



## Avanços e perspectivas na pesquisa científica do fungo *Corynespora cassiicola* no estado do Amazonas, Brasil

Cléo Carvalho Ohana<sup>1</sup>; Jânia Lília da Silva Bentes<sup>2</sup>; Ana Francisca Tibúrcia Amorim Ferreira e Ferreira<sup>3</sup>

### Como Citar:

OHANA, Cléo Carvalho; BENTES, Jânia Lília da Silva; E FERREIRA, Ana Francisca Tibúrcia Amorim Ferreira. Avanços e perspectivas na pesquisa científica do fungo *Corynespora cassiicola* no estado do Amazonas, Brasil. Revista Sociedade Científica, vol.7, n. 1, p.2441-2460, 2024.  
<https://doi.org/10.61411/rsc202446917>

DOI: [10.61411/rsc202446917](https://doi.org/10.61411/rsc202446917)

Área do conhecimento: Ciências Agrárias.

Sub-área: Agronomia.

Palavras-chaves: Agricultura Tropical, Sanidade Vegetal, Fitopatologia, Manejo Integrado de Doenças, Mancha-alvo.

Publicado: 28 de maio de 2024

### Resumo

O crescimento da agricultura na região amazônica, impulsionado pela Revolução Verde e pela expansão da fronteira agrícola brasileira, trouxe consigo desafios significativos relacionados à fitopatologia, particularmente no que diz respeito à incidência da mancha-alvo causada por *Corynespora cassiicola*. A falta de fungicidas específicos e de cultivares resistentes para as condições amazônicas tem sido uma limitação importante para o manejo eficaz dessa doença, destacando a necessidade de pesquisas adicionais e estratégias de controle inovadoras. O objetivo desta pesquisa é conduzir uma revisão sistemática da literatura focada na investigação de *Corynespora cassiicola* utilizando como base publicações científicas produzidas no Estado do Amazonas, a fim de fornecer subsídios para direcionar futuras pesquisas e estratégias de manejo da doença alinhadas com o desenvolvimento sustentável da agricultura na região.

## Avances y perspectivas en la investigación científica del hongo *Corynespora cassiicola* en el estado de Amazonas, Brasil

### Abstract

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amazonas (UFAM/PPGATR) Manaus-AM, Brasil. ✉

<sup>2</sup>Universidade Federal do Amazonas (UFAM/PPGATR) Manaus-AM. ✉

<sup>3</sup>Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói, Brasil. ✉



The growth of agriculture in the Amazon region, driven by the Green Revolution and the expansion of the Brazilian agricultural frontier, has brought significant challenges related to phytopathology, particularly regarding the incidence of target spot caused by *Corynespora cassiicola*. The lack of specific fungicides and resistant cultivars for Amazonian conditions has been a major limitation for the effective management of this disease, highlighting the need for additional research and innovative control strategies. The aim of this study is to conduct a systematic literature review focused on the investigation of *Corynespora cassiicola* based on scientific publications produced in the Amazon State, in order to provide insights to guide future research and disease management strategies aligned with the sustainable development of agriculture in the region.

**Keywords:** Tropical Agriculture, Plant Health, Phytopathology, Integrated Disease Management, Target Spot.

## **Avances y perspectivas en la investigación científica del hongo *Corynespora cassiicola* en el estado de Amazonas, Brasil**

### **Resumen**

El crecimiento de la agricultura en la región amazónica, impulsado por la Revolución Verde y la expansión de la frontera agrícola brasileña, ha traído consigo importantes desafíos relacionados con la fitopatología, particularmente en lo que respecta a la incidencia del ojo de gallo causado por *Corynespora cassiicola*. La falta de fungicidas específicos y cultivares resistentes para las condiciones amazónicas ha sido una limitación importante para el manejo efectivo de esta enfermedad, resaltando la necesidad de investigaciones adicionales y estrategias de control innovadoras. El objetivo de este estudio es realizar una revisión sistemática de la literatura centrada en la investigación de *Corynespora cassiicola* basada en publicaciones científicas producidas



en el Estado de Amazonas, con el fin de proporcionar conocimientos para orientar futuras investigaciones y estrategias de manejo de la enfermedad alineadas con el desarrollo sostenible de la agricultura en la región.

**Palabras clave:** Agricultura Tropical, Salud de las Plantas, Fitopatología, Manejo Integrado de Enfermedades, Mancha Anillada

## 1. Introdução

A manutenção da sustentabilidade agrícola é uma questão urgente diante dos desafios impostos pelas doenças de plantas, que causam perdas substanciais nos sistemas agroalimentares, afetando não apenas produtores e consumidores rurais, mas também a economia global e a biodiversidade 31.

As pragas que atacam culturas economicamente importantes estão se tornando mais destrutivas devido aos efeitos das mudanças climáticas, resultando em perdas estimadas em até 40% da produção agrícola global 31. Os fungos representam o maior grupo entre os microrganismos fitopatogênicos, com mais de 10 mil espécies associadas às plantas 34.

*Corynespora cassiicola* é um exemplo proeminente de fungo fitopatogênico com ampla distribuição geográfica, afetando mais de 812 espécies vegetais em 70 países 20. Além de seu impacto na agricultura, este patógeno emerge como uma preocupação de saúde pública devido à sua associação com infecções em seres humanos 29; 38.

