

TAXONOMIA DE MICROFUNGOS FOLÍCOLAS ASSOCIADOS A PLANTAS NATIVAS DO CERRADO MARANHENSE

Luis Fernando de Sousa Carneiro¹; Dr Francisco José Teixeira Gonçalves²; Maycon Jordan Lima Cruz³; Firmino Ferreira de Moraes Neto⁴; Victorio Alessandro de Leao Loeschke Moraes⁵;

Resumo

O cerrado brasileiro é considerado a savana mais rica do mundo em biodiversidade, abrigando elevada variedade de plantas, animais e microrganismos. Apesar disso, a microbiota foliar associada a espécies nativas permanece pouco estudada, sobretudo em áreas de transição amazônica, como o cerrado maranhense. Este estudo teve como objetivo realizar um levantamento de microfungos folícolas no município de Codó, Maranhão, ampliando o conhecimento taxonômico e ecológico desses organismos. As coletas foram realizadas em cinco localidades, abrangendo espécies de diferentes famílias botânicas. Folhas com sintomas e sinais de fungos foram analisadas em laboratório, com identificação baseada em características morfológicas observadas em microscopia e confronto com literatura especializada. Foram registrados gêneros pertencentes ao filo Ascomycota, com destaque para **Meliola**, **Dictyonella** e **Asterina**, além do registro de **Spiropes** e de um **ascomiceto não identificado**, possivelmente inédito para a ciência. O gênero **Meliola** foi o mais frequente, associado principalmente a plantas da família Anacardiaceae. Já **Dictyonella** e **Asterina** foram confirmados por estruturas sexuais diagnósticas, como ascósporos e tireotécios. Além disso, observaram-se registros não identificados em famílias como Moraceae e Rubiaceae, reforçando a necessidade de estudos adicionais.

Palavras-chave: Diversidade fúngica; Cerrado maranhense; Micobiota foliar.

INTRODUÇÃO

O cerrado brasileiro abrange uma área de mais de 2 milhões de km², o que corresponde a aproximadamente 23% do território nacional. Localizado principalmente no planalto

¹ Estudante do Curso de Agronomia do IFMA do Campus Codó; E-mail: luiscarneiro@acad.ifma.edu.br

² Professor Dr do Curso de Agronomia do IFMA do Campus Codó; E-mail: prof.jose.teixeira@acad.ifma.edu.br

³ Estudante do Curso de Agronomia do IFMA do Campus Codó; E-mail: maycon.jordan@acad.ifma.edu.br

⁴ Estudante do Curso de Agronomia do IFMA do Campus Codó; E-mail: firmينو.moraes@acad.ifma.edu.br

⁵ Estudante do Curso de Agronomia do IFMA do Campus Codó; E-mail: victorio.m@acad.ifma.edu.br

central, é o segundo maior bioma do país, superado apenas pela floresta amazônica. O cerrado ocupa áreas contínuas nos estados de Goiás, Tocantins e Distrito Federal, partes da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia e São Paulo, além de áreas disjuntas no Amapá, Amazonas, Pará e Roraima e pontos isolados no Paraná (Ribeiro; Walter, 1998).

No Maranhão, o cerrado está concentrado nas regiões sul e leste do estado, ocupando 212.090 km², equivalentes a 65% da área total estadual. O bioma abriga cerca de 12.000 espécies de plantas conhecidas, das quais 4.400 são endêmicas, além de grande diversidade de vertebrados e invertebrados, sendo considerado a savana mais rica do mundo em biodiversidade (Scariot; Sousa-Silva; Felfili, 2005). O cerrado *latu sensu* apresenta três categorias fisionômicas de plantas com base na forma de crescimento: árvores, arbustos e gramíneas. As árvores caracterizam-se por troncos tortuosos, baixo porte, ramos retorcidos, casca espessa e folhas grossas (ICMBIO, 2017; MMA, 2011).

Muitas espécies possuem importância econômica, sendo usadas como forrageiras, ornamentais, medicinais e na alimentação humana. Exemplos incluem Pequi, Buriti, Mangaba, Cagaita, Bacupari, Cajuzinho do cerrado, Araticum e Barú (MMA, 2011). Estima-se que existam entre 70 e 100 mil espécies de fungos no cerrado, incluindo líquens, com mais de 25 espécies fúngicas associadas a uma única espécie vegetal (Dianese, 2000). Apesar disso, a diversidade fúngica ainda é pouco estudada. Pesquisas sobre fungos do cerrado iniciaram-se no século XIX, concentrando-se em parques nacionais de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Distrito Federal. No Maranhão, apenas duas expedições foram realizadas, ambas no sul do estado, sendo a última no Parque Nacional Chapada das Mesas, em Carolina (Dianese et al., 2022).

