a cor, forma, textura e produção de pigmento (AZEVEDO et al., 2010).

Para a identificação micromorfológica, foi realizado microcultivo que consiste no cultivo do fungo em lâmina, coloração com solução de azul de lactofenol e observação das estruturas em microscópio (LACAZ et al., 2002). Os fungos foram cultivados em lâmina com os meios BDA e aveia (infusão de 30 g de aveia, 15 g de ágar) e incubados por 7 dias à temperatura ambiente. Os fungos que produziram estruturas reprodutivas (conídios e hifas) foram comparados com a literatura específica para identificação (BARNETT; HUNTER, 1998).

### **Ensaio de confronto**

Para avaliar a atividade antagônica dos isolados de fungos endofíticos de *C. guianensis* contra o fitopatógeno *C. gloeosporioides*, foi realizado o teste de confronto *in vitro* (LIMDOLTHAMAND et al., 2023). Endófitos e fitopatógeno foram inicialmente inoculados em meio BDA para crescimento micelial e incubados a 28 °C por 7 dias. Posteriormente, foram produzidas suspensões dos fungos endofíticos e do fitopatógeno em 1 mL de água destilada esterilizada, e 10 µL da suspensão foram inoculados em extremidades opostas da placa de Petri com 90 mm de diâmetro, com 3 cm de distância entre si, e as placas incubadas à temperatura de 28 °C durante 7 dias. O controle negativo foi o inóculo do fitopatógeno na ausência do fungo endofítico. Endófitos formadores de zona de inibição foram considerados potenciais produtores de antibiose, e aqueles limitantes do crescimento fitopatogênico por septação de hifas foram considerados supressores miceliais.