A doença causada por *C. cassiicola*, conhecida como mancha-alvo, é comumente observada em diversas espécies de plantas em regiões tropicais e subtropicais 38, resultando em prejuízos significativos em culturas como soja (*Glycine max*), seringueira (*Hevea brasiliensis*) e tomate (*Solanum lycopersicum*)20.

No Brasil, a mancha-alvo foi inicialmente identificada na década de 1970 em plantações de soja nos estados do Paraná e São Paulo 1, e desde então disseminou-se



por todas as regiões produtoras do país, com ocorrência frequente na região Centro-Norte 38.

No estado do Amazonas, onde a heveicultura e a tomaticultura desempenham papéis significativos na economia local, a mancha-alvo representa uma ameaça constante. Desde sua primeira observação na década de 1980 em mudas de seringueira no município de Manaus 25, a doença tem sido uma preocupação para a produção regional, especialmente considerando os surtos devastadores observados em outras regiões tropicais 33; 39.

A complexidade do manejo da mancha-alvo é agravada pela falta de produtos fitossanitários específicos e de cultivares resistentes adaptados às condições amazônicas, dificultando as práticas de controle e aumentando os riscos ambientais e de saúde humana associados ao uso indiscriminado de agrotóxicos 37. Além disso, a alta variabilidade genética de *C. cassiicola* pode contribuir para a resistência a agentes químicos e influenciar na eficácia das estratégias de manejo da doença 17; 42; 6.

Diante desse cenário, este estudo fornece uma revisão da literatura sobre *C. cassiicola*, com foco nas publicações científicas produzidas no estado do Amazonas, com o propósito de identificar lacunas no conhecimento existente, oferecer perspectivas valiosas para direcionar investigações futuras e propor estratégias integradas de manejo da mancha-alvo na região.

## 2. Metodologia

O presente estudo seguiu as diretrizes de revisões sistemáticas estabelecidas pelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) 23. A coleta de dados foi concluída em 7 de março de 2024 e focou exclusivamente em artigos originais e de revisão da literatura. Este critério de seleção foi adotado para garantir a inclusão de estudos que oferecessem contribuições substanciais para o entendimento abrangente da temática em questão, independentemente da época de sua publicação.



A pesquisa bibliográfica foi realizada utilizando as bases de dados do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação (<https://www.periodicos.capes.gov.br/>), Google Scholar (<https://scholar.google.com.br/>) e PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>).

Para identificar efetivamente os estudos relevantes, foram utilizadas as palavras-chave "*Corynespora cassiicola*" e "Amazonas". Essa escolha estratégica visou assegurar a especificidade do levantamento bibliográfico. É importante considerar as possíveis limitações inerentes ao caráter seletivo da revisão bibliográfica, reconhecendo que a abordagem pode não abarcar a totalidade das investigações sobre o tema, apesar dos esforços para garantir uma abordagem mais representativa e abrangente possível.

Os artigos selecionados foram submetidos a uma análise crítica e sistemática. Aspectos como metodologia empregada, resultados obtidos e conclusões foram revisados a fim de extrair informações relevantes e oferecer uma visão abrangente sobre a ocorrência, disseminação e impactos de *Corynespora cassiicola* no Estado do Amazonas.

### 3. **Desenvolvimento e discussão**

Foram identificados 13 artigos publicados entre os anos de 1988 e 2022 relacionados a *C. cassiicola* no Amazonas, os quais serão discutidos nos subtópicos a seguir.

#### 3.1 **Ocorrência e Distribuição Geográfica**

O primeiro registro de mancha-alvo causada por *C. cassiicola* no Amazonas data de dezembro de 1984, quando plantas de seringueira (*Hevea brasiliensis*) do clone IAN717, com apenas dois meses de idade e cultivadas em um viveiro experimental em Manaus, apresentaram manchas foliares e desfolha precoce 25. Nessa época, embora a presença do fungo não representasse um impacto econômico significativo para a agricultura estadual, marcou o início do estudo sobre essa patologia na região.



Durante a década de 1980, *C. cassiicola* também foi observada de forma epidêmica em plantações de tomate na zona rural de Manaus 4. Desde então, uma série de artigos científicos foram publicados, descrevendo isolamentos dessa espécie fúngica em várias plantas hospedeiras de interesse agrônomo (quadro 1), bem como destacando episódios de alta incidência e severidade da mancha-alvo.

