



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

AMANDA JENIFER MESCOUTO SOUZA

**CONTROLE ALTERNATIVO IN VITRO DE *Colletotrichum gloeosporioides*, AGENTE
CAUSAL DA ANTRACNOSE DO CACAUEIRO: EFEITO DO EXTRATO
HIDROALCOÓLICO de *Gliricidia sepium* E DO ANTAGONISMO DE *Trichoderma*
spp.**

BELÉM
2025

AMANDA JENIFER MESCOUTO SOUZA

CONTROLE ALTERNATIVO IN VITRO DE *Colletotrichum gloeosporioides*, AGENTE CAUSAL DA ANTRACNOSE DO CACAUEIRO: EFEITO DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO de *Gliricidia sepium* E DO ANTAGONISMO DE *Trichoderma* spp.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como requisito para a obtenção do título de graduação – Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Dr^a. Adélia Benedita Coelho dos Santos.

Coorientadora: Dr^a. Ruth Linda Benchimol.

BELÉM
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S719c Souza, Amanda Jenifer Mescouto
Controle alternativo in vitro de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose do cacaueiro: efeito do extrato hidroalcoólico de *Gliricidia sepium* e do antagonismo de *Trichoderma* spp. / Amanda Jenifer Mescouto Souza. - 2025.
40 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Agronomia, Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2025.
Orientador: Profa. Dra. Adélia Benedita Coelho dos Santos
Coorientador: Profa. Dra. Ruth Linda Benchimol.
1. Antracnose. 2. Cacaueiro. 3. Controle. 4. *Colletotrichum*. 5. *Trichoderma*. I. Santos, Adélia Benedita Coelho dos. *orient.* II. Título
-

CDD 581.2

AMANDA JENIFER MESCOUTO SOUZA

CONTROLE ALTERNATIVO IN VITRO DE *Colletotrichum gloeosporioides*, AGENTE CAUSAL DA ANTRACNOSE DO CACAUEIRO: EFEITO DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO de *Gliricidia sepium* E DO ANTAGONISMO DE *Trichoderma* spp.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como requisito para a obtenção do título de graduação – Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Dr^a. Adélia Benedita Coelho dos Santos.

Coorientadora: Dr^a. Ruth Linda Benchimol.

Aprovado em: 28 de agosto de 2025.

Banca Examinadora

Dr.^a Adélia Benedita Côelho dos Santos
UFRA

Msc. Zandia Maria de Souza Nascimento
UEPG

Dr.^a Sandra Valéria Dias Cardoso
UFLA

Dedico este trabalho a Deus, por me guiar em
minha fé e guiar meus passos nesta jornada, e
à minha mãe, que sempre acreditou em meu
potencial. Ninguém me amará como ela.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, antes de todos, pois é quem ilumina meus caminhos em qualquer direção que eu vá.

À minha mãe, que me deu à luz, que me dá seu amor, sendo a mulher mais forte que conheço. Minha maior incentivadora e exemplo de mulher.

Aos meus irmãos, de quem nunca me separei, que me trazem amparo e alegria.

À minha pequenina companheira, Laryssa Paz, que conhece a universidade mais do que qualquer criança que já visitou aquela instituição.

Ao meu gatinho, Barrigudinho, que me foi deixado de “herança” para me acompanhar com sua barriguinha gorda.

À minha gigantesca família, que alegra meus dias de festa.

Aos meus velhos amigos, Elisa, Rogério, Felipe, Wendel, Mailson, Adriely, Jaciara, Vivian e Suzele, que me acompanham desde o início da minha jornada na universidade.

À Iranildes, que sempre me ajudou em meus projetos mais importantes. Sua amizade, sua dedicação, sua proteção e sua preocupação são a prova da verdadeira amizade.

À Sara Minelle, que, em um momento de muita preocupação, fez parte do meu projeto, sendo uma excelente companheira e confidente.

À Joice, Julyana e Zandia, amigas maravilhosas que fiz em cada estágio.

Às minhas orientadoras, Dra. Iris Lettiere do Socorro Santos da Silva, Dra. Adélia Benedita Coelho dos Santos e Dra. Ruth Linda Benchimol, pela oportunidade de conhecer o mundo da Fitopatologia e pelos exemplos de força e liderança feminina.

À Universidade Federal Rural da Amazônia, pela acolhida e por me mostrar um mundo de oportunidades.

Ao Grupo de Estudos em Fitopatologia (GEPHYTO) e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Amazônia Oriental), por viabilizar os experimentos práticos e pelo conhecimento e experiência adquiridos.

Por fim, aos demais que fizeram parte da minha vida, também não me esquecerei de vocês.

“O conceito absoluto de agricultura sustentável pode ser impossível de ser obtido na prática. Entretanto, é função da pesquisa e da extensão oferecer opções para que sistemas mais sustentáveis sejam adotados” (Wagner Bettiol, 2008, p. 306).

RESUMO

O estado do Pará possui a maior produção de cacau do Brasil, com a agricultura familiar respondendo por 80% dessa produção. Para garantir a viabilidade de um manejo fitossanitário sustentável, este estudo avaliou a eficácia antifúngica do extrato hidroalcoólico de *Gliricidia sepium* e o uso de microrganismos antagonistas como agentes de controle biológico contra o agente causal da antracnose do cacaueiro. Seis concentrações do extrato hidroalcoólico foram incorporadas ao meio BDA inoculado com o patógeno e as amostras foram avaliadas por sete dias. Para os ensaios de antagonismo com *Trichoderma* spp., foi utilizado o método de cultivo pareado, no qual dois discos miceliais foram inoculados em bordas opostas das placas e incubados até que um microrganismo suprimisse o outro. Para avaliar a produção de metabólitos voláteis, um antagonista foi inoculado em uma placa contendo BDA e o patógeno em outra placa contendo apenas BDA. As placas foram seladas e incubadas em câmara BOD por oito horas. Em seguida, uma placa inoculada com *Trichoderma* spp. foi colocada frente a frente com uma placa inoculada com *Colletotrichum gloeosporioides* e monitorada até que o tratamento controle tivesse crescido completamente. As três maiores concentrações do extrato de *G. sepium* inibiram o desenvolvimento do patógeno. Entre os antagonistas, *Trichoderma koningiopsis* apresentou o maior potencial inibitório, tanto por metabólitos voláteis quanto em cultivo pareado, quando comparado ao controle.

Palavras-chave: Antracnose do cacaueiro; controle alternativo; *Colletotrichum gloeosporioides*; *Trichoderma* spp.

ABSTRACT

The state of Pará has the largest cocoa production in Brazil, with family farming accounting for 80% of this output. To ensure the feasibility of sustainable phytosanitary management, this study evaluated the antifungal efficacy of the hydroalcoholic extract of *Gliricidia sepium* and the use of antagonistic microorganisms as biological control agents against the causal agent of cocoa anthracnose. Six concentrations of the hydroalcoholic extract were incorporated into PDA medium inoculated with the pathogen, and samples were evaluated for seven days. For antagonism assays with *Trichoderma* spp., the pairing method was used, in which two mycelial discs were inoculated on opposite edges of the plates and incubated until one microorganism suppressed the other one. To assess volatile metabolite production, one antagonist was inoculated onto a plate containing PDA and the pathogen onto another PDA plate. The plates were sealed together and incubated in a BOD chamber for eight hours. Subsequently, a *Trichoderma* spp. plate was placed opposite a *Colletotrichum gloeosporioides* plate and monitored until the control treatment had fully grown. The three highest concentrations of the *G. sepium* extract inhibited pathogen development. Among the antagonists, *Trichoderma koningiopsis* showed the greatest inhibitory potential through volatile metabolites as well as in paired culture, when compared to the control.

Keywords: Cocoa anthracnose, Alternative control, *Colletotrichum gloeosporioides*; *Trichoderma* spp.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDA – Batata Dextrose Ágar

CEPLAC – Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

EBA – Extrato Bruto Aquoso

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IVCM – Índice de Velocidade de Crescimento Micelial

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

NaClO – Hipoclorito de Sódio

PDA – Potato Dextrose Agar (Batata Dextrose Ágar)

PIC – Percentual de Inibição do Crescimento

RStudio – (software estatístico)

SAF – Sistema Agroflorestal

UFRA-Universidade Federal Rural da Amazônia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. Geral.....	14
2.2. Específico.....	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1. A cultura do cacau (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	14
3.1.1. Características botânicas.....	14
3.1.2. Importância socioeconômica.....	16
3.2. Doenças do cacaueiro: agentes e impactos.....	18
3.2.1. Os principais patógenos.....	18
3.2.2. Antracnose.....	19
3.2.3. Métodos convencionais de controle: recomendações, benefícios, limitações e malefícios.....	21
3.3. Controle alternativo de doenças com extratos vegetais.....	22
3.4. <i>Gliricidia sepium</i>: características e potencial fitossanitário.....	23
3.5. <i>Trichoderma</i> spp. como agente de controle biológico.....	24
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1. Local e período do experimento.....	25
4.2. Obtenção do material biológico.....	25
4.3. Obtenção dos extratos hidroalcoólicos.....	26
4.4. Avaliação da viabilidade.....	27
4.4.1. Montagem dos ensaios com extrato hidroalcoólico.....	27
4.4.2. Montagem dos ensaios do antagonismo pelo método de pareamento.....	28
4.4.3. Montagem dos ensaios do antagonismo por metabólitos voláteis.....	28
4.5. Índice de Velocidade de Crescimento Micelial.....	29
4.6. Percentual de Inibição do Crescimento.....	29
4.7. Análise estatística.....	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
5.1. Efeito dos extratos hidroalcoólicos sobre o crescimento micelial do patógeno.....	30
5.2. Atividade antagônica de <i>Trichoderma</i> spp. (pareamento in vitro).....	32
5.3. Atividade antagônica de <i>Trichoderma</i> spp. por metabólitos voláteis.....	34
6. CONCLUSÃO.....	35
7. REFERÊNCIAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

O Pará, o maior estado produtor de cacau do Brasil, com uma produção de 154,0 mil toneladas de amêndoas no mês de dezembro de 2024 (IBGE, 2024, p. 8), concentra a maior parte dessa produção na agricultura familiar, visto que cerca de 80% das lavouras de cacau estão em pequenas e médias propriedades rurais (Saavedra, 2022). A busca por métodos alternativos e sustentáveis de controle fitossanitário tem se tornado cada vez mais comum entre os produtores, devido às suas demandas e as exigências dos consumidores por produtos mais orgânicos e de custo mais acessível, especialmente para a produção de cacau, matéria prima do chocolate.