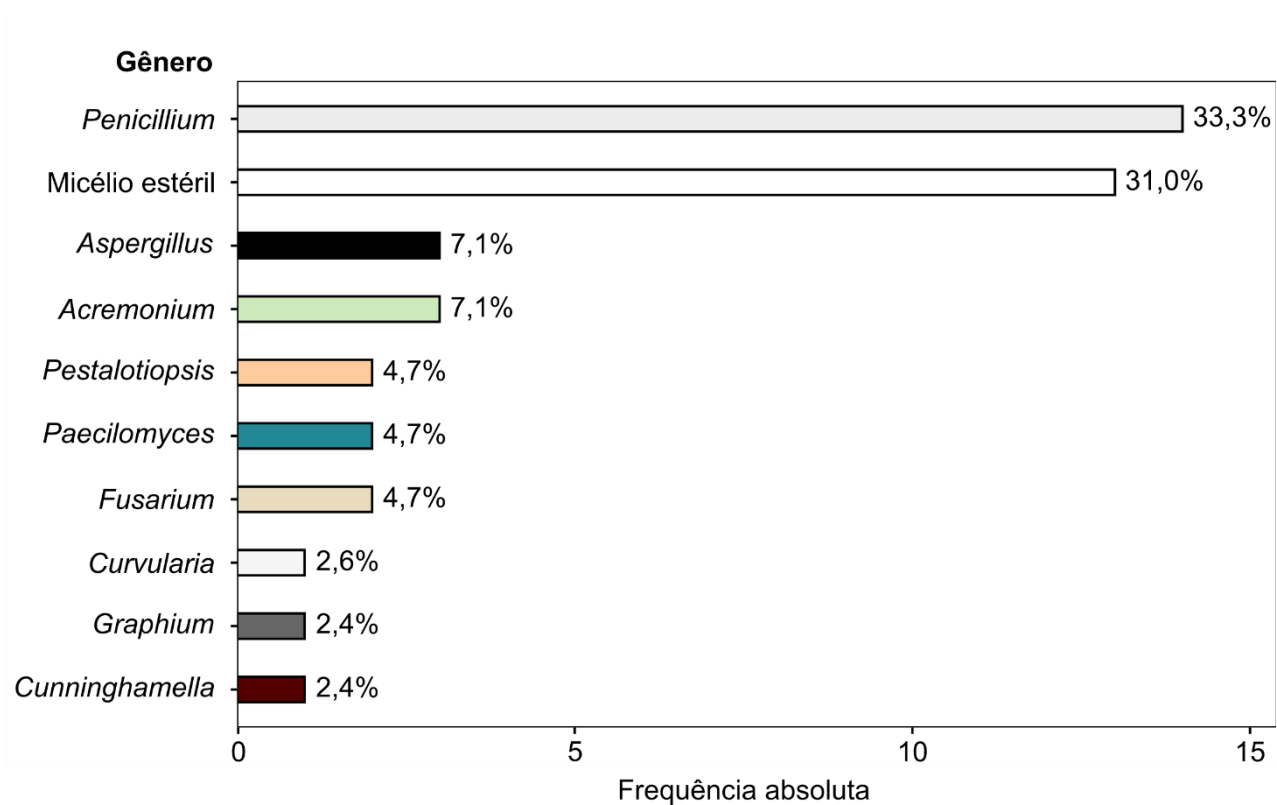
### **Análise de dados**

A análise dos dados foi qualitativa, visando compreender e interpretar os dados coletados por meio de técnicas não numéricas com observações dos testes biológicos, sendo considerado positivo os que apresentaram atividade antagônica. Em relação à identificação, os fungos agrupados foram quantificados em porcentagem.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Identificação de fungos endofíticos

Foram reativados 42 fungos endofíticos associados à planta medicinal amazônica *Carapa guianensis* (Tabela 1). Os endofíticos foram identificados em nível de gênero com base nas características morfológicas (Figura 1), sendo identificados fungos pertencentes aos gêneros *Penicillium* (33,3%), *Aspergillus* (7,1%), *Acremonium* (7,1%), *Pestalotiopsis* (4,7%), *Fusarium* (4,7%), *Paecilomyces* (4,7%), *Curvularia* (2,4%), *Cunninghamella* (2,4%) e *Graphium* (2,4%), e 31 % dos fungos não produziram estruturas reprodutivas, sendo considerados micélio estéril.



**Figura 1.** Distribuição de fungos endofíticos isolados da planta medicinal amazônica *Carapa guianensis*.

#### 3.2 Ensaio de confronto

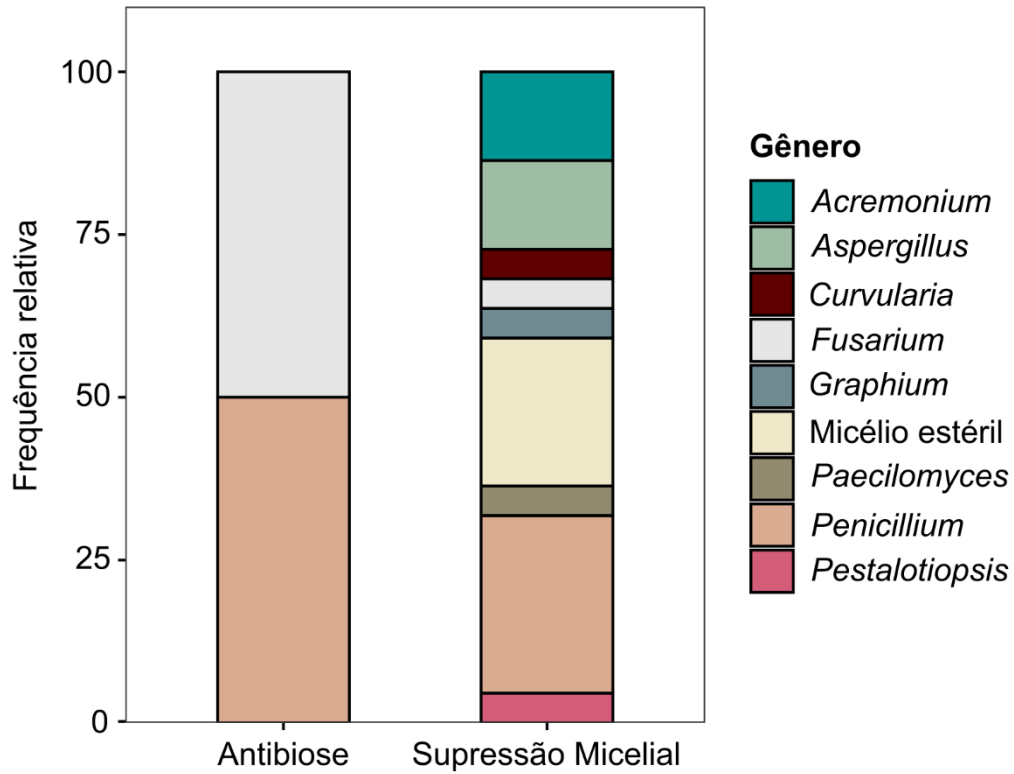
Dos 42 fungos endofíticos de *C. guianensis* analisados, 57,1% apresentaram antagonismos ao fungo fitopatogênico *C. gloeosporioides* (Tabela 1, Figura 2). A avaliação foi realizada por meio da observação do crescimento radial médio do patógeno na presença do antagonista após 7 dias, sendo observado menor tamanho da colônia em relação ao tratamento controle (Figura 3).