**Quadro 1:** Linha do tempo de publicações de relatos de ocorrência de *Corynespora cassiicola* em culturas agrônomicas no Amazonas, Brasil

Publicação	Planta hospedeira	Local
Alves et al. (1985)	Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	Manaus/AM
Gasparotto et al. (1988)	Seringueira ( <i>Hevea brasiliensis</i> )	Manaus/AM
Cardoso et al. (2000)	Abóbora ( <i>Cucurbita moschata</i> ) Melancia ( <i>Citrullus lanatus</i> ) Pepino ( <i>Cucumis sativus</i> )	Iranduba/AM Carauari/AM Humaitá/AM Manicoré/AM São Gabriel da Cachoeira/AM
Reis & Madeira (2009)	Pepino ( <i>Cucumis sativus</i> ) Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	Iranduba/AM Manaus/AM Silves/AM
Sousa & Bentes (2014)	Pepino ( <i>Cucumis sativus</i> ) Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) Berinjela ( <i>Solanum melongena</i> )	Iranduba/AM Manaus/AM Presidente Figueiredo/AM
Ferreira & Bentes (2017)	Berinjela ( <i>Solanum melongena</i> ) Mamão ( <i>Carica papaya</i> ) Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	Iranduba/AM Manaus/AM Presidente Figueiredo/AM

### 3.2 Controle químico

Fungicidas sistêmicos, agrupados nas categorias dos benzimidazóis, triazóis, estrobilurinas e carboxamidas, possuem registro no Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) para o controle da mancha-alvo provocada por *C. cassiicola*, contudo esses produtos são recomendados especificamente para as culturas da soja (*Glycine max*) (142 produtos), algodão (*Gossypium* L.) (12 produtos) e acerola (*Malpighia emarginata*) (2 produtos) (AGROFIT, 2024). É importante destacar que não há agrotóxicos registrados



para as principais culturas afetadas no Amazonas, tais como tomate (*S. lycopersicum*), pepino (*C. sativus*), abóbora (*C. moschata*), melancia (*C. lanatus*), berinjela (*S. melongena*), mamão (*C. papaya*) e seringueira (*H. brasiliensis*)<sup>4</sup>; 24; 11; 36; 41; 21.

A ausência de agrotóxicos registrados para determinadas culturas agrava o uso irregular desses produtos <sup>37</sup>, criando um cenário desafiador para o manejo da doença, aliado a falta de publicações científicas sobre o controle químico de mancha-alvo na agricultura praticada no Amazonas. Isso ressalta a necessidade urgente de informações atualizadas sobre avanços no controle químico uma vez que já pode haver a presença de variedades de *C. cassicola* resistentes a fungicidas na região.

A ocorrência de alterações genéticas em fungos pode conferir resistência a ingredientes ativos, reduzindo a sensibilidade do fungo a determinados produtos fungicidas. O uso inadequado e a falta de rotação de grupos químicos podem aumentar a pressão seletiva, favorecendo a seleção de indivíduos resistentes <sup>28</sup>. Algumas mutações pontuais na sequência de DNA de *C. cassicola* já são conhecidas por conferirem resistência a fungicidas da classe dos benzimidazóis (E198A e F200Y) e das estrobilurinas (G143A) <sup>22</sup>.

O surgimento de resistência a fungicidas tem impactos significativos em diversos setores da sociedade. As empresas agroquímicas enfrentam perdas financeiras devido à ineficácia dos produtos lançados no mercado, enquanto os agricultores lidam com o aumento dos custos de produção e os danos ambientais resultantes da intensificação da aplicação de fungicidas. Além disso, os consumidores correm o risco de exposição a produtos contaminados por resíduos de agrotóxicos <sup>28</sup>.

### 3.3 Diversidade genética

A compreensão da diversidade dentro de espécies de fungos é essencial para implementar ações eficazes em programas de manejo de doenças de plantas. Essa compreensão fornece informações essenciais para diagnosticar corretamente o agente



causal das doenças, avaliar a eficácia das medidas de manejo e entender a distribuição, evolução e impacto desses organismos no ambiente 40.

Foi realizada a caracterização morfocultural de colônias, micélios e conídios de *C. cassiicola*, isolados de folhas de tomate (*S. lycopersicum*), pepino (*C. sativus*) e berinjela (*S. melongena*) coletados nos municípios de Iranduba/AM, Manaus/AM e Presidente Figueiredo/AM, o que permitiu a obtenção de informações relacionadas à fisiologia do patógeno e à composição química dos meios de cultura que favorecem seu desenvolvimento. Observou-se variabilidade na coloração e no tamanho dos conídios entre isolados do mesmo hospedeiro e diferentes procedências. O meio de cultura cenoura-ágar (CA) favoreceu o maior índice de crescimento micelial, enquanto o batata-dextrose-ágar (BDA) e o batata-sacarose-ágar (BSA) foram os meios que proporcionaram maior esporulação 41.

Apesar de as características morfológicas serem amplamente empregadas na identificação de fungos, encontrar uma identificação exclusivamente baseada nelas pode ocasionalmente ser inviável. Contudo, com os avanços na biologia molecular e genômica, tornou-se possível correlacionar as divergências morfológicas e fisiológicas dentro de um mesmo grupo de fungos usando dados genéticos mais precisos, o que contribui para um diagnóstico e tratamento mais preciso de doenças 13.

Foi conduzida uma análise da variabilidade genética utilizando marcadores moleculares AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) em *C. cassiicola* isolados de folhas de tomate (*S. lycopersicum*), pepino (*C. sativus*) e mamão (*C. papaya*) em diversos municípios do Amazonas. Sete genomas distintos foram identificados, e três isolados provenientes de mamão (*C. papaya*), pepino (*C. sativus*) e tomate (*S. lycopersicum*) permaneceram como indivíduos únicos em diferentes populações, sugerindo uma variação genética significativa e possível especificidade do hospedeiro 6.