METODOLOGIA

Coleta e preparo do material

Folhas de plantas com sintomas ou sinais de fungos foram coletadas em áreas do cerrado maranhense no município de Codó – MA. Todo o material (ramos com folhas sintomáticas) foi prensado e seco em estufa a 50 °C por três a quatro dias e, posteriormente, armazenado em freezer a –20 °C para eliminação de ácaros e insetos. As análises ocorreram no Laboratório de Biologia/Microbiologia do IFMA – Campus Codó. Análise das amostras com microfungos

Inicialmente, realizou-se uma identificação preliminar com microscópio estereoscópico e de luz, observando micélio e estruturas reprodutivas. Estruturas fúngicas foram retiradas com estilete ou agulhas e preparadas em lâminas com lactoglicerol ou lactoglicerol + azul de algodão, cobertas com lamínula e vedadas. Estruturas imersas, como ascocarpos e picnídios, receberam cortes histológicos de 10 a 30 µm com micrótomo manual. Materiais herborizados foram hidratados com álcool 10% + Tween 0,1% por 4 horas. As preparações foram analisadas em microscópio de luz com câmera digital, permitindo fotografias e mensurações para descrição morfológica e morfométrica.

Identificação morfológica

A identificação em nível de gênero e espécie utilizou chaves específicas: hifomicetos (Carmichael, 1980; Ellis, 1971, 1976), celomicetos (Sutton, 1980), ascomicetos (Muller & Von Arx, 1962; Hanlin & Menezes, 1996) e ferrugens (Cummins & Hiratsuka, 1983, 2003). Consultaram-se periódicos especializados e bancos de dados, como Index Fungorum e Embrapa, para confirmação taxonômica e ocorrência em plantas hospedeiras.

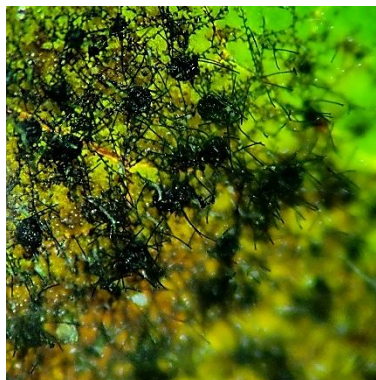
RESULTADOS E DISCUSSÃO

As coletas foram realizadas em 5 localidades do município de Codó, MA. Sendo observadas a presença de 4 gênero confirmado e cerca de 1 não identificado.

Tabela 1: Levantamento micológico e seus hospedeiros

Hospedeiro	Família	Espécie	Localidade	Latitude	Longitude
<i>Handroanthus</i>	Bignoniaceae	<i>Dictyonella tabebuiae</i>	Bacabinha	-4.482.876	-43920659
<i>Duguetia echinophora</i>	Annonaceae	<i>Spiropes sp.</i>	EFA	-4.657.023	-44130696
-	Adenocalyma	<i>Ascomiceto nao identificado</i>	Bacabinha	-4.549.468	-44130696
<i>Spondias</i>	Anacardiaceae	<i>Meliola sp.</i>	Puraque	-4.484.555	-44130696
<i>Astronium sp</i>	Anacardiaceae	<i>sterina.</i>	Sitioenatura	-4.436.529	-43801086
-	Morásceas	-	Sitioenatura	-4.436.524	-43801079
-	Rubiaceae	-	Sitioenatura	-4.436.529	-43801086
<i>Davila nitida</i>	Dilleniaceae	<i>Meliola sp.</i>	pratinha	-4.582.743	-43860979
<i>Astronium fraxinifolium</i>	Anacardiaceae	<i>Meliola sp.</i>	Sitioenatura	-4.436.529	-43801086

Figura 1. Peritécios sobre a folha.



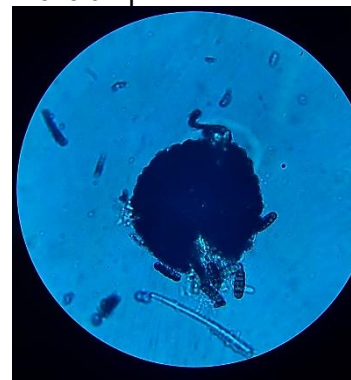
Fonte: Autor, 2025.