O uso indiscriminado de fungicidas químicos provoca impactos ambientais e socioeconômicos negativos, além de favorecer a resistência de patógenos. Nesse contexto, é fundamental explorar alternativas sustentáveis, como extratos vegetais e agentes de biocontrole, capazes de proteger a saúde das plantas e reduzir a dependência de produtos químicos. Estudos sobre a eficácia de fungicidas naturais e antagonistas tornam-se relevantes para fornecer estratégias acessíveis e de baixo custo, especialmente para pequenos e médios produtores.

O controle alternativo assume um papel estratégico, no aspecto econômico e sustentável, pois seu custo de produção é relativamente menor e podem ser produzidos localmente, reduzindo a dependência de insumos externos e trazendo mais autonomia e acesso aos pequenos produtores que enfrentam limitações para investir em produtos químicos comerciais (Bettiol *et al.*, 2004, p.159). O controle alternativo também apresenta vantagens sociais e ambientais, além de proteger agricultores, que ainda dependem da mão de obra familiar, contra ações de agrotóxicos (De Melo Moura, 2020, p. 4; Bettiol *et al.*, 2015, p.?)

Controles alternativos por meio de extratos e antagonistas apresentam-se como opções sustentáveis de fácil acesso, de baixo custo e de baixo risco. Extratos vegetais brutos ou hidroalcoólicos são fáceis e rápidos de produzir e fungos antagonistas como *Trichoderma* spp. estão disponíveis comercialmente (Bettiol, 2019, p. 46).

O controle biológico por microrganismos antagonistas é uma estratégia amplamente utilizada atualmente. Entre os agentes mais empregados, destacam-se espécies fúngicas de *Trichoderma* spp. e espécies bacterianas de *Bacillus* spp. (Sousa, 2024, p. 3). O gênero *Trichoderma* apresenta excelente atividade inibitória, atuando por meio de parasitismo, produção de metabólitos secundários, competição e micoparasitismo; no parasitismo e na antibiose, o agente biológico atua de forma direta sobre o patógeno (Gabriele, 2022, p. 26).

Em relação ao controle das doenças que afetam o cacaueiro, a utilização de diferentes fungicidas auxilia no manejo fitossanitário. O controle biológico pode atuar em consorciação com esses agrotóxicos, contribuindo para reduzir seu uso ou até como substituto. Ambas as abordagens dependem do agente causal. Um exemplo de consorciação de produtos químicos e biológicos é a interação entre os fungicidas Metalaxil, Carboxin, Tiram e Chlorothalonil e o agente biológico *Trichoderma* spp. (Alves, 2025).

A antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, é um dos principais desafios na produção de cacau, principalmente na fase pós-colheita. Embora não seja uma das doenças mais comuns no Pará, o patógeno apresenta um método de inoculação eficiente, de modo que os sintomas aparecem apenas após a destruição das células do hospedeiro. Além disso, o uso contínuo de fungicidas químicos tende a se tornar oneroso e de difícil acesso para pequenos produtores.

Os extratos vegetais exercem efeito antifúngico sobre os fitopatógenos devido aos metabólitos secundários (compostos fenólicos como taninos, lignina e flavonóides), responsáveis pela defesa e sobrevivência da planta (Borges, 2020, p. 58). Alguns extratos vegetais aquosos e hidroalcoólicos obtiveram ação inibitória sobre *C. gloeosporioides*, dentre os quais, os extratos brutos aquosos (EBA) mais eficientes foram *Momordica charantia*, *Luffa acutangula*, *Eucalyptus citriodora*, *Chenopodium ambrosioides*, *Bauhinia*, que inibiram 90% da germinação de esporos. Já dentre os extratos hidroalcoólicos, *Momordica charantia*, *Ruta graveolens*, *Eucalyptus citriodora*, *Zingiber officinale*, *Chenopodium ambrosioides* também inibiram a germinação de esporos em 90% enquanto que *Acca sellowiana*, *Baccharis dracunculifolia*, *Baccharis trimera* e *Gliricidia sepium* tem eficiência relacionada ao aumento de suas concentrações, mostrando a sensibilidade de *C. gloeosporioides* quanto à ação de extratos de plantas (Bonett, 2012, p.123; Celoto, 2008, p. 5).

Alguns estudos sobre ação inibitória de agentes antagonistas contra *C. gloeosporioides* também apresentaram resultados positivos. Dentre eles, o mais comum é do gênero *Trichoderma*, destacando as espécies *T. asperellum*, *T. harzianum*, *T. virens*, *T. viride* e *T. koningiopsis*, que foram eficientes em ensaios de antagonismo contra o patógeno em diferentes culturas (Prado, 2015, p. 431; Sanmartín-Negredo, 2012, p. 46; Serna, 2024, p. 113; Souza, 2024, p. 8).

Assim, este estudo traz a importância de buscar alternativas que integrem práticas sustentáveis e econômicas de manejo da antracnose do cacaueiro, utilizando extrato hidroalcoólico e microrganismos antagonistas, para prover a manutenção da produtividade e

qualidade do cacau e fortalecer a sustentabilidade e a cadeia produtiva da cacauicultura, focando, principalmente, na agricultura familiar.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar a eficiência antifúngica do extrato hidroalcoólico da espécie *Gliricidia sepium* e de controle biológico por meio de microrganismos antagonistas sobre o agente causal da antracnose do cacaueiro.

2.2. Específico

- Determinar a capacidade inibitória do extrato hidroalcoólico de *Gliricidia sepium* sobre *Colletotrichum gloeosporioides* em diferentes concentrações e identificar a concentração com maior potencial antifúngico;
- Investigar a capacidade antifúngica dos metabólitos voláteis produzidos por *Trichoderma koningiopsis* e *Trichoderma viride*, comparando sua eficiência e identificando a espécie de maior potencial antagonista;
- Analisar a taxa de crescimento micelial, as interações morfológicas e o tempo de colonização dos *Trichoderma* spp. sobre o patógeno em pareamento;
- Determinar o Índice de Antagonismo dos *Trichoderma* spp. pela escala de Bell *et al.* (1982).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. A cultura do cacau (*Theobroma cacao* L.)

3.1.1. Características botânicas

O cacaueiro, de nome científico *Theobroma cacao* (figura 1), é uma planta perene que pode ultrapassar 100 anos, atingindo de 4 a 8 metros de altura e até 4 metros de diâmetro de copa quando proveniente de sementes a pleno sol. Em extrativismo, pode alcançar até 20 metros. A espécie também pode ser propagada por mudas e é típica de regiões tropicais úmidas (Martini, 2004; Senar, 2018).

A raiz é pivotante, com crescimento de até dois metros, enquanto que as raízes secundárias surgem entre 70% e 90% de comprimento nos primeiros 30 cm de solo (Adafax, 2013, p. 11).

Da estrutura aérea da planta, o caule é de crescimento ereto, com três a cinco ramos principais, que multiplicam-se em outros ramos laterais e secundários, formando uma grande copa e o tronco começa liso e se desenvolve para áspero e rugoso, devido suas almofadas florais (Lima, 2012). As folhas são oblongas, acuminadas e glabras, com nervura central proeminente e coloração podendo variar do verde pálido rosado ao violeta, quando jovens, enquanto que as folhas maduras perdem sua pigmentação, tornando-se de cor verde-pálida até verde-escura, adquirindo rigidez (Mendes, 2020, p. 6).

Da parte reprodutiva da planta, a flor cauliforme possui cinco pétalas, com frutos cuja coloração varia do verde, vermelho ou amarronzado a cores que tendem ao amarelo, quando maduros (Chaves, 2024, p. 15); as sementes tem formato que varia de elipsóide a ovóide, com dois a três centímetros de comprimento, recobertas por uma polpa mucilaginosa de coloração branca, com sabor açucarado e ácido e o embrião é formado por dois cotilédones, de cores que variam do branco ao violeta (Mendes, op. cit., p. 10).

É uma planta taxonomicamente classificada como domínio Eukaryota, reino Plantae, filo Tracheophyta, classe Magnoliopsida, ordem Malvales, família Malvaceae, gênero *Theobroma* e espécie *Theobroma cacao* (Cruz, 2023; Muniz, 2018).

Figura 1 – Cacaueiro



Fonte: Autora (2025).

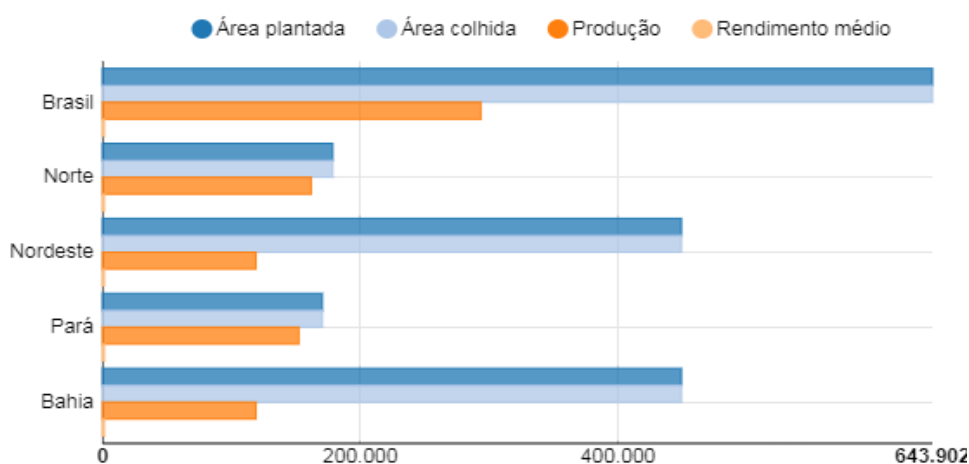
3.1.2. Importância socioeconômica

O cacau teve origem a partir da Região Amazônica e, por seu sabor e qualidade do fruto, expandiu-se, chegando na Europa (Senar, op. cit.). O fruto era considerado pelos incas uma bebida dos deuses, superstição que determinou o nome científico do cacaueiro, *Theobroma cacao*, originado das palavras gregas theo (deus) e broma (bebida), seu consumo é muito antigo, datando de 1600 a.C (Corti et al., 2009), era também utilizado pelos astecas em templos e quartéis militares como símbolo de grandiosidade do império mexicano e aliados e também utilizado como moeda de troca (Diroli, 2024). O cacaueiro é uma das culturas tropicais mais importantes do país, devido ao uso de seu fruto como matéria-prima, o qual se disseminou pelos continentes europeu, americano, asiático e africano (Prado, 2016). O Brasil ocupa a sexta posição no ranking de produção de cacau a nível mundial, a primeira posição é ocupada por Costa do Marfim (Mais floresta, 2024).