### 3.4 Alternativas de Manejo

Práticas culturais podem ser empregadas no manejo de doenças de plantas para combater os agentes fitopatógenos, reduzindo os prejuízos causados por estes no ambiente amazônico. Os danos causados por uma doença, podem ser diminuídos pela adoção de estratégias gerais de controle que visem evitar a entrada ou erradicar os patógenos, proteger a planta hospedeira, desenvolver a resistência nas hospedeiras aos patógenos e fazer tratamento prévio das plantas infestadas.

Dois experimentos conduzidos em 2006 e 2007 afim de avaliar alternativas de manejo para a mancha-alvo na cultura do tomate (*S. lycopersicum*) em plantios submetidos à infecção natural em uma área experimental no município de Manaus, revelaram que em plantas submetidas à desbrota e à remoção de folhas doentes, a severidade da doença foi significativamente menor do que em plantas sem este tipo de manejo, sendo estas práticas culturais viáveis para serem utilizadas no manejo de *C. cassiicola* em pequenas áreas de produção 15.

Apesar da importância do manejo fitossanitário de *C. cassiicola* para a agricultura, há pouca informação disponível na literatura sobre aspectos de sua fisiologia referentes aos regimes de luz e outros fatores abióticos favoráveis ao crescimento do micélio, à germinação dos conídios e à esporulação do fungo. Foi verificado que a influência do efeito da iluminação no desenvolvimento in vitro de isolados de *C. cassiicola* oriundos de folhas de tomateiro (*S. lycopersicum*) provenientes de lavouras de Manaus/AM e Iranduba/AM, resultando na inibição do crescimento de colônias do fungo sob luz vermelha (620nm-740nm) e amarela (575nm-585 nm), e no estímulo do crescimento de colônias sob luz verde (500nm-575 nm) a azul 9445nm-500 nm), o que pode ser uma estratégia de manejo útil em ambientes controlados 35.

Dentre as estratégias de manejo, a utilização de genótipos de plantas com resistência a doença é uma das opções mais desejáveis, considerando sua compatibilidade com outros métodos de manejo e o baixo impacto ambiental. Existem



diversos estudos em fitopatologia realizados com o objetivo de definir a patogenicidade e virulência de fungos em plantas, o que contribui na seleção de cultivares diretamente relacionados a estas características em programas de manejo da doença.

Diferentes níveis de severidade à mancha-alvo causada por *C. cassiicola* isolados de plantas de pepineiro (*C. sativus*) em Manaus/AM e Iranduba/AM, foram detectados em um experimento realizado em casa de vegetação, onde a cultivar Aodai foi considerada resistente em comparação ao híbrido Tsuyataro considerado suscetível 7.

Também foi avaliada a patogenicidade de isolados de *C. cassiicola* em plantas de tomate (*S. lycopersicum*), berinjela (*S. melongena*) e mamão (*C. papaya*), obtidos em áreas produtoras nos municípios de Manaus/AM, Iranduba/AM e Presidente Figueiredo/AM. Todos os isolados provocaram a doença em seus hospedeiros originários e os isolados de mamão causaram sintomas em todas as espécies de plantas avaliadas. Certo grau de especificidade foi demonstrado nos isolados de berinjela e tomate que não causaram doença em mamão. A severidade da doença foi maior em tomate e os isolados obtidos em Iranduba/AM provocaram a doença em níveis mais severos 21.

### 3.5 Possíveis agentes antagonistas

Moléculas vegetais presentes em diferentes espécies da flora amazônica possuem ação fungicida e podem atuar de maneira constitutiva ou induzida no mecanismo de defesa vegetal contra o ataque de patógenos. Ensaio *in vitro* revelaram a inibição de esporulação de 74% e 47% de *C. cassiicola*, utilizando os extratos das plantas *Caesalpinia ferrea* e *Swartzia polyphylla* respectivamente, cultivadas em um arboreto no município de Manaus/AM. Além disso, houve uma inibição significativa do crescimento micelial de *C. cassiicola* usando o extrato de *Caesalpinia ferrea* em concentrações acima de 20 µg/mL. Essas descobertas indicam que essas espécies



vegetais são promissoras para a produção de produtos naturais para o controle de *C. cassiicola*. 5

A utilização de produtos à base de agentes biológicos para o controle de doenças possui evidentes vantagens em relação ao uso de agentes químicos, uma vez que não poluem o ambiente e não causa desequilíbrios ecológicos. Uma avaliação de controle biológico de *C. cassiicola* em mudas de tomate (*S. lycopersicum*) mediadas por bactérias benéficas isoladas de solo amazônico não-rizosférico (biochar) em Manaus/AM, demonstrou que bactérias específicas apresentaram alta eficiência na redução da gravidade da mancha-alvo. A análise molecular destes microorganismos mostrou que as cepas mais promissoras são espécies de *Bacillus* (grupo *Cereus*) e *Lysinibacillus*, com grande potencial para uso como ferramenta adicional para o manejo integrado da mancha-alvo 10.