**Tabela 1.** Fungos endofíticos isolados de *Carapa guianensis*, identificação morfológica e atividade antagonista contra o fungo fitopatogênico *Colletotrichum gloeosporioides*.

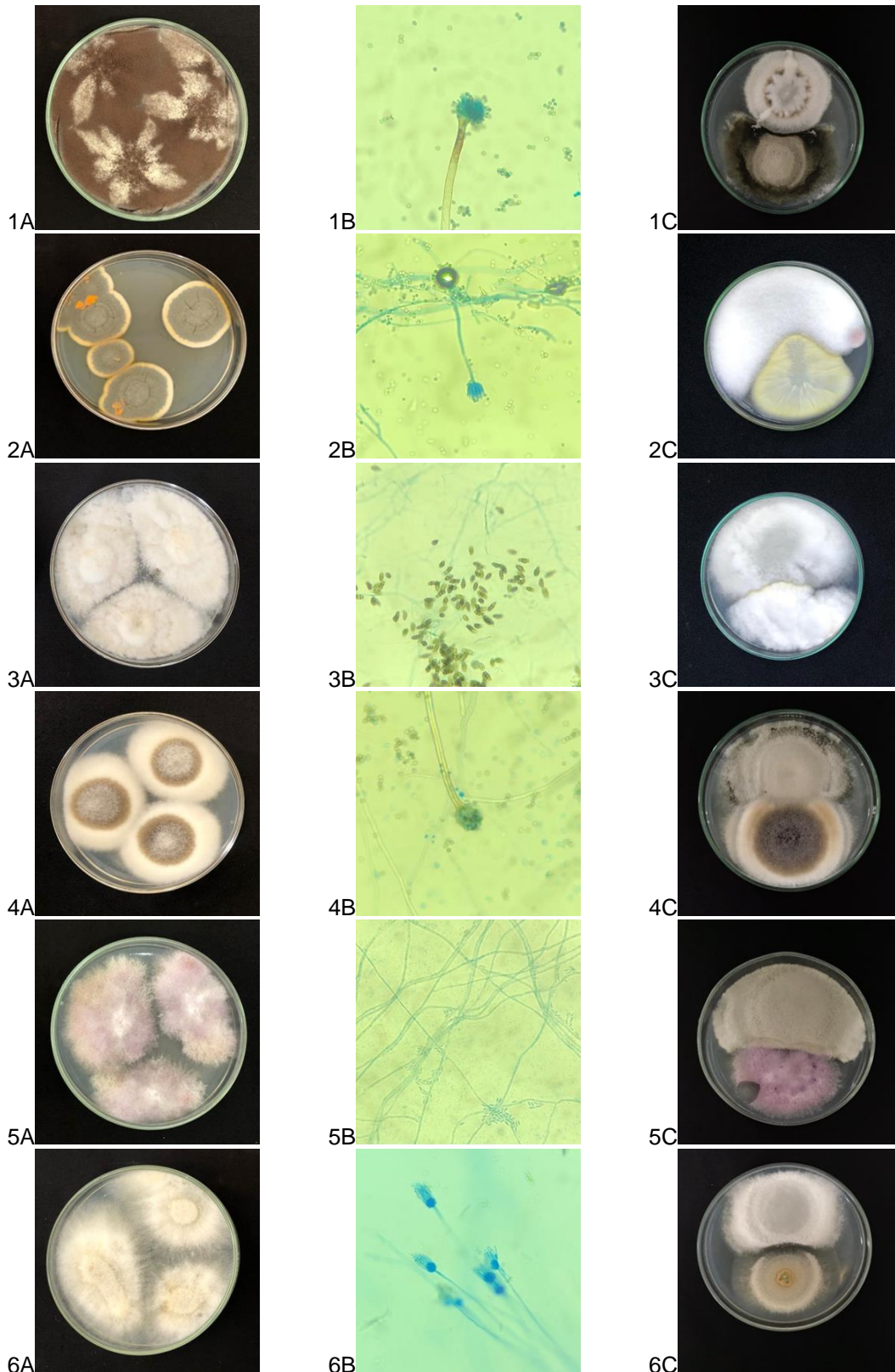
Número	Identificação	Antagonismo
2.415	<i>Acremonium</i> sp. 1	SM
2.2514	<i>Acremonium</i> sp. 2	SM
2.2784	<i>Acremonium</i> sp. 3	SM
2.877	<i>Aspergillus</i> sp. 1	SM
2.884	<i>Aspergillus</i> sp. 2	SM
2.188	<i>Aspergillus</i> sp. 3	SM
2.406	<i>Cunnngnamella</i> sp. 1	-
2.185	<i>Curvularia</i> sp. 1	SM
2.363	<i>Fusarium</i> sp. 1	SM
2.2627	<i>Fusarium</i> sp. 2	AN
2.2357	<i>Graphium</i> sp. 1	SM
2.158	<i>Paecilomyces</i> sp. 1	SM
2.338	<i>Paecilomyces</i> sp. 2	-
2.307	<i>Penicillium</i> sp. 1	SM
2.341	<i>Penicillium</i> sp. 2	SM
2.364	<i>Penicillium</i> sp. 3	SM
2.405	<i>Penicillium</i> sp. 4	SM
2.478	<i>Penicillium</i> sp. 5	-
2.578	<i>Penicillium</i> sp. 6	SM
2.561	<i>Penicillium</i> sp. 7	-
2.710	<i>Penicillium</i> sp. 8	-
2.744	<i>Penicillium</i> sp. 9	-
2.887	<i>Penicillium</i> sp. 10	-
2.2343	<i>Penicillium</i> sp. 11	-
2.2405	<i>Penicillium</i> sp. 12	-
2.2663	<i>Penicillium</i> sp. 13	SM
2.2847	<i>Penicillium</i> sp. 14	AN
2.189	<i>Pestalotiopsis</i> sp. 1	SM
2.741	<i>Pestalotiopsis</i> sp. 2	-
2.163	Micélio estéril sp. 1	SM
2.192	Micélio estéril sp. 2	SM
2.194	Micélio estéril sp. 3	-
2.461	Micélio estéril sp. 4	-
2.585	Micélio estéril sp. 5	SM
2.2306	Micélio estéril sp. 6	-
2.2311	Micélio estéril sp. 7	SM
2.2469	Micélio estéril sp. 8	-
2.2570	Micélio estéril sp. 9	SM
2.2629	Micélio estéril sp. 10	-
2.2638	Micélio estéril sp. 11	-
2.3159	Micélio estéril sp. 12	-
2.4172	Micélio estéril sp. 13	-
<b>Total</b>		<b>42</b>