Atualmente a região norte é a principal produtora, com foco no Pará, apesar do baixo rendimento, que, segundo Savanachi (2025), é resultado dos extremos climáticos, doenças fúngicas e falta de mão de obra, sua produção está em alta devido a expansão da área de colheita e de produtividade, seguida da região nordeste, com foco na Bahia (gráfico 1), posição que, anteriormente era de liderança, reduziu-se devido a incidência das doenças vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) e podridão parda (*Phytophthora spp.*) (IBGE Indicadores, 2024).

Entre as principais cidades produtoras de cacau, Medicilândia segue em liderança, com uma produção de 138.471 toneladas e 856 Kg por hectare no ano de 2023 (IBGE, 2023).

Gráfico 1 - Estimativa anual da área plantada, área colhida, produção e rendimento médio dos produtos das lavouras



Fonte: Levantamento Sistemático de Produção Agrícola, 2024

De acordo com Silva *et al.* (2017, p. 326), a cadeia produtiva do cacau abrange desde o cultivo até a comercialização e pode ser subdividida em quatro segmentos (Figura 3). Essa cadeia gera cerca de 300 mil empregos diretos, do cultivo à produção de chocolate, e representa o sustento de mais de 150 mil agricultores. Nas etapas de produção, processamento e comercialização, nos principais países produtores, estima-se que sejam gerados aproximadamente 1.500.000 empregos diretos.

No Brasil, a cadeia é desenvolvida com legislações trabalhistas rigorosas e fiscalização adequada (Contreras, 2022; MAPA, 2022). Para fortalecer a produção de cacau, o Pronaf oferece aos pequenos produtores acesso facilitado a insumos, maquinários e recursos para melhorias nas propriedades (Costa et al., 2025).



Fonte: Silva *et al.* (2017).

O cacau é a base do chocolate, é também um dos alimentos mais complexos do planeta, com cerca de dois mil compostos químicos em uma amêndoa, isso inclui serotonina, dopamina e feniletilamina, que contribuem no alívio da depressão, trazem sensação de bem estar (Queiroga et al., 2021), a polpa mucilaginosa com sabor doce e agradável dá origem a sucos e geleias. O Brasil é o quinto maior consumidor de cacau do mundo, com grande consumo de chocolate (Ondei, 2025).

Também é utilizado na indústria farmacêutica e tem diversos efeitos medicinais como melhora da função cardíaca, alívio da angina de peito, estimulação do sistema nervoso, digestão facilitada, melhora da função renal e intestinal, anemia, fadiga mental, tuberculose, febre, gota, pedras nos rins, apetite sexual (Corti et al., 2009), favorece a redução de pressão arterial, o aumento do colesterol bom (HDL) e de sensibilidade à insulina e à redução de risco de diabetes (Medina, 2021, p. 97 apud Greenberg et al., 2017, p. 1088-93). Esses benefícios são possíveis graças aos nutrientes e substâncias encontradas no fruto.

Além de suas excelentes propriedades para a manutenção da saúde humana, sua atuação no ecossistema também é essencial, pois a planta regula a água, através de seu

sombreamento, facilitando a infiltração da chuva no solo, reduz a erosão hídrica, assimila e fixa o carbono; atua na fertilidade do solo e contribui para a biodiversidade (Queiroga et al., op. cit.).

Do fruto se aproveitam as sementes para produzir chocolate, pasta em pó e manteiga de cacau; a polpa mucilaginosa em volta da semente para sucos, geleias, licor, vinagre fino, álcool e refrescos, da casca retira-se a pectina, para ração animal, ou é usada como fertilizante orgânico (Mendes, op. cit.; Miranda, 2020).

O processo de beneficiamento do cacau é dividido em 5 etapas: colheita, quebra dos frutos, fermentação das sementes, secagem e armazenagem (Serra, 2021).

No Pará, a comercialização predominante é o de chocolate artesanal, originada de agricultura familiar e sustentável através de preservação de floresta nativa, por meio de SAFs, a renda da produção cacaujeira e a visibilidade ao pequeno produtor é fortemente impulsionada por meio de feiras, festivais como o Chocolat Xingu 2025 e a Feira do Cacau e Chocolate Amazônia e Flor Pará (Didier, 2025; MAPA, op. cit.; SEDAP, 2023).

3.2. Doenças do cacaujeiro: agentes e impactos

3.2.1. Os principais patógenos

Na região norte, as doenças destacadas são a Podridão Parda (*Phytophthora* spp.), que pode acarretar em perdas de 10% a 30% na produção mundial e perdas acima de 30% na produção nacional, e Vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*), com perdas de 70% a 90% da sua produção nacional (Kongor, 2024; Pompeu, 2024). A Monilíase (*Moniliophthora roreri*) tem se tornado uma ameaça preocupante aos cultivos de cacau da região, pois a doença invadiu os estados do Acre e Amazonas e, para impedir sua entrada no estado do Pará, o MAPA e ADEPARÁ iniciaram projetos fitossanitários que aumentam a fiscalização de trânsito de vegetais e criam campanhas e treinamentos, além de prorrogar emergência fitossanitária para os estados do Pará, Amazonas, Acre e Rondônia, educação preventiva fitossanitária e levantamentos de locais produtores de cacau com mais riscos de entrada da doença (Cardoso, 2024; Farias, 2024).

Existem outras doenças que acometem a cacauicultura no estado do Pará, como Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), Morte Descendente (*Lasiodiplodia theobromae*), Cancro de *Lasiodiplodia theobromae* e Mal do Facão (*Ceratocystis cacaofunesta*), todas com distribuição que vão além da cultura do cacau. A

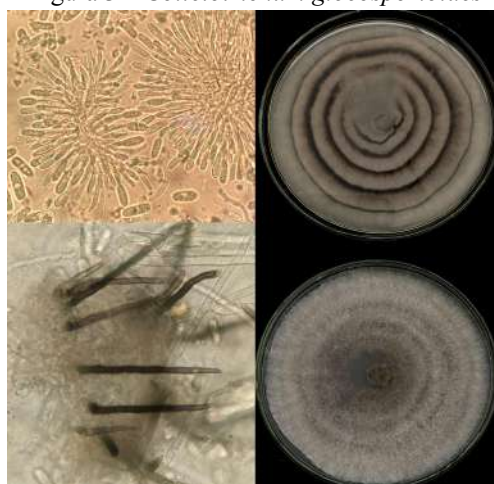
disseminação dessas doenças pode causar perdas significativas na produção que, embora não tão severas, ainda tornam-se preocupantes, em condições climáticas favoráveis, além das perdas de produção da própria cultura, que podem afetar sistemas de consorciação de espécies como o SAF, afetando mais de uma cultura, especialmente culturas hospedeiras comuns da mesma espécie fitopatogênica.

3.2.2. Antracnose

A doença é causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (figura 3), cuja taxonomia é classificada em reino Fungi, filo Ascomycota, classe Sordariomycetes, ordem Glomerellales, família Glomerellaceae e gênero *Colletotrichum*, sendo este a forma imperfeita da espécie *Glomerella cingulata* (Global Biodiversity Information Facility, 2023).

Tem reprodução assexuada, conídios retos, cilíndricos (elipsóides), de ápices arredondados, provenientes de acérvulos, presença de apressório caracterizado como diferenciação morfológica do ápice de uma hifa, onde se origina outra hifa com funções de adesão, penetração, sobrevivência e dispersão, o patógeno também produz mucilagem, um material extracelular solúvel em água que pode favorecer a adesão dos conídios, essa mucilagem é repleta de polissacarídeos, glicoproteínas e enzimas essenciais para a infecção e controle da germinação, por meio de auto inibição, graças à presença de uma substância denominada micosporina-alanina, também há presença de setas escuras, colônias com padrão de crescimento radial com círculos concêntricos, de coloração cinza claro, micélio aéreo abundante com margens regulares que produzem massa de conídios de coloração amarelada ou rosada (Moral, 2021; Nascimento, 2019; Valle, 2012).

Figura 3 – *Colletotrichum gloeosporioides*



Fonte: Iranildes Pinheiro; Julyana do Nascimento (2025).

A antracnose é uma doença de distribuição mundial, pouco recorrente, porém, de difícil controle, pode se desenvolver em qualquer parte do cacaueteiro, mas sua maior incidência ocorre em folhas e frutos, pode atacar viveiros e áreas de campo, afeta desde mudas jovens até árvores adultas (Da Silva Holanda, 2021). Não faz parte das principais doenças presentes no Pará, porém, seu ataque também afeta o cultivo.

O controle do patógeno no estágio inicial é imprescindível para evitar perdas na produção e, para isso, é necessário saber identificar os sintomas e sinais da doença para reduzir ou erradicar as perdas de produção. Portanto, o controle e prevenção adequados dependem de como são apresentados os sintomas, sendo este um dos pontos mais importantes no manejo do cacaueteiro.