É reconhecido que íons de prata reagem com grupos de proteínas e desempenham um papel essencial em bactérias e fungos interferindo em enzimas com diversas funções metabólicas 18. Um estudo sobre a síntese de nanopartículas de prata (AgNPs) por *Fusarium concolor* obtidos de folhas e sementes de guaranazeiro (*Paullinia cupana*) em Manaus/AM e Maués/AM, apontou atividade antifúngica no controle *in vitro* de *C. cassiicola* e outros fungos fitopatogênicos, a partir da observação da redução do crescimento micelial significativa em todos os fungos estudados quando em contato com solução de AgNPs, sugerindo-se a possibilidade do uso deste produto biossintetizado no controle de fitopatógenos 1.

As plantas do gênero *Hevea* apresentam uma grande diversidade de espécies de fungos endofíticos, que podem fornecer compostos bioativos e enzimas para uso biotecnológico e agentes antagonistas para controle biológico de doenças de plantas. Foi observado que fungos endofíticos isolados de uma planta clonal (CNS AM 7905) de seringueiras (*Hevea brasiliensis*) em Manaus/AM apresentaram bom potencial antimicrobiano e enzimático 3. Em um ensaio de antagonismo *in vitro* o fungo



endofítico *Diaporthe* sp. pertencente ao gênero *Phanerochaete* inibiu efetivamente *C. cassiicola*. As espécies do gênero *Phanerochaete* já são conhecidas e usadas na produção de compostos naturais como o tirosol, com efeitos antifúngicos e antibacterianos 43.

Um dos agentes de controle biológico amplamente reconhecido na literatura é o fungo *Trichoderma* spp. Durante um estudo da microbiota cultivável do rio Juruá/AM isolados com características morfológicas do gênero *Trichoderma* foram selecionados quanto à sua capacidade para controlar fitopatógenos. A partir de análise filogenética, foi proposto que uma espécie denominada *Trichoderma juruarensense* foi capaz de inibir o crescimento *in vitro* de diversos fitopatógenos, dentre estes *C. cassiicola* que apresentou 43% de inibição do crescimento micelial em ensaio *in vitro* 27.

#### 4. **Considerações finais**

No Amazonas o fungo *C. cassiicola* é um fator limitante na produção de hortaliças, destacando-se a cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*) 15; 41; 7; 21; 6 35; 10. Não há fungicida recomendado para esse patossistema e tampouco há material vegetal resistente, à vista disso, não há condições suficientes para um programa de manejo adequado da macha-alvo para as condições do Amazonas, destacando-se a necessidade da realização de pesquisas aplicadas neste assunto.

A maior parte das pesquisas voltadas a *C. cassiicola* no Amazonas ainda estão centradas em trabalhos de levantamentos morfológicos de fungos associados às plantas e soluções para problemas fitossanitários que afetam certas culturas, sendo necessário o avanço nas pesquisas em fitopatologia com abordagem molecular para o desenvolvimento de soluções capazes de detectar e analisar precisamente os mecanismos genéticos de patogenicidade.

A pesquisa genética de *C. cassiicola* na região já alcançou o uso de marcadores moleculares AFLP 6, porém as técnicas para estudos com marcadores moleculares têm sido aprimoradas com velocidade fenomenal, sendo necessária a constante continuidade



na pesquisa com metodologias direcionadas para os aspectos bioquímicos e moleculares envolvidos no mecanismo de interação planta patógeno envolvendo as espécies de importância econômica para o Estado.

Apesar do Amazonas ser um dos maiores centros de diversidade biológica do planeta, pouco se conhece sobre o germoplasma de espécies agronômicas cultivadas na região e seus patógenos. As variedades de solanáceas cucurbitáceas e outras hortaliças cultivadas pela agricultura familiar, bem como as variedades de *C. cassiicola* presentes nestas culturas, são importantes fontes de variabilidade genética e necessitam de caracterização para o seu melhor conhecimento.

Foi verificado que algumas práticas culturais podem ser usadas para minimizar a patogenicidade de *C. cassiicola* sobre cultivos em ambiente amazônico, como podas, uso de cultivares resistentes e o manejo da iluminação 15; 7; 21; 35. Desta forma, tais estratégias devem ser utilizadas de forma organizada, com viabilidade econômica, e inseridas nas bases do Manejo Integrado de Doenças. Além disso, existem diversas outras táticas de manejo físico e cultural que ainda necessitam ser pesquisadas para o controle de *C. cassiicola* no Amazonas, como o preparo do solo, o consórcio de culturas, a irrigação, a temperatura, dentre outras.

Foi possível constatar que dentre os diversos agentes alternativos para o controle de *C. cassiicola* estão os microrganismos antagonistas e substâncias naturais da biodiversidade amazônica 5; 10; 1; 3, e a utilização desses recursos deve ser incentivada, já que este entendimento será fundamental para propiciar a seleção de agentes de controle biológico em potencial para utilização na agricultura do Estado. Nesse sentido, a perspectiva é de que haja uma crescente demanda de produtos e o investimento do setor agrícola em pesquisa, inovação e desenvolvimento tecnológico para esta área.



O conhecimento aprofundado da pesquisa do fungo fitopatogênico *C. cassicola* no Estado do Amazonas, possibilitou a identificação e a compreensão das principais restrições e potencialidades da produção regional, configurando-se em uma contribuição, não definitiva e suficiente, mas importante para subsidiar discussões e ações futuras de desenvolvimento para a região.