SM = Supressão Micelial; AN = Antibiose





**Figura 2.** Fungos endofíticos isolados da planta amazônica *Carapa guianensis* com atividade antagônica contra *Colletotrichum gloeosporioides*.



**Figura 3.** Fungos endofíticos de *Carapa guianensis* com atividade antagônica contra o fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides*. *Aspergillus* sp. (1A, B, C); *Penicillium* sp. (2A, B, C); *Pestalotiopsis* sp. (3A, B, C); *Aspergillus* sp. (4A, B, C); *Fusarium* sp. (5A, B, C); *Penicillium* sp. (6A, B, C).



## 4. DISCUSSÃO

Neste trabalho, os fungos endofíticos mais frequentes em *C. guianensis* foram do gênero *Penicillium* (33,3%), seguido de *Aspergillus* (7,1%) e *Acremonium* (7,1%). A planta amazônica *C. guianensis* possui uma quantidade significativa de fungos endofíticos que têm potencial de produção de metabólitos com atividades biológicas relevantes (FERREIRA et al., 2015).

A presença de fungos com micélio estéril em 31% das amostras ressalta a complexidade na identificação morfológica e destaca a necessidade de técnicas moleculares para uma caracterização mais precisa. O uso dessas técnicas pode contribuir para uma compreensão mais abrangente da diversidade fúngica, minimizando o risco de subestimação do número de espécies (ARNOLD et al., 2000).

Em relação à atividade antagônica, observou-se principalmente dois tipos de antagonismo, Supressão Micelial (SM) ou Antibiose (AN) por fungos endofíticos de *C. guianensis* contra o fitopatógeno *C. gloeosporioides*, sendo que 57,1% dos fungos testados tiveram antagonismo.