C. gloeosporioides é um patógeno que adentra no hospedeiro principalmente por meio de aberturas causadas por ferimentos, como podas ou ataques de pragas, mas também pode invadir o hospedeiro por meios naturais e seus compostos fitoquímicos são capazes de bloquear ou retardar a produção de fitoalexina das plantas, que se ativa somente após a infecção do fitopatógeno nas células vegetais (Femenía Ríos, 2007).

Este mecanismo de defesa é impedido graças a estratégia de colonização hemibiotrófica intracelular e intramural subcuticular (Ferreira, 2009, p. 274), no qual o fungo adere à cutícula, germina e forma tubos germinativos com apressórios, inicialmente em fase biotrófica, obtendo nutrientes das células vivas, posteriormente passando para a fase necrotrófica, liberando enzimas que degradam a parede celular e matam o hospedeiro. Também pode se desenvolver sob a cutícula, formando vesículas de infecção e, posteriormente, hifas secundárias que avançam inter e intracelularmente, causando a morte celular e o aparecimento dos sintomas (Cabral, 2024; Maldonado-Unemat, 2019).

Em suma, na interação entre a planta e o patógeno, a maioria das relações parasíticas e de resistência do hospedeiro ocorre em nível celular. Uma vez alojado na planta, sua esporulação é desenvolvida graças a temperatura e ao fotoperíodo, que ativam enzimas específicas capazes de induzir a produção de estruturas reprodutivas do fungo (Dos Santos, 2023)

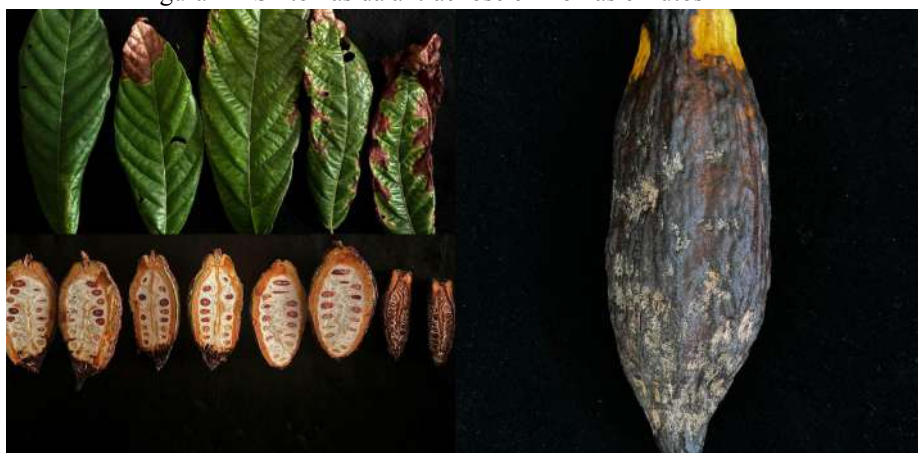
Os sintomas da antracnose são mais pronunciados na parte aérea da cultura, em folhas, a doença causa manchas necróticas de coloração escura com halos cloróticos, iniciando do ápice para as margens, causando queda prematura das folhas ou superbrotamento.

Em frutos jovens, inicia-se com pequenas manchas arredondadas escuras e úmidas com halos cloróticos nas bordas, geralmente esses sintomas estão localizados na parte externa

da fruta, porém, podem também desenvolver-se para dentro do fruto, atingindo as amêndoas, causando retardamento no seu crescimento. Em frutos maduros, surgem manchas escuras deprimidas e úmidas, essas lesões crescem e se fundem, no centro pode-se observar o sinal da doença, uma massa de conídios amarelada ou de coloração salmão e presença de acérvulos (Nascimento, 2019; Valle, 2012).

Apesar de não fazer parte dos principais patógenos presentes nos cacauzeiros do Pará, sua importância se deve à sua capacidade de atacar em diferentes estágios de crescimento da planta, incluindo frutos na fase de pós-colheita e, embora não cause grandes impactos econômicos, esse patógeno pode render frutos de baixa qualidade e afetar a comercialização, resultando em perdas entre 50% e 100% em todo o mundo (Rodríguez-Velázquez, 2025).

Figura 4 – Sintomas da antracnose em folhas e frutos



Fonte: Autora; Julyana do Nascimento (2025).

3.2.3. Métodos convencionais de controle: recomendações, benefícios, limitações e malefícios

Para os tratos culturais preventivos contra a antracnose, são adotados métodos que consistem na remoção das partes infectadas da planta, por meio de podas fitossanitárias dos ramos, frutos e folhas atacados, aplicação de fungicidas químicos cúpricos na concentração de 2% ou na concentração de 0,2%, caso as mudas estejam em condições de viveiro, sendo este um fungicida preventivo que deve ser aplicado logo após a poda, há também recomendações a respeito de fungicidas a base de manganês e zinco a 2% ou a 0,3%, em condições de viveiro, fungicida biológico, que tem como princípio ativo organismos antagonistas, e substituição de plantas suscetíveis por clones resistentes às doenças (MAPA, 2020; Serra, 2021). O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, disponibiliza consulta online (Agrofit) de

fungicidas indicados para cada cultura e fitopatógeno específico, assim como seus princípios ativos, titular de registro, formulação e grau de toxidez.

Existem clones de cacaueiros geneticamente resistentes a algumas doenças, porém para a antracnose não há amostras que demonstrem essa resistência, como os clones CCN51, PS1319, BN34, HÍBRIDO e PH16, que apresentaram suscetibilidade à antracnose, portanto dependem de manejos fitossanitários preventivos contra o fitopatógeno.

Existem 23 fungicidas químicos disponíveis para controlar a antracnose do cacaueiro, que atuam de forma sistêmica, seletiva, de contato ou pode atuar com dois modos de ação (sistêmica seletiva ou sistêmica de contato), são muito efetivos no controle da antracnose, com ação rápida na erradicação da doença, porém seus agentes nocivos a saúde e ao meio ambiente trouxeram a tona a necessidade de optar por produtos naturais, além de serem considerados agrotóxicos, suas aplicabilidades possuem critérios de uso, o que os tornam limitantes em comparação aos fungicidas naturais, mesmo com a eficácia sendo maior.

Para evitar danos à cultura e ao consumidor, existem regras de aplicações dos produtos químicos, fatores como modo de ação do produto, local de plantio, adensamento de plantas, clima, época de aplicação, dosagem, pH da calda, devem ser levados em consideração para a efetividade dos fungicidas químicos (Gomes, 2014).

Outra razão que evidencia a necessidade de substituição de agrotóxicos por controles alternativos está na resistência dos patógenos à fungicidas químicos, o uso contínuo desses produtos resultou na seleção de fitopatógenos mais resistentes e, que, consequentemente, tornou-se um dos principais problemas de controle de doenças, casos de resistência à benzimidazóis, fenilamidas, triazóis e dicarboximidas, foram relatados poucos anos após a fabricação desses princípios ativos, provando o quão rápido patógenos podem desenvolver esses mecanismos de defesa, através da redução da sensibilidade a esses produtos por meio de mutação, acarretando também na resistência cruzada, quando patógenos se tornam resistentes a um determinado fungicida, serão resistentes a outros com o mesmo modo de ação, esse modo de sobrevivência é desenvolvido quando populações fúngicas mais sensíveis são eliminadas pelos fungicidas, restando apenas as populações menos sensíveis, estas se reproduzem, gerando linhagens mais resistentes, este método não é mutagênico e sim de seleção, desta forma, o fungicida age favorecendo a evolução dos patógenos alvos (Garcia, 1999; Ghini, 2000).

3.3. Controle alternativo de doenças com extratos vegetais

Com as sucessivas desvantagens ocorrendo no uso de fungicidas químicos e o aumento de exigências dos consumidores por alimentos saudáveis, houve a necessidade de buscar novos métodos de controle, que não contaminem o ambiente onde a cultura foi implementada, adotando estratégias de inibição por meio de matéria prima vegetal, sem a interferência de produtos químicos nocivos em seus compostos.

O Brasil é um grande detentor da biodiversidade genética vegetal, fator positivo na busca por espécies vegetais com potencial inibidor. Entende-se como extrato vegetal, um produto resultante de uma mistura entre um solvente (água destilada esterilizada ou álcool) e uma espécie vegetal moída ou não, objetivando obter seus princípios ativos (Talamini, 2004, p.47). Os extratos vegetais podem ser bruto aquosos, obtidos por maceração, infusão ou decocção, ou alcoólicos, obtidos por tintura e maceração, ambos podem ser fabricados a partir da raiz, caule, flores e folhas das espécies vegetais (Schwan-Estrada, 2008, p.134).

O extrato vegetal é uma alternativa natural de controle de fitopatógenos que atua sem causar danos ao meio ambiente, graças a seus metabólitos secundários, cuja função é manter sua sobrevivência e competição no ambiente através de compostos químicos como compostos fenólicos e alcalóides, além da capacidade de gerar novos compostos que não podem ser inativados pelos patógenos, resultando em seu potencial fungicida, também alguns extratos podem contribuir para o crescimento e fertilização de culturas, apesar de suas limitações relacionadas a rápida degradação por luz e/ou calor, período curto de viabilidade e disponibilidade de matéria prima, fatores que podem ser contornados (Da Trindade Coelho, 2023, p.71; 2013, p. 2564-2565).

3.4. *Gliricidia sepium*: características e potencial fitossanitário

Popularmente conhecida apenas como gliricídia, esta espécie oriunda do México e da América Central é comumente empregada em sistemas agrossilvipastoris, sendo uma planta de fácil reprodução vegetativa, crescimento rápido, capacidade de regeneração, resistência à seca e facilidade em propagar-se sexuada e assexuadamente, muito utilizada em consorciações para sombreamento e fornecimento de nutrientes, é caracterizada como uma planta perene, arbórea que pode alcançar alturas de 12 a 15 metros, de casca fina, lisa e esbranquiçada, uma copa ampla; suas raízes entram em simbiose com a bactérias *Rhizobium*, formando nódulos em suas estruturas, responsáveis pela fixação de nitrogênio, suas folhas alternas imparipinadas são constituídas por 7 a 17 folíolos de 3 a 7 cm de comprimento e possui inflorescências terminais do tipo cacho ou racemos de pétalas predominantemente da

cor lilás, com a porção central de estandarte em tom creme, que atua como um guia de néctar, seu androceu é formado onze estames diadelfos e seu gineceu apresenta ovário superior que forma um estilete único e estigma bifido, possui vagens achatadas, da cor verde-pálida a arroxeadas, que variam de 10 a 17 cm de comprimento e três a oito sementes lisas de 0,9 cm de diâmetro de cor marrom (De Carvalho Filho, 1997; Drumond, 1999, p. 302-303; Kaba, 2019, p. 323-324; Kiill, 2001, p.597-598).