Figura 2. Ascósporos de *Meliola* sp.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 3. Peritécio de *Meliola* sp.



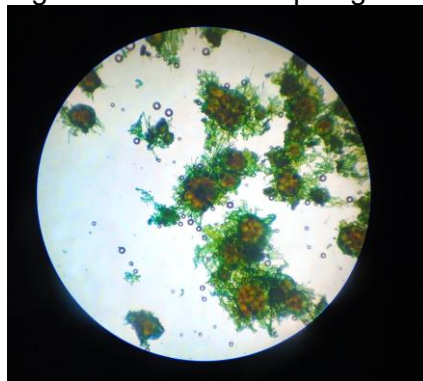
Fonte: Autor, 2025.

Figura 4. Estruturas do patógeno sobre a folha.



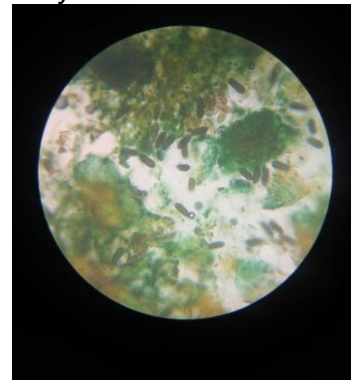
Fonte: Autor, 2025.

Figura 5. Estrutura do patógeno.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 6. Ascósporos de *Dictyonella*.



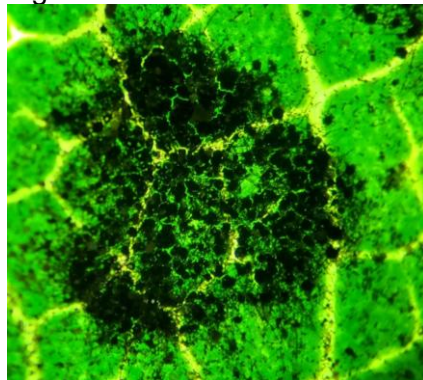
Fonte: Autor, 2025.

Figura 7. Sinais do fungo *Asterina* sobre a folha.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 8. Micélio de *Asterina*.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 9. Esporos assexuais de *Asterina*.



Fonte: Autor, 2025.

As coletas de material biológico foram realizadas no município de Codó, em localidades adjacentes à cidade, entre os dias 15 de julho de 2024 e 12 de agosto de 2025. Conforme

a Tabela 1, o órgão extraído das plantas foram as folhas, sendo estas provenientes de espécies nativas da região. Algumas plantas não puderam ser identificadas ao nível de espécie ou gênero, sendo determinadas apenas ao nível de família, devido à ausência de estruturas diagnósticas, como flores e frutos, além do impacto do desmatamento local.

Ainda de acordo com a Tabela 1, constata-se que o gênero de fungo mais disseminado na região é o *Meliola*, encontrado principalmente nas plantas da família Anacardiaceae. Segundo Faria (2003), o fungo *Meliola* sp. apresenta colônias superficiais, anfigenas, com diâmetro de até 5 mm, contorno circular, subdensas, confluentes, textura aveludada e coloração marrom-escuro. Suas hifas podem ser retas ou levemente curvadas, por vezes sinuosas, com ramificações alternadas ou irregulares em ângulos acentuados (Figura 3). Os hifopódios são capitados, retos e inclinados em ângulo agudo ou levemente curvos, alternados ou irregulares, com células basais em forma cilíndrica ou cuneiforme e células apicais de formato cilíndrico ou piriforme, frequentemente arredondadas e recurvadas. Hifopódios mucronados apresentam hifas separadas e ampuliformes, com estreitamento acentuado na região mediana, reduzindo sua largura em até um terço, estando dispostos irregularmente. Setas miceliais se apresentam inclinadas, curvadas, simples e com extremidades arredondadas. Os peritécios, localizados no centro da colônia, possuem forma globosa e verruculosa (Figura 5). Os ascósporos são subelipsoidais ou longos, com extremidades arredondadas, apresentando quatro septos constritos, coloração marrom e superfície lisa (Figura 4).