Em estudo anteriormente realizado, foi observada a ação de *Trichoderma* spp. como agente de controle biológico para antracnose em *E. precatoria* (COSTA et al., 2019). *Ramichloridium* sp., um fungo endofítico de *E. precatoria*, também foi relatado como potencial agente de biocontrole contra *C. gloeosporioides* (PETERS et al., 2020). Nosso estudo destaca a dominância e ação antagônica dos fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* com atividade antagônica *in vitro* contra *C. gloeosporioides*. Pesquisas com a utilização de *Aspergillus* e *Penicillium* em plantas mostram a ampla utilização desses microrganismos no controle biológico, indicando seu potencial prático na agricultura. O emprego desses fungos no plantio de girassol evidencia os benefícios desses fungos e melhora no rendimento da biomassa e resistência a doenças (BURRAGONI; JEON 2021).

Os fungos do gênero *Penicillium* e *Aspergillus* têm sido implicados em estratégias de controle biológico de fitopatógenos, com o intuito de modular a dinâmica fitopatogênica no solo ao utilizar mecanismos que incluem a produção de metabólitos secundários, como antibióticos, competição por recursos, hiperparasitismo, indução de resistência nas plantas hospedeiras e a produção de enzimas degradadoras por parte dos fungos benéficos, de modo a contribuir para a mitigação dos efeitos nocivos dos fitopatógenos (RODRIGUES, 2021).

A relação íntima entre endofíticos e planta hospedeira resulta na produção de diversos metabólitos, como vários métodos de antagonismo, por exemplo competição por nutrientes, produção de compostos antimicrobianos, produção de antibióticos (polipeptídeos, compostos aromáticos, terpenóides e alcalóides) e produção de enzimas líticas (SEGARAN; SATHIAVELU, 2019; GUPTA et al., 2020). Dessa forma, evidencia-se a relevância biotecnológica dos fungos endofíticos e suas potenciais aplicações em diversas áreas, como na agricultura.

O estudo atual apresenta resultados promissores sobre a diversidade e potencial biotecnológico dos fungos endofíticos em *C. guianensis*. Contudo, é importante reconhecer limitações que podem impactar a generalização dos resultados obtidos. A identificação morfológica limitada e o foco específico nas interações com *C. gloeosporioides* podem restringir a aplicabilidade dos resultados. Além disso, a avaliação *in vitro* em condições controladas e a observação de curto prazo demandam cuidado na interpretação. Essas considerações reforçam a necessidade de estudos complementares, análises moleculares e avaliações de longo prazo para uma compreensão mais abrangente e aplicação prática desses fungos na agricultura.

Os resultados deste estudo destacam a relevância biotecnológica dos fungos endofíticos, oferecendo perspectivas promissoras para sua aplicação em estratégias sustentáveis na agricultura, com potencial para o desenvolvimento de biofungicidas e outros produtos biológicos benéficos para as plantas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fungos endofíticos de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet) apresentaram potencial no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, causador da antracnose em açai (*Euterpe precatoria*).

A predominância dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* destaca seu potencial biotecnológico, corroborando seu uso no controle de fitopatógenos e na promoção de resistência em outras culturas. Este estudo contribui para a compreensão da diversidade de fungos endofíticos e seu potencial aplicativo em práticas agrícolas sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO-MAGALHAES, G. R. et al. Fungal endophytes from leaves of *Mandevilla catimbauensis* (Apocynaceae): diversity and potential for L-asparaginase production. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 52, n. 3, p. 1431-1441, 2021.
- AZEVEDO, J.L. et al. Meios de cultura utilizados para o estudo de microrganismos, em: Pizzirani-Kleiner, A.A. (Eds.), **Guia prático: isolamento e caracterização de microrganismos endofíticos**. Piracicaba, p. 167, 2010.
- ARNOLD, A. E. et al. Are tropical fungal endophytes hyperdiverse. **Ecology Letters**, v. 3, n. 4, p. 267-274, 2000.
- BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 5 ed. Minneapolis: Burgess Publish Company. 218p, 1998.
- BOEIRA, L. S. et al. Chemical and sensorial characterization of a novel alcoholic beverage produced with native acai (*Euterpe precatoria*) from different regions of the Amazonas state. **LWT - Food Science and Technology**, v. 117, p. 1-9, 2020.
- BOGAS, A. C. et al. Endophytic fungi: an overview on biotechnological and agronomic potential. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, p. 1-9, 2022.
- BURRAGONI, S. G.; JEON, J. Applications of endophytic microbes in agriculture, biotechnology, medicine, and beyond. **Microbiological Research**, v. 245, p. 1-16, 2021.
- CASTELLANI, A. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. **Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 42, p. 225-226, 1939.
- CHUNG, P.-C. et al. Diversity and pathogenicity of *Colletotrichum* species causing strawberry anthracnose in Taiwan and description of a new species, *Colletotrichum miaoliense* sp. nov. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 14664, 2020.
- CIOFINI, A. et al. Management of Post-Harvest Anthracnose: Current Approaches and Future Perspectives. **Plants**, v. 11, n. 14, p. 1-20, 2022.
- COSTA, K. K. et al. Antagonismo de *Trichoderma* spp. sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose de *Euterpe precatoria*. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 6, n. 1, p. 391-397, 2019.
- DEVI, R. et al. A systematic review on endophytic fungi and its role in the commercial applications. **Planta**, v. 257, n. 70, p. 1-26, 2023.
- FERREIRA, M. C. et al. Molecular phylogeny, diversity, symbiosis and discover of bioactive compounds of endophytic fungi associated with the medicinal Amazonian plant *Carapa guianensis* Aublet (*Meliaceae*). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 59, n. 2015, p. 36-44, 2015.
- FIRMINO, A. V. et al. Wood properties of *Carapa guianensis* from floodplain and upland forests in Eastern Amazonia, Brazil. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 10641, 2019.