Gliricídia tem um imenso poder raticida graças a uma toxina de aminoácido chamada Canavanina, presente nas sementes e na casca, dentre os constituintes fitoquímicos essenciais presentes na espécie, foram encontradas saponinas, flavonóides, óleos voláteis, que podem ser extraídos de folhas, flores, frutos, caules, sementes e raízes (Wafaey, 2023, p. 480-481).

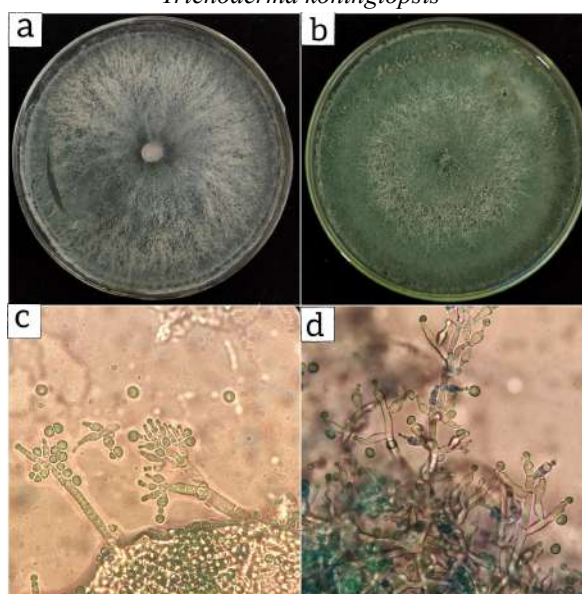
A gliricidia já apresentou efeito fungicida sobre o gênero *Colletotrichum*. O extrato etanólico das folhas demonstrou eficiência sobre a espécie *C. acutatum*, no ensaio *in vitro*, na concentração de 2% e no experimento *in vivo*, na concentração de 20% (Urdaneta, 2013, p. 454). Contra a espécie *C. gloeosporioides* isolada da papaya, o extrato da raiz de gliricídia apresentou potencial fungicida no experimento *in vivo* (Loaiza, 2000, p. 36). O extrato das folhas na concentração de 2,5% também obteve efeito fungicida sobre o *C. gloeosporioides* isolado da manga, porém, a efetividade depende da concentração, sendo mais eficaz em concentrações mais altas (Bolivar, 2009, p. 179). *C. musae* apresentou sensibilidade sobre o extrato, provando sua efetividade na redução micelial do gênero alvo (Umaña-Rojas, 2009).

3.5. *Trichoderma* spp. como agente de controle biológico

Classificados taxonomicamente como reino Fungi, filo Ascomycota, da classe Sordariomycetes, da ordem Hypocreales, pertencente a família Hypocreaceae e do gênero *Trichoderma* (Global Biodiversity Information Facility, 2023). São fungos de solo, considerados oportunistas, saprofíticos, parasitas de espécies patogênicas, não virulentos e simbióticos, encontrado em solos, madeira em decomposição e tecidos vegetais frequentemente utilizado no biocontrole de patógenos, a coloração de sua colônia pode variar de verde claro a amarelado, com conídios de aspecto granulares ou pulverulentos que não possui uma fase sexual evidente; reproduzem-se assexuadamente por conídios. Possuem micélio septado, conídios esféricos ou elipsoidais, verdes, marrons ou amarelados, com paredes lisas ou rugosas que se apresentam como aglomerados globosos. Possuem estruturas de resistência, os clamidósporos, que são unicelulares e fundidos entre dois ou mais, são subglobosos ou elipsoidais, e verdes ou amarelados. unicelulares coloridos sem a formação de

anéis concêntricos na colônia, é uma espécie de importância econômica, agrícola, industrial e medicinal. Com micélio que se expande incrivelmente rápido, capacidade de metabolizar açúcares de outros tipos de polímeros ambientais, como celulose (de plantas), glucana (de fungos) e quitina (de insetos), produzindo glicose a partir deles e matam seus antagonistas fomes, toleram temperaturas entre 15 °C e 40, e vivem em condições ideais com temperaturas de 25 °C a 35 °C (Jamauca , 2023, p. 15-16; Sousa, 2025, p. 9 Ward, s.d.).

Figura 5 – Características microscópicas e de colônia de *Trichoderma* spp.: a) *Trichoderma viride*; b) *Trichoderma koningiopsis*



Fonte: Autora; Julyana do Nascimento (2025).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local e período do experimento

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Fitopatologia, localizado no Pavilhão de Pesquisas da Embrapa Amazônia Oriental, do município de Belém, estado do Pará. As análises foram conduzidas nos meses de junho a agosto de 2025.

4.2. Obtenção do material biológico

O patógeno *Colletotrichum gloeosporioides* foi adquirido a partir de fruto de cacau com sintomas da doença, oriundo da fazenda Socôco, localizada na cidade de Moju, PA.

O antagonista *Trichoderma viride* foi adquirido a partir dos preservados em Castellani, da coleção de trabalho do Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), campus Belém, PA.

O antagonista *Trichoderma koningiopsis* foi adquirido a partir dos preservados em óleo mineral, da coleção de trabalho do Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Amazônia Oriental, do município de Belém, PA.

As espécies preservadas foram reativadas em meio Batata-Dextrose-Ágar (BDA), pelo período de sete dias de incubação e o patógeno foi isolado em meio Ágar-Água (AA) e, posteriormente, repicado para o meio de cultura BDA, por sete dias.

4.3. Obtenção dos extratos hidroalcoólicos

A obtenção dos extratos seguiu a metodologia adaptada de Da Silva (2022) e as recomendações de Menezes e Assis (2009). As folhas coletadas foram inicialmente higienizadas em água corrente e imersas em solução de Hipoclorito de sódio (NaClO) a 1,5% por 15 minutos. Em seguida, foram postas para desidratar em temperatura induzida de 19 °C durante 7 dias, após o que foram trituradas no moinho de facas.

Figura 6 – Processo de secagem e trituração das folhas de gliricídia



Fonte: Autora; Julyana do Nascimento (2025).

O material triturado foi submetido à extração com solvente orgânico, utilizando etanol a 70% (C₂H₆O), para obter os metabólitos secundários presentes nas folhas. Para o preparo dos extratos, foram pesadas 100 g do material, que foram transferidas para frascos de vidro

âmbar com capacidade de 1.000 mL, para minimizar a exposição à luz e, consequentemente, prevenir a degradação de compostos fotoativos. Em seguida, foram adicionados 100 mL de etanol a 70% em cada frasco. As amostras permaneceram em repouso por cinco dias, sob agitação diária, com o intuito de favorecer a solubilização dos compostos bioativos. Ao final do período de extração, as soluções foram filtradas, transferidas para frascos tipo Erlenmeyer e submetidas à concentração em banho-maria a 40 °C, por 60 minutos, com o objetivo de promover a evaporação parcial do solvente e a obtenção dos extratos brutos. Em seguida, foram realizadas as diluições necessárias para as etapas posteriores da análise.

Figura 7 – Preparo do extrato hidroalcoólico de gliricídia



Fonte: Autora; Julyana do Nascimento (2025).

4.4. Avaliação da viabilidade

4.4.1. Montagem dos ensaios com extrato hidroalcoólico

O extrato hidroalcoólico de *Gliricidia sepium* foi diluído em 6 concentrações, de 10%; 20%; 30%, 40%, 50% e 60%, cada tratamento contendo sete repetições, totalizando em 49 unidades experimentais. As concentrações do extrato hidroalcoólico foram vertidas em placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo meio BDA fundente e, com o auxílio de micropipeta, adicionando-se, a seguir, 1 ml de cada concentração. Com o BDA solidificado, transferiu-se um disco de micélio do patógeno, de 0,5 cm de diâmetro, para o centro de cada placa de Petri.

As placas foram mantidas em temperatura ambiente e sob fotoperíodo de 12 horas durante sete dias, adotando o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC).

Para a avaliação do efeito do extrato hidroalcoólico sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*, com o auxílio de um paquímetro, foram realizadas medições diárias do crescimento radial das colônias, em dois eixos ortogonais, desconsiderando o diâmetro do disco de inóculo da colônia pura.

4.4.2. Montagem dos ensaios do antagonismo pelo método de pareamento

Para o pareamento, foram utilizados dois tratamentos e uma testemunha, cada tratamento contendo sete repetições, totalizando 21 unidades experimentais. Adaptou-se a metodologia de Mendes (2018) e Quevedo (2023), no qual cada placa de Petri de 9 cm de diâmetro, contendo meio BDA, recebeu um disco de 0,5 cm de diâmetro da cultura de *Trichoderma* spp. e outro disco, de mesmo tamanho, da cultura de *Colletotrichum gloeosporioides*, em posições opostas, a uma distância de 1,5 cm das bordas das placas. Como testemunha, apenas o patógeno foi inoculado no centro da placa contendo o meio de cultura, de modo a não sofrer nenhuma interferência em seu desenvolvimento. Adotando o delineamento inteiramente casualizado (DIC), as placas foram organizadas e mantidas à temperatura ambiente e fotoperíodo de 12 horas. A avaliação foi realizada em intervalos de 24 horas, por meio de medições do crescimento micelial da colônia de *C. gloeosporioides*. Avaliou-se o ensaio por meio da escala de Bell et al (1982), observando-se visualmente o desenvolvimento micelial dos antagonistas e atribuindo notas de 1 a 5, onde 1- O agente de biocontrole cresce completamente sobre o patógeno, cobrindo totalmente a superfície do meio de cultura; 2- O agente de biocontrole cresce sobre 2/3 da superfície do meio de cultura; 3- O agente de biocontrole e o patógeno colonizam aproximadamente metade da superfície do meio de cultura, sem que um domine o outro; 4- O patógeno coloniza 2/3 da superfície do meio de cultura, resistindo ao biocontrole; 5- O patógeno cresce completamente sobre o agente de biocontrole, ocupando toda a superfície do meio de cultura.