## 5. Declaração de direitos

O(s)/A(s) autor(s)/autora(s) declara(m) ser detentores dos direitos autorais da presente obra, que o artigo não foi publicado anteriormente e que não está sendo considerado por outra(o) Revista/Journal. Declara(m) que as imagens e textos publicados são de responsabilidade do(s) autor(s), e não possuem direitos autorais reservados a terceiros. Textos e/ou imagens de terceiros são devidamente citados ou devidamente autorizados com concessão de direitos para publicação quando necessário. Declara(m) respeitar os direitos de terceiros e de Instituições públicas e privadas. Declara(m) não cometer plágio ou auto plágio e não ter considerado/gerado conteúdos falsos e que a obra é original e de responsabilidade dos autores.

## 6. Referências

1. Almeida, A. S. F. D.; Corrêa Junior, A.; Bentes, J. L. D. S. Synthesis of silver nanoparticles (AgNPs) by *Fusarium concolor* and inhibition of plant pathogens. *Summa Phytopathologica*, v. 47, p. 9-15, 2021. DOI: [10.1590/0100-5405/235097](https://doi.org/10.1590/0100-5405/235097)
2. Almeida, A. M. R.; Machado, C. C.; Ferreira, L. P.; Lehman, O. S.; Antonio, H. Ocorrência de *Corynespora cassicola* (Berk. & Curt.) Wei no Estado de São Paulo. *Fitopatologia Brasileira*, v. 1, p. 111-112, 1976.
3. Amaral, A. de O.; Bentes, J. L. da Fungal endophytic community associated with *Hevea* spp.: diversity, enzymatic activity, and biocontrol potential. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 53, n. 2, p. 857-872, 2022. DOI: [10.1007/s42770-022-00709-1](https://doi.org/10.1007/s42770-022-00709-1)
4. Alves, M. L. B.; Lourds, M.; Noda, H. Ocorrência de *Corynespora cassicola* em caráter epidêmico em tomates de Manaus. *Fitopatologia Brasileira*, v. 10, n. 2, p. 229, 1985.



5. Bariani, A.; Gonçalves, J. F. D. C.; Chevreuil, L. R.; Cavallazzi, J. R. P.; Souza, L. A. G. D.; Bentes, J. L. D. S.; Pando, S. C. Partial purification of trypsin inhibitors from *Caesalpinia ferrea* and *Swartzia polyphylla* seeds and effect of protein extracts on pathogenic fungi. *Summa Phytopathologica*, v. 38, n. 2, p. 131-138, 2012. DOI: [10.1590/S0100-54052012000200004](https://doi.org/10.1590/S0100-54052012000200004)
6. Bentes, J. L. D. S.; Sousa, F. M. G.; Lopes, M. T. G.; Valente, M. S. F.; Almeida, F. V.; Demosthenes, L. C. R. Genetic variability of *Corynespora cassiicola* isolates from Amazonas, Brazil. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 85, 2018. DOI: [10.1590/1808-1657000992017](https://doi.org/10.1590/1808-1657000992017)
7. Bezerra, E. D. J. D. S.; Bentes, J. L. D. S. Reação de híbridos de pepino a *Corynespora cassiicola* no Amazonas. *Summa Phytopathologica*, v. 41, p. 71-72, 2015. DOI: [10.1590/0100-5405/2016](https://doi.org/10.1590/0100-5405/2016)
8. Blazquez, C. H.; CH, B. TARGET SPORT OF TOMATO. Disponível em: <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=PASCAL7338016598>. Acesso em: 10 jan. 2023.
9. Borah, M.; Deb, B. A Review on Symptomatology, Epidemiology and Integrated Management Strategies of Some Economically Important Fungal Diseases of Soybean (*Glycine max*). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, v. 9, n. 11, p. 1247-1267, 2020. DOI: [10.20546/ijemas.2020.911.147](https://doi.org/10.20546/ijemas.2020.911.147)
10. Caniato, M. M.; Catarino, A. D. M.; Sousa, T. F.; Silva, G. F. D.; Bichara, K. P. D. A.; Cruz, J. C. D.; ... & Hanada, R. E. Diversity of bacterial strains in biochar-enhanced Amazon soil and their potential for growth promotion and biological disease control in tomato. *Acta Amazonica*, v. 50, p. 278-288, 2020. DOI: [10.1590/1809-4392201901072](https://doi.org/10.1590/1809-4392201901072)
11. Cardoso, M.; Boher, B.; Guimaraes, L. Patógenos associados as cucurbitáceas cultivadas no Estado do Amazonas. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR2022100849>. Acesso em: 10 jan. 2023.