A análise das estruturas foliares evidenciou a ocorrência de fungos pertencentes ao filo Ascomycota, com destaque para os gêneros *Dictyonella* e *Asterina*. Em algumas amostras, observaram-se colônias castanhas a enegrecidas, circundadas por micélio plectenquimatoso, formando estruturas multiloculadas que abrigam os ascos (Figura 5). Esses, por sua vez, apresentaram oito esporos bitunicados, de formato globoso a subgloboso e arredondados apicalmente, compatíveis com as descrições clássicas para representantes de *Dictyonella* (Kirk et al., 2008; Hyde et al., 2013). Os ascósporos associados a esse gênero mostraram-se inicialmente hialinos, tornando-se castanhos na maturidade, com extremidades obtusas e constrição evidente na região septal (Figura 6), padrão já registrado por Cannon e Kirk (2007). A colonização superficial na face inferior das folhas, com sinais visíveis a olho nu, reforça o caráter epifítico do gênero (Figura 4). Outro grupo identificado foi o gênero *Asterina*, reconhecido principalmente pela presença de tireotécios superficiais, solitários ou gregários, de coloração negra e facilmente destacáveis do hospedeiro (Figura 7). Essas estruturas, ao amadurecerem, apresentam

fissuras em forma de estrela ou fenda, liberando os esporos (Taylor; Hyde; Jones, 2006). Associado a elas, verificou-se a presença de um micélio epifítico bem desenvolvido, formado por hifas castanhas, ramificadas de maneira irregular e dispostas em rede sobre a superfície foliar (Figura 8), característica já destacada por Guatimosim et al. (2016) como marcante para o gênero.

No interior dos tireotécios de *Asterina*, foram observados ascos bitunicados, contendo oito esporos dispostos verticalmente. Os ascósporos apresentaram formato oblongo a subgloboso, inicialmente hialinos e posteriormente marrons, unisseptados e com constrição evidente no septo (Figura 9). Esse conjunto de caracteres coincide com os descritos por Hongsanan et al. (2014) e Hyde et al. (2013) como diagnósticos do gênero. A presença de *Dictyonella* e *Asterina* nas folhas evidencia a diversidade de fungos foliares em ambientes tropicais, onde espécies epifíticas são comuns e frequentemente reconhecidas pela formação de sinais externos característicos. Enquanto *Dictyonella* se destaca pela formação de ascósporos elipsoidais e estruturas multiloculadas, *Asterina* diferencia-se pelos tireotécios escuros e pelos ascósporos unisseptados. Essa diversidade morfológica corrobora a observação de Hawksworth (2001) de que a identificação em regiões tropicais muitas vezes é limitada pela ausência de estruturas assexuais, exigindo descrições detalhadas das formas sexuais para assegurar a correta caracterização taxonômica.

Além das espécies já discutidas, o levantamento micológico também revelou a ocorrência de outros gêneros de relevância ecológica. Em *Duguetia echinophora* (Annonaceae), identificou-se o gênero *Spiropes*, cujas espécies apresentam conidióforos eretos, ramificados e conídios dicotômicos, geralmente hialinos. Trata-se de um grupo amplamente distribuído em ambientes tropicais, ocorrendo de forma saprofítica, endofítica ou oportunista (Ellis, 1971; Castañeda-Ruiz & Kendrick, 1990). Essa plasticidade ecológica contribui para sua ampla ocorrência em diferentes hospedeiros.

Outro registro importante ocorreu em *Adenocalyma* sp. (Bignoniaceae), onde se constatou a presença de um Ascomiceto não identificado. A comparação das estruturas observadas com a literatura de referência disponível (Alexopoulos et al., 1996; Hyde et al., 2013; Crous et al., 2015) não permitiu a atribuição a nenhum gênero já descrito. Esse resultado sugere a possibilidade de se tratar de uma espécie nova para a ciência, hipótese que reforça a necessidade de análises taxonômicas adicionais, incluindo abordagens moleculares, para confirmar sua identidade. A dificuldade em identificar fungos em regiões tropicais devido à ausência de estruturas diagnósticas sexuais completas já foi

destacada por Hawksworth (2001), o que torna esse achado ainda mais relevante para futuros estudos.

Adicionalmente, foram detectados sinais de fungos associados a representantes das famílias Moraceae e Rubiaceae, embora não tenha sido possível atribuí-los a um gênero específico. Essa falta de identificação reforça a subexploração da microbiota foliar em regiões de transição amazônica, onde a diversidade de fungos é elevada, mas ainda pouco documentada devido às dificuldades de coleta de material fértil (Guatimosim et al., 2016; Bezerra et al., 2021).