4.4.3. Montagem dos ensaios do antagonismo por metabólitos voláteis

Realizou-se ensaio adaptado de Quevedo (2023), utilizando os mesmos tratamentos e delineamento experimental do ensaio de pareamento de culturas, totalizando em 21 unidades experimentais.

Em placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo meio BDA, foi inoculado no centro um disco de 0,5 cm de diâmetro da cultura de *C. gloeosporioides* e, no centro de outra placa contendo o mesmo meio de cultura, adotou-se o mesmo procedimento para os isolados de *Trichoderma* spp.. Posteriormente, as placas inoculadas foram vedadas e mantidas em incubação por 8 horas em BOD, a 25 °C. Após o período de incubação, as bases das placas contendo antagonista e o patógeno foram unidas com as culturas voltadas uma para a outra, seladas com parafilme e, em seguida, postas em incubação, sob fotoperíodo de 12 horas, à temperatura ambiente.

Com o auxílio de um paquímetro, a avaliação do ensaio foi realizada por meio de medições diárias do diâmetro da colônia do patógeno. A duração do ensaio dependeu do desenvolvimento das testemunhas, encerrando a avaliação somente após as testemunhas atingirem o diâmetro total da placa, a fim de avaliar o efeito de inibição dos metabólitos voláteis dos tratamentos sobre o patógeno. O mesmo número de tratamentos e repetições no ensaio de pareamento foi adotado neste ensaio.

4.5. Índice de Velocidade de Crescimento Micelial

Calculou-se, para o ensaio com extrato hidroalcoólico, a avaliação do crescimento das colônias por meio da equação do Índice de Velocidade de Crescimento Micelial: $IVCM = (D - D_a) / N$, em que, D representa o diâmetro médio atual da colônia; D_a representa o diâmetro médio da colônia do dia anterior e N representa o número de dias após a inoculação, conforme metodologia adaptada de Lorenzetti (2012).

4.6. Percentual de Inibição do Crescimento

Para os três experimentos, foi determinada a Porcentagem de Inibição do Crescimento Micelial (PIC), por meio da seguinte equação: $PIC (\%) = (D_t - D_e / D_t) * 100$ em que, D_t representa o diâmetro das colônias no tratamento controle; D_e representa o diâmetro médio da colônia nos tratamentos com extrato, conforme metodologia adaptada de Dos Reis Venturoso et al. (2011) e Da Silva (2022) e Mendes (2018).

4.7. Análise estatística

Para a análise estatística dos dados, utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, a 5% de significância, e o teste de comparações múltiplas de Dunn, a fim de verificar quais grupos diferiram entre si, com auxílio do programa estatístico Rstudio.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

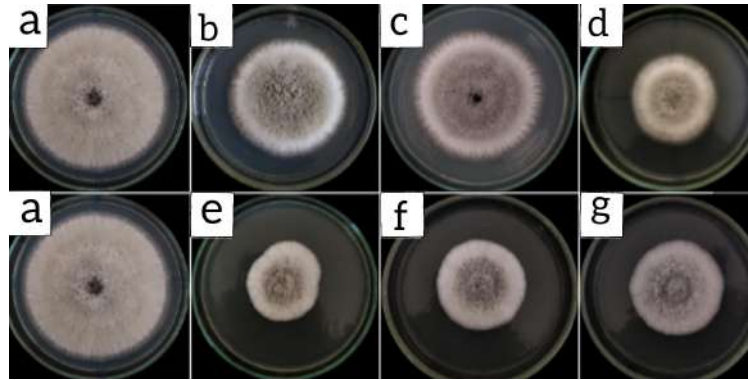
5.1. Efeito dos extratos hidroalcoólicos sobre o crescimento micelial do patógeno

Os extratos hidroalcoólicos de *G. sepium* reduziram o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* nas concentrações de 40%, 50% e 60% (figura 8), sendo que as outras concentrações testadas não diferiram da testemunha. Porém, entre as três maiores concentrações, a concentração de 60% obteve o menor efeito fungicida sobre o patógeno. Para Bolívar (2009), quanto maior a concentração do extrato de *G. sepium*, maior será sua inibição sobre o *C. gloeosporioides*, no entanto, o resultado apresentado no ensaio mostra que a inibição do extrato independe do aumento da sua concentração, o que pode estar ligado às diferenças a serem consideradas dos ensaios, dos hospedeiros e dos metabólitos secundários.

No resultado de IVCN (gráfico 2), os tratamentos do grupo ‘b’ diferiram do tratamento controle, apresentando efeito significativo sobre o crescimento do patógeno, com menor velocidade de crescimento micelial, enquanto o resultado do PIC (gráfico 3) mostra que os grupos com as maiores concentrações também diferiram da testemunha, apresentando maior percentual de inibição do patógeno.

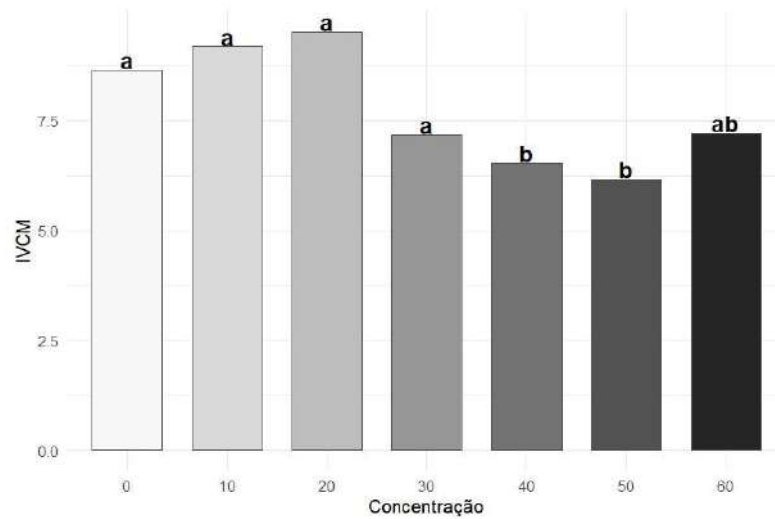
O extrato hidroalcoólico de *G. sepium* já apresentou eficiência de inibição contra o gênero *Colletotrichum* em diferentes hospedeiros e espécies, provando que seus compostos químicos são favoráveis à inibição desse gênero, considerando seus efeitos fungicidas, contudo, os compostos saponinas e flavonóides nem sempre estão presentes nos extratos, como mostra o trabalho de Bolívar, o que pode influenciar no poder de inibição do extrato hidroalcoólico.

Figura 8 – Inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* por diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de *Gliricidia sepium*. a): Testemunha; b): 10%; c): 20%; d) 30%; e): 40%; f): 50%; g): 60%.



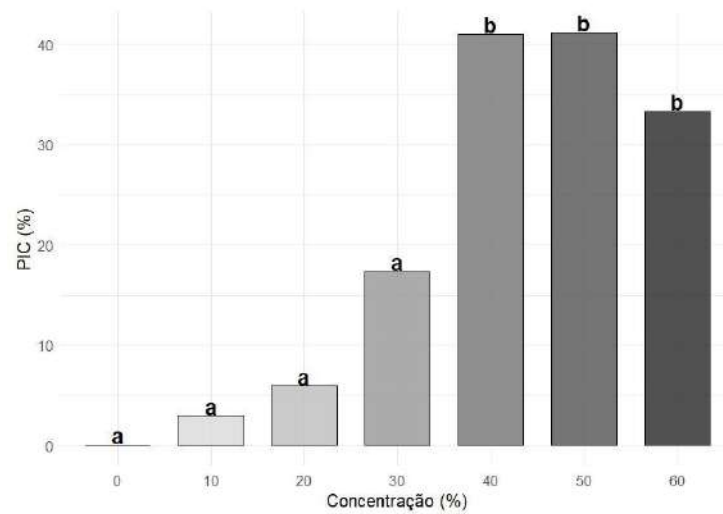
Fonte: Autora (2025).

Gráfico 2 – Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM) de *Colletotrichum gloeosporioides* na presença de diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de *Gliricidia sepium*.



Fonte: Iranildes Pinheiro (2025).

Gráfico 3- Percentual de Inibição de Crescimento (PIC) de *Colletotrichum gloeosporioides* na presença de diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de *Gliricidia sepium*



Fonte: Iranildes Pinheiro (2025).

5.2. Atividade antagônica de *Trichoderma* spp. (pareamento *in vitro*)

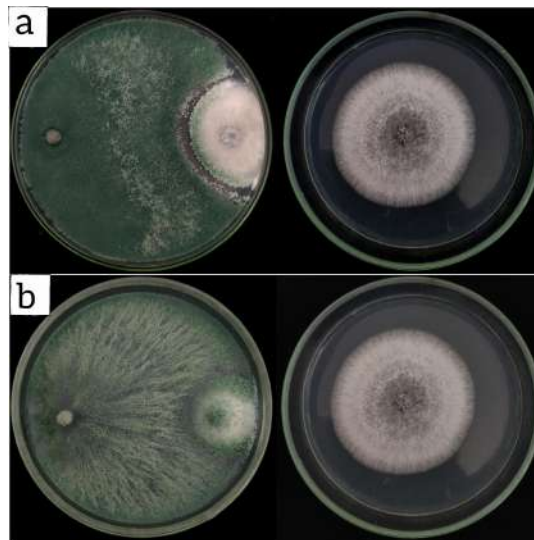
A avaliação teve duração de três dias. No segundo dia de observação, o crescimento micelial de *T. koningiopsis* alcançou metade da placa de petri, enquanto o pareamento com *T. viride* ocupava 1/3 da placa e, no terceiro dia, ambos sobrepuseram-se ao patógeno, encerrando a avaliação (figura 9).