12. Carmona, M.; Sautua, F. La problemática de la resistencia de hongos a fungicidas. Causas y efectos en cultivos extensivos. *Agronomía & Ambiente*, v. 37, n. 1.
13. Chattopadhyay, A.; Tiwari, K. K.; Bhushan, K.; Pratap, D. Genic molecular markers in fungi: availability and utility for bioprospection. In *Molecular markers in mycology*, p. 151-176, 2017. DOI: [10.1007/978-3-319-34106-4\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-319-34106-4_18)
14. Chung, S. R.; Lee, H. S.; You, I. C. Fungal keratitis caused by *Corynespora cassiicola*, a plant pathogen. *Korean Journal of Medical Mycology*, 2018. DOI: [dx.10.17966/JMI.2018.23.1.24](https://doi.org/10.17966/JMI.2018.23.1.24)
15. Coelho Netto, R. A.; Noda, H.; Assis, L. A. G. D.; Machado, F. M. Avaliação de práticas de manejo da mancha-de-*Corynespora* na cultura do tomate. *Tropical Plant Pathology*, v. 37, p. 185-190, 2012. DOI: [10.1590/S1982-56762012000300004](https://doi.org/10.1590/S1982-56762012000300004)
16. Deighton, F. C. Preliminary list of fungi and diseases of plants in Sierra Leone. *Bulletin of Miscellaneous Information (Royal Botanic Gardens, Kew)*, v. 1936, n. 7, p. 397-424, 1936. DOI: [10.2307/4111838](https://doi.org/10.2307/4111838)
17. Dixon, L. J.; Schlub, R. L.; Pernezny, K.; Datnoff, L. E. Host specialization and phylogenetic diversity of *Corynespora cassiicola*. *Phytopathology*, v. 99, n. 9, p. 1015-1027, 2009. DOI: [10.1094/PHYTO-99-9-1015](https://doi.org/10.1094/PHYTO-99-9-1015)
18. Durán, N.; Marcato, P. D.; Conti, R. D.; Alves, O. L.; Costa, F.; Brocchi, M. Potential use of silver nanoparticles on pathogenic bacteria, their toxicity and possible mechanisms of action. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 21, p. 949-959, 2010. DOI: [10.1590/S0103-50532010000600002](https://doi.org/10.1590/S0103-50532010000600002)
19. FAO. FAOSTAT Food and Agriculture data. 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 10 jan. 2023.
20. Farr, D. F.; Rossman, A. Y. Fungal databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. 2023. Disponível em: <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>. Acesso em: 10 jan. 2023.





21. Ferreira, A. F. T. A. F.; Bentes, J. L. D. S. Pathogenicity of *Corynespora cassiicola* on different hosts in Amazonas State, Brazil. *Summa Phytopathologica*, v. 43, p. 63-65, 2017. DOI: 10.1590/0100-5405/2220
22. FRAC, Fungicide Resistance Action Committee. FRAC code list: fungicides stored by mode of action. 2022. Bruxelas, Bélgica. Disponível em: [https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2022--final.pdf?sfvrsn=b6024e9a\\_2](https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2022--final.pdf?sfvrsn=b6024e9a_2). Acesso em: 10 jan. 2023.
23. Galvão, T. F.; Tiguman, G. M. B.; Sarkis-Onofre, R. A declaração PRISMA 2020 em português: recomendações atualizadas para o relato de revisões sistemáticas. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 31, p. e2022364, 2022.
24. Gasparotto, L.; Ferreira, F. A.; Junqueira, N. T. V. Mancha de *Corynespora* em folhas de seringueira (*Hevea brasiliensis*) no Brasil. Embrapa Amazônia Ocidental-Comunicado Técnico. 1988. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/667161>. Acesso em: 10 jan. 2023.
25. Gasparotto, L.; Pereira, E. B. C.; Lim, T. M. Ocorrência de *Corynespora cassiicola* em seringueira no Estado do Amazonas. 1985. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/665214>. Acesso em: 10 jan. 2023.
26. Ghini, R.; Kimati, H. Resistência de fungos a fungicidas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/13231>. Acesso em: 10 jan. 2023.
27. Gwinner, R.; Sousa, T. F.; de Sousa, S. B.; Bandeira, I. C.; Castro, G. D. S.; Hanada, R. E.; ... & Silva, G. F. *Trichoderma juruarensis* sp. nov. (Hypocreaceae) a new fungal species from sediments of the Amazonian Juruá River with agricultural potential. 2022. DOI: 10.21203/rs.3.rs-1214667/v1



28. Hawkins, N. J.; Fraaije, B. A. Fitness penalties in the evolution of fungicide resistance. *Annual Review of Phytopathology*, v. 56, p. 339-360, 2018. DOI: 10.1146/annurev-phyto-080417-050012
29. IBGE. Censo Agropecuário 2017. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 10 jan. 2023.
30. IPPC Secretariat. Scientific review of the impact of climate change on plant pests – A global challenge to prevent and mitigate plant pest risks in agriculture, forestry and ecosystems. Rome. FAO on behalf of the IPPC Secretariat, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb4769en>. Acesso em: 10 jan. 2023.
31. IPPC Secretariat. International Year of Plant Health – Final report. Protecting plants, protecting life. FAO on behalf of the Secretariat of the International Plant Protection Convention, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb7056en>. Acesso em: 10 jan. 2023.
32. Leroy, M. A. Y. A.; Lourd, M. A. U. R. I. C. E. Doença foliar do tomateiro causada por *Corynespora cassiicola* em Manaus. *Fitopatologia brasileira*, v. 14, n. 1, p. 32-36, 1989. RePEc: hal: journal: hal-01466609
33. Liyanage, A. D. S.; Jayasinghe, C. K.; Liyanage, N. I. S.; Jayaratne, A. H. R. *Corynespora* leaf spot disease of rubber (*Hevea brasiliensis*)-a new record. *J Rubber Res Inst Sri Lanka*, v. 65, p. 47-50, 1986. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=LK9200263>. Acesso em: 7 mar. 2024.
34. Nazarov, P. A.; Baleev, D. N.; Ivanova, M. I.; Sokolova, L. M.; Karakozova, M. V. Infectious plant diseases: Etiology, current status, problems and prospects in plant protection. *Acta Naturae*, v. 12, n. 3, p. 46, 2020. DOI: 10.32607/actanaturae.11026 Acesso em: 7 mar. 2024.