De modo geral, a associação de *Spiropes*, ascomicetos possivelmente inéditos e registros não identificados em Moraceae e Rubiaceae demonstra a riqueza e complexidade da micoflora foliar na região estudada. Esses achados destacam a necessidade de estudos taxonômicos mais aprofundados, com uso de abordagens morfológicas e moleculares, para ampliar o conhecimento sobre a biodiversidade fúngica tropical (Crous et al., 2015).

CONCLUSÃO

O levantamento realizado evidenciou a ampla diversidade de microfungos folícolas no cerrado maranhense, incluindo gêneros já descritos e táxons ainda não identificados.

A presença de um possível novo ascomiceto ressalta a relevância de estudos taxonômicos mais aprofundados, integrando análises morfológicas e moleculares.

O cerrado da região de Codó mostra-se um ambiente estratégico para pesquisas micológicas, pela ocorrência de fungos associados a hospedeiros nativos pouco estudados.

Os resultados obtidos contribuem para a documentação da microbiota tropical, oferecendo subsídios para futuras investigações em taxonomia, ecologia e conservação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a FAPEMA, ao orientador Dr F. J. T. Gonçalves e a cada um membro participante deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. *Introductory Mycology*. 4. ed. New York: Wiley, 1996.

- BEZERRA, J. L. et al. Diversidade de fungos em ambientes tropicais brasileiros. *Rodriguésia*, v. 72, p. 1–16, 2021.
- CANNON, P. F.; KIRK, P. M. *Fungal Families of the World*. Wallingford: CABI, 2007.
- CARMICHAEL, J. W.; KENDRICK, W. B.; CONNERS, L. L.; SIGLER, L. *Genera of Hyphomycetes*. Aber: [s. n.], 1980.
- CASTAÑEDA-RUIZ, R. F.; KENDRICK, B. *Fungos Hyphomycetes from Cuba*. Toronto: University of Toronto Press, 1990.
- CROUS, P. W. et al. Fungal Planet description sheets: 320–370. *Persoonia*, v. 34, p. 167–266, 2015.
- CUMMINS, G. B.; HIRATSUKA, Y. *Illustrated Genera of Rust Fungi*. Revised ed. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1983.
- CUMMINS, G. B.; HIRATSUKA, Y. *Illustrated Genera of Rust Fungi*. 3. ed. St. Paul: The American Phytopathological Society, 2003.
- DIANESE, J. C. *Micodiversidade associada a plantas nativas do Cerrado*. In: CAVALCANTI, T. B.; WALTER, B. M. T. (org.). *Botânica*. Brasília: Sociedade Brasileira de Botânica/EMBRAPA, 2000. p. 109–115.
- DIANESE, J. C. et al. Diversity of plant-associated Cerrado Microfungi. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, Brasília, v. 2022.
- ELLIS, M. B. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1971.
- ELLIS, M. B. *More Dematiaceous Hyphomycetes*. Wallingford: CAB International, 1976.
- FARIA, A. B. V. *Micobiota associada a Schinus terebinthifolius na região sudeste do Brasil*. 2003. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.
- GUATIMOSIM, E. et al. Diversity of foliicolous fungi in the tropics. *Mycological Progress*, v. 15, p. 1–12, 2016.
- HANLIN, R. T.; MENEZES, M. *Gêneros ilustrados de ascomicetos*. Recife: Imprensa da UFRPE, 1996.
- HAWKSWORTH, D. L. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research*, v. 105, p. 1422–1432, 2001.
- HONGSANAN, S. et al. Morphological and molecular taxonomy of *Asterina* species from Asia. *Phytotaxa*, v. 176, p. 1–32, 2014.

HYDE, K. D. et al. Families of Dothideomycetes. *Fungal Diversity*, v. 63, p. 1–313, 2013.

KIRK, P. M.; CANNON, P. F.; MINTER, D. W.; STALPERS, J. A. *Dictionary of the Fungi*. 10. ed. Wallingford: CAB International, 2008.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (org.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. cap. 3, p. 87–166.

SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.
Disponível em: <https://biblioteca.cl.df.gov.br>. Acesso em: 25 fev. 2025.

SUTTON, B. C. *The Coelomycetes: Fungi imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata*. Slough: Commonwealth Mycological Institute, 1980.

TAYLOR, J. E.; HYDE, K. D.; JONES, E. B. G. The systematics of *Asterina* and related genera. *Mycological Research*, v. 110, p. 137–150, 2006.