Foram observadas as sobreposições das hifas dos *Trichodermas* sobre o patógeno (figura 10), mostrando a eficiência do micoparasitismo dos antagonistas sobre o *C. gloeosporioides*, possivelmente resultantes de enzimas e metabólitos liberados pelos antagonistas. Segundo Machado (2012, p. 277), o *Trichoderma* spp. possui ação de hiperparasitismo, que consiste em um parasita obter seu alimento às custas de seu hospedeiro, ele pode detectar e localizar hifas suscetíveis e crescer em sua direção devido a estímulos químicos deste hospedeiro, que também é um parasita, sendo este um nível mais elevado de parasitismo.

Machado ressalta que além do hiperparasitismo, também ocorre a relação de competição e antibiose, pois os organismos competem entre si para obter nutrientes, água, luz, espaço e oxigênio, além do microrganismo de biocontrole lançar metabólitos tóxicos sobre o patógeno, como antibióticos e enzimas líticas.

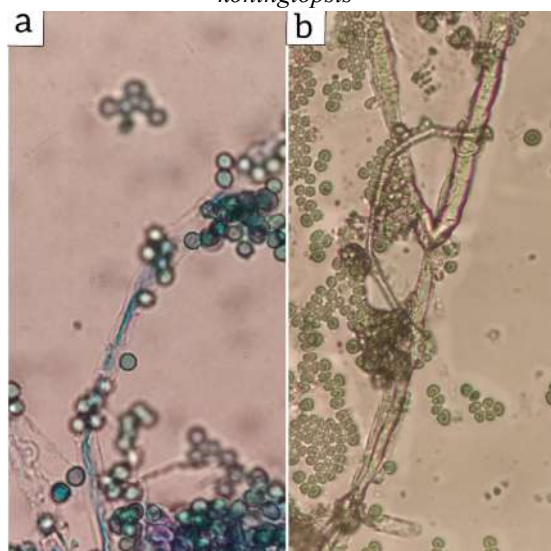
Em relação ao percentual de inibição de crescimento do patógeno, o gráfico 4 mostra que os dois tratamentos não diferiram estatisticamente da testemunha, assim como não há diferença entre os tratamentos, porém, o tratamento com *T. koningiopsis* também faz parte de um grupo b, podendo ter um percentual de inibição relativamente superior ao tratamento com *T. viride*. Prado (2015) mostrou um resultado diferente com o pareamento de *T. viride* contra *C. gloeosporioides*, no qual obteve um percentual de inibição de 78,56% do patógeno, provavelmente a diferença pode ser resultado de vários fatores como hospedeiros diferentes, tempo de crescimento, entre outros. No ensaio realizado por Lohmann (2022), mostra que no terceiro dia, a eficiência antagônica do *T. koningiopsis* foi inferior ao realizado neste ensaio, em seu resultado foi apresentada uma redução de 16,23% no crescimento micelial médio em relação a testemunha.

Figura 9 – Antagonismo por pareamento. a): *T. viride* x *C. gloeosporioides*, e testemunha à direita; b): *T. koningiopsis* x *C. gloeosporioides*, e testemunha à direita.



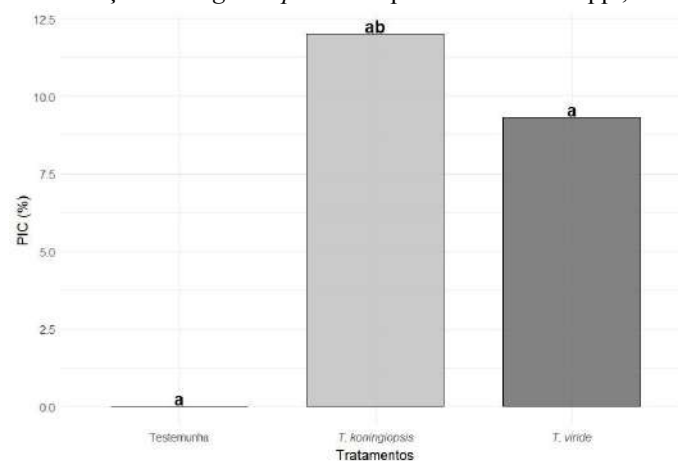
Fonte: Autora (2025).

Figura 10- Micoparasitismo de *Trichoderma* spp. em hifas de *C. gloeosporioides*. a): *T. viride*; b): *T. koningiopsis*



Fonte: Autora (2025).

Gráfico 4 – Percentual de Inibição de *C. gloeosporioides* por *Trichoderma* spp., no método por pareamento.

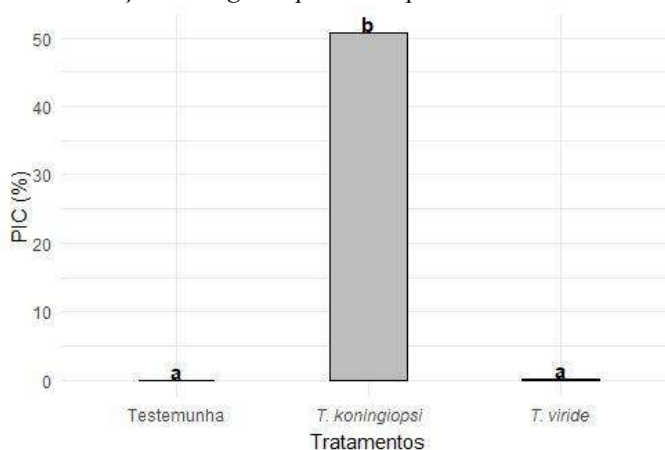


Fonte: Iranildes Pinheiro (2025).

5.3. Atividade antagonica de *Trichoderma* spp. por metabólitos voláteis

T. koningiopsis mostrou-se mais eficaz na inibição de *C. gloeosporioides*, reduzindo o seu crescimento micelial, provando que seus metabólitos voláteis poderão ser uma estratégia viável na manutenção fitossanitária de lavouras de cacaueteiro. Observa-se que, no gráfico 5, *T. koningiopsis* difere significativamente da testemunha e de *T. viride*, cujos metabólitos não interferiram no desenvolvimento da colônia de *C. gloeosporioides*, diferindo do resultado do ensaio desenvolvido por Almeida (2009), que apresentou eficiência no antagonismo de *T. viride* contra *C. gloeosporioides*, com percentuais de inibição variando de 80% a 90%, sendo essa diferença, provavelmente, resultante de fatores semelhantes aos fatores do ensaio por pareamento.

Gráfico 5 - Percentual de Inibição de *C. gloeosporioides* por metabólitos voláteis de *Trichoderma* spp.



Fonte: Iranildes Pinheiro (2025).

6. CONCLUSÃO

As concentrações de 40%, 50% e 60% do extrato hidroalcoólico de *Gliricidia sepium* apresentaram capacidade de redução do crescimento micelial da colônia de *C. gloeosporioides*.

No antagonismo por pareamento, *Trichoderma koningiopsis* teve maior percentual de inibição sobre o *Colletotrichum gloeosporioides*.

No antagonismo por metabólitos voláteis, *Trichoderma koningiopsis* inibiu o desenvolvimento de *Colletotrichum gloeosporioides*.

7. REFERÊNCIAS

- ADAFAX. **Cultivo e manejo de cacaueiros**. São Félix do Xingu, 2013. P.25-30
- ALVES, Lara Lorrayne Ferreira et al. **Panorama E Desafios Do Controle Biológico: Compatibilidade Entre Defensivos Químicos E Biológicos**. Goiás. Rio Verde. Instituto Federal Goiano, 2025.
- BETTIOL, W. et al. **Controle alternativo de doenças na agricultura orgânica**. 2004.
- BETTIOL, W. et al. **Controle alternativo de doenças de plantas**. 2015.
- BETTIOL, Wagner et al. **Produtos comerciais à base de *Trichoderma***. *Trichoderma: uso na agricultura*, p. 45-160, 2019.
- BOLÍVAR, Karina et al. **Potencial efecto fungicida de extractos vegetales en el desarrollo in vitro del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. y de la antracnosis en frutos de mango**. Revista Científica UDO Agrícola, v. 9, n. 1, p. 175-181, 2009.
- BONETT, Lucimar Pereira et al. **Extrato etanólico de representantes de cinco famílias de plantas e óleo essencial da família Asteraceae sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* coletados de frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 7, n. 3, p. 116-125, 2012.
- BORGES, Larissa Pacheco; AMORIM, Víctor Alves. **Metabólitos secundários de plantas**. Revista Agrotecnologia-Agrotec, v. 11, n. 1, p. 54-67, 2020.
- CABRAL, Sarah Kirchhofer de Oliveira et al. **Emerging roles of plant microRNAs during *Colletotrichum* spp. infection**. Planta, v. 259, n. 2, p. 48, 2024.
- CARDOSO, R. **Recursos do Funcacau vão financiar ações de combate à monilíase**. Agência Pará. 2024. Disponível em: <<https://www.agenciapara.com.br/noticia/63550/recursos-do-funcacau-vao-financiar-acoes-de-combate-a-moniliase>>. Acesso em: 4 ago. 2025.
- CELOTO, Mercia Ikarugi Bomfim et al. **Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides***. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 30, p. 01-05, 2008.
- CHAVES, Larissa Ferreira Gomes et al. **Uso de controle biológico em doenças da cultura do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.): uma perspectiva bibliométrica**. 2024.
- Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. in Royal Botanic Gardens, Kew. Global Biodiversity Information Facility. (2023). Species Fungorum Plus. Disponível em: <https://doi.org/10.15468/ts7wsb>. Acesso em: 18/08/25.