35. Paixão, A. D. C.; Macedo, G. L.; Netto, R. A. C. Light through transparent colored coverings on *Corynespora cassiicola* causing the target spot on tomato. *Acta Biológica Paranaense*, v. 47, p. 57-67, 2018. DOI: 10.5380/abpr.v47i0.61563 Acesso em: 7 mar. 2024.
36. Reis, A.; Madeira, N. R. Diagnóstico dos principais problemas no cultivo de hortaliças no Estado do Amazonas. Circular técnica. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, n. 82, p. 12, 2009. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/783039>. Acesso em: 7 mar. 2024.
37. Reis, A.; Inoue-Nagata, A. K.; Gasparotto, L.; Coelho Netto, R. A. C.; da Silva, G. S. Principais doenças do tomateiro no Amazonas. Embrapa Hortaliças, 2019. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1120928>. Acesso em: 10 jan. 2023.
38. Ribeiro, F. de C.; Colombo, G. A.; Carvalho, E. V. de; Pelúzio, J. M.; Erasmo, E. A. L. Chemical control of the soybean target spot (*Corynespora cassiicola*), in the cerrado of Tocantins, Brazil. *Journal of bioenergy and food science*, v. 4, n. 1, p. 26-36, 2017. DOI: [dx.doi.org/10.18067/jbfs.v4i1.1118](https://doi.org/10.18067/jbfs.v4i1.1118).
39. Sagaff, S. A. S.; Ali, N. S.; Mahyudin, M. M.; Wong, M. Y.; Yusop, M. R. Emerging and Existing Major Leaf Diseases of *Hevea brasiliensis* in Malaysia. *Journal of Current Opinion in Crop Science*, v. 3, n. 1, p. 34-47, 2022. ISSN: 2583-0392 Acesso em: 7 mar. 2024.
40. Siah, A.; Elbekali, A. Y.; Ramdani, A.; Reignault, P.; Torriani, S. F.; Brunner, P. C.; Halama, P. QoI resistance and mitochondrial genetic structure of *Zymoseptoria tritici* in Morocco. *Plant Disease*, v. 98, n. 8, p. 1138-1144, 2014. DOI: 10.1094/PDIS-10-13-1057-RE Acesso em: 7 mar. 2024.
41. Sousa, F. M. G.; Bentes, J. L. D. S. Variabilidade de isolados de *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt.) Wei procedentes do Amazonas, em meios de cultura.



- Summa Phytopathologica, v. 40, p. 84-87, 2014. DOI: 10.1590/S0100-54052014000100014 Acesso em: 7 mar. 2024.
42. Sumabat, L. G.; Kemerait Jr, R. C.; Brewer, M. T. Phylogenetic diversity and host specialization of *Corynespora cassiicola* responsible for emerging target spot disease of cotton and other crops in the southeastern United States. *Phytopathology*, v. 108, n. 7, p. 892-901, 2018. DOI: 10.1094/PHYTO-12-17-0407-R Acesso em: 7 mar. 2024.
43. Tanapichatsakul, C.; Khruengsai, S.; Monggoot, S.; Pripdeevech, P. Production of eugenol from fungal endophytes *Neopestalotiopsis* sp. and *Diaporthe* sp. isolated from *Cinnamomum loureiroi* leaves. *PeerJ*, v. 7, e6427, 2019. DOI: 10.7717/peerj.6427 Acesso em: 7 mar. 2024.
44. Tavares, J. P. F.; Júnior, J. B. B. N.; da Costa Melo, Í. F. FUNGITOXICIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Lippia alba* SOBRE *Corynespora cassiicola* ISOLADO DE TOMATEIRO. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*, v. 2, n. 1, p. 31, 2021. DOI: 10.51189/rema/1094 Acesso em: 7 mar. 2024.
45. Wang, W. Y.; Luo, H. B.; Hu, J. Q.; Hong, H. H. Pulmonary *Cladosporium* infection coexisting with subcutaneous *Corynespora cassiicola* infection in a patient: A case report. *World Journal of Clinical Cases*, v. 10, n. 11, p. 3490, 2022. DOI: 10.12998/wjcc.v10.i11.3490 Acesso em: 7 mar. 2024.
46. Yamada, H.; Takahashi, N.; Hori, N.; Asano, Y.; Mochizuki, K.; Ohkusu, K.; Nishimura, K. Rare case of fungal keratitis caused by *Corynespora cassiicola*. *Journal of Infection and Chemotherapy*, v. 19, n. 6, p. 1167-1169, 2013. DOI: 10.1007/s10156-013-0579-8 Acesso em: 7 mar. 2024.