GALOTTA, A. L. Q. A. et al. Antioxidant and cytotoxic activities of “açai” (*Euterpe precatória* Mart.). **Química Nova**, v. 31, n. 6, p. 1427-1430, 2008.

GUPTA, S. et al. A critical review on exploiting the pharmaceutical potential of plant endophytic fungi. **Biotechnology Advances**, v. 39, p. 107462, 2020.

KLIMAS, C. A. et al. Population structure of *Carapa guianensis* in two forest types in the southwestern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 250, n. 3, p. 256-265, 2007.

LACAZ, C. S. et al. Tratado de Micologia médica. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 44, n. 5, p. 297-298, 2002.

LIMDOLTHAMAND, S. et al. Biocontrol efficacy of endophytic *Trichoderma* spp. in fresh and dry powder formulations in controlling northern corn leaf blight in sweet corn. **Biological Control**, v. 181, p. 105217, 2023.

LIRA, G. B. et al. Processos de extração e usos industriais de óleos de andiroba e açai: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e229101220227, 2021.

MACHADO, I. R. et al. Ethnobotanical, Medical, Therapeutical and Pharmacological Study of *Carapa guianensis* Aublet – a Review. **Biodiversidade Brasileira**, v. 11, p. 1-24, 2021.

MANGOBA, M. A. A.; ALVINDIA, D. DE G. Fungicidal activities of *Cymbopogon winterianus* against anthracnose of banana caused by *Colletotrichum musae*. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 6629, 2023.

MARTINS, F. et al. Endophytic fungal community structure in olive orchards with high and low incidence of olive anthracnose. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 689, 2021.

MULYANI, Y. et al. Phytochemistry and Biological activities of endophytic fungi from the *Meliaceae* Family. **Molecules**, v. 28, n. 2, 2023.

NOGUEIRA, S. et al. Controle de Antracnose em Açai-solteiro (*Euterpe precatória*) no Acre. **Embrapa Acre**, 2017.

NOGUEIRA, S. R. et al. Antracnose em mudas de *Euterpe precatória* no Acre. 46º Congresso Brasileiro de Fitopatologia. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 46º Reunião Brasileira de Controle Biológico, 2013. Ouro Preto: UFV, 2013.

PETERS, L. P. et al. Selection of endophytes as antagonists of *Colletotrichum gloeosporioides* in açai palm. **Biological Control**, v. 150, p. 104350, 2020.

RODRIGUES, A. R. DA S. P. Controle biológico de fungos fitopatogênicos em citros pós-colheita. **Citrus Research & Technology**, v. 42, p. e1073, 2021.

SEGARAN, G.; SATHIAVELU, M. Fungal endophytes: A potent biocontrol agent and a bioactive metabolites reservoir. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 21, p. 101284, 2019.

SILVEIRA, J. T. DA et al. An integrative review of Açai (*Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*): Traditional uses, phytochemical composition, market trends, and emerging applications. **Food Research International**, v. 173, p. 113304, 2023.

WANG, Z. et al. Research advances on endophytic fungi and their bioactive metabolites. **Bioprocess and Biosystems Engineering**, v. 46, n. 2, p. 165-170, 2023.

YAMAGUCHI, K. K. DE L. et al. Amazon açai: Chemistry and biological activities: A review. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137-151, 2015.