CONTRERAS, M. A.; NAVARRETE, E. C.; MORA, X. G.; CABEZAS, M. G.; JORGGE, N. R. **Estudo situacional da produção e comercialização de grãos de cacau na área de urdaneta, los ríos**/Situational study of the production and marketing of cocoa beans in the area of urdaneta, los ríos. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 1353–1372, 2022. DOI: 10.34188/bjaerv5n1-105. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/45714>. Acesso em: 1 ago. 2025.

CORTI, R.; FLAMMER, A.J.; HOLLENBERG, N.K.; LÜSCHER, T.F. **Cocoa and cardiovascular health**. *Circulation*. 119, p. 1433-41, 2009. Disponível em: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/circulationaha.108.827022>. Acesso em: 24/07/2025

COSTA MACIEL MOIA, G.; PAES DA SILVA, R. de N.; MARTIN, D. G.; DA PAIXÃO ALVES, V.; KINGO OYAMA HOMMA, A.; DINIZ ARAUJO, T. **MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA NA PRODUÇÃO DE CACAU: UMA PERSPECTIVA SOCIOECONÔMICA EM MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA ORIENTAL**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, [S. l.], v. 21, n. 2, 2025. DOI: 10.54399/rbgdr.v21i2.7709. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/7709>. Acesso em: 27 jul. 2025.

Cruz, O. **Etimologia do cacau**. Cacau- a saga de uma região. Bahia. 2023. Disponível em: <https://www.orlandocruz.com.br/etimologia_topico12.html>. Acesso em: 11/08/2025.

DA SILVA HOLANDA, Maria Eliana et al. **Aplicação de aprendizado de máquina profundo para detecção por imagens de doenças em frutos do cacauzeiro**. International Journal of Development Research, v. 11, n. 05, p. 47378-47384, 2021.

DA TRINDADE COELHO, Naima. **Extratos vegetais na agricultura: uso e efeito**. Tese de Doutorado. Ciências Agrárias: limites e potencialidades em pesquisa. Universidade Federal Rural da Amazônia, 2023.- ISBN 978-65-5360-312-7. p.71.

DE CARVALHO FILHO, O. M.; DRUMOND, M. A.; LANGUIDEY, P. H. **Gliricidia sepium**: leguminosa promissora para regiões semi-áridas. EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, v. 35, 1997.

DE MELO MOURA, Carla Cristiane et al. Perfil de consumidores de alimentos orgânicos. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, p. e257997395-e257997395, 2020.

DIDIER, M. **Festival movimenta R\$ 10 milhões e mostra a força do cacau no Pará**. 2025. Disponível em: <<https://movimentoeconomico.com.br/economia/2025/06/30/festival-cacau-para/>>. Acesso em: 1 ago. 2025.

DIROLI, Isadora Ferreira; ALMEIDA SOBRINHO, Jamille. **O processo logístico da exportação de cacau cultivado pela agricultura familiar nos assentamentos de Ilhéus - BA**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Logística) - Faculdade de Tecnologia de Mauá, Mauá-SP, 2024.

DOS SANTOS, Wanderson Silva Dos et al. **Caracterização fisiológica de *Colletotrichum gloeosporioides* isolados de *Mangifera indica***. Revista de Biotecnologia & Ciência (ISSN 2238-6629), v. 12, p. e13955-e13955, 2023.

DRUMOND, Marcos Antônio; CARVALHO FILHO, OM de. **Introdução e avaliação da *Gliricidia sepium* na região semi-árida do Nordeste brasileiro** [em linha]. 1999.

FARIAS, F. **Cacau: produtores e governo em alerta após novo foco de monilíase no Amazonas** Agro Estadão. 2024. Disponível em: <<https://agro.estadao.com.br/economia/cacau-produtores-e-governo-em-alerta-apos-novo-foco-de-moniliase-no-amazonas>>. Acesso em: 3 ago. 2025.

FEMENÍA RÍOS, María Encarnación et al. **Caracterización química de cepas de hongos del género *Colletotrichum*: síntesis de gloeosporiol**. Diseño y síntesis de modelos de agentes fungistáticos. 2007. Tese de Doutorado. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.

FERREIRA, Josimar Batista et al. **Eventos do processo de infecção de *Colletotrichum gloeosporioides* inoculados em folhas de *Coffea arabica* L.** Summa Phytopathologica, v. 35, p. 273-281, 2009.

GALVÃO, Elizabete Lobato et al. **Cacau (*Theobroma cacao*): Uma visão geral de pesquisas atuais sobre os aspectos botânicos, fitoquímicos e farmacológicos**. Research, Society and Development, v. 13, n. 5, p. e8113545810-e8113545810, 2024. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/45810>. Acesso em: 3 ago. 2025.

GARCIA, A. et al. **A resistência dos fungos como consequência da utilização de fungicidas sistêmicos: mecanismos de resistência, monitoramento e estratégias anti-resistência**. 1999.

GHINI, Raquel; KIMATI, Hiroshi; KIMATI, HIROSHI. **Resistência de fungos a fungicidas**. 2000.

GOMES, Ediellen Mayara Corrêa. **Atividade fungicida de triazóis obtidos a partir de glicerol sobre *Colletotrichum gloeosporioides***. Edielle Mayara Corrêa Gomes– 2014, v. 71, 1988.

GORGUETTE, Rose Marie-Perle et al. **Endophytic fungi from cacao trees in “cabruca” system in south Bahia, Brazil**. Observatorio de la Economía Latinoamericana, v. 23, n. 2, p. e9117-e9117, 2025.

IBGE. **Produção Agropecuária. Produção de cacau**, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cacau/pa>. Acesso em: 23/07/2025

IBGE Indicadores. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Estatística da Produção Agrícola, 2024.

IBGE. SIDRA: Banco de Tabelas Estatísticas. Tabela 6588: Série histórica da estimativa anual da área plantada, área colhida, produção e rendimento médio dos produtos das lavouras. Brasil, Grande Região e Unidade da Federação x Variável. Rio de Janeiro. Disponível em:

<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588#resultado>. Acesso em: 23/07/2025.

JAMAUCA LOPEZ, Karol Lorena et al. Bioprospección de funciones promotoras de crecimiento vegetal de aislamientos ambientales de *Trichoderma* spp. 2023.

KABA, James Seutra et al. Atmospheric nitrogen fixation by gliricidia trees (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) intercropped with cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Plant and Soil*, v. 435, n. 1, p. 323-336, 2019.

KIILL, Lúcia Helena Piedade; DRUMOND, Marcos Antônio. **Biologia floral e sistema reprodutivo de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.** (Fabaceae-Papilionoidae) na região de Petrolina, Pernambuco. *Ciência Rural*, v. 31, p. 597-601, 2001.

KONGOR, John Edem; OWUSU, Margaret; ODURO-YEBOAH, Charlotte. **Cocoa production in the 2020s: Challenges and solutions.** *CABI Agriculture and Bioscience*, v. 5, n. 1, p. 102, 2024. Disponível em: [Cocoa production in the 2020s: challenges and solutions | CABI Agriculture and Bioscience](#). Acesso em: 03/08/2025.

LIMA, JOÃO PAULO DA CUNHA. **ESTUDO DA VARIABILIDADE GENÉTICA DE CACAU NATIVO EM COMUNIDADES NA REGIÃO DO MÉDIO PURUS-AM.** Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal)-Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2012.

LOAIZA, Jorge Eduardo; RIVERA, German. **Potencial biocida de extractos de *Gliricidia sepium* contra patógenos del cultivo de la papaya (*Carica papaya*).** *Agronomía Costarricense*, v. 24, n. 1, p. 29-36, 2000.

LOHMANN, Gabriele Taís; Jessica Emilia Rabuske; Lucas Gracioli Savian; Thaise Da Silva Tonetto; Marlove Fatima Brião Muniz. Ação antagonista de *Trichoderma* spp. no crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*. *Acta Biológica Catarinense*, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 25-35, 2022. DOI: 10.21726/abc.v9i1.1709. Disponível em: <https://univille.emnuvens.com.br/ABC/article/view/1709>. Acesso em: 26 ago. 2025.

MACHADO, Daniele Franco Martins et al. ***Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente.** *Revista de Ciências Agrárias*, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.

MAIS FLORESTA. **Conheça os maiores produtores de cacau do mundo.** *Mais Floresta*, 29 jan. 2024. Disponível em: <https://www.maisfloresta.com.br/conheca-os-maiores-produtores-de-cacau-do-mundo/>. Acesso em: 27 jul. 2025.

MALDONADO-UNEMAT, CARLOS ALBERTO REYES; BARBOSA, ANDRIELLE DOS ANJOS. **Identificação de fontes de resistência à antracnose e verrugose e estudo histopatológico do processo infeccioso de isolados de *Colletotrichum* spp. em *Passiflora* spp.** 2019.

MARTINI, Maria Helena. **Caracterização das sementes de seis espécies de *Theobroma* em relação ao *Theobroma cacao* L.** Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, v. 98, 2004.

MEDINA, G. S.; CRUZ, J. E. **Estudos em Agronegócio**: participação brasileira nas cadeias produtivas -V. 5. -Gabriel da Silva Medina, José Elenilson Cruz (orgs.). -Goiânia / Kelps, 2021 390 p.: ISBN:978-65-5859-343-0. Disponível em: <https://bioeconomia.fea.usp.br/wp-content/uploads/2021/07/Sag-cacau.pdf>. Acesso em: 23/07/2025.

MENDES, Fernando Antonio Teixeira; MÜLLER, Manfred Willy; ALBUQUERQUE, Paulo Sérgio Beviláqua de. **Cartilha de boas práticas na lavoura cacauera no estado do Pará**. 2020.

MENDES, Hellen Thallyta Alves et al. **Antagonismo in vitro de *Trichoderma longibrachiatum* e *Trichoderma harzianum* a *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense**. Cadernos de Agroecologia, v. 13, n. 1, 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Cacau do Brasil**. [S. l.], 2022.

Ministério da Agricultura e Pecuária. BENEFICIAMENTO PRIMÁRIO DO CACAU. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/ceplac/publicacoes/folders/folder-beneficiamento-cacau-agosto23.pdf>. Acesso em: 31/07/2025.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cartilha de boas práticas na lavoura cacauera no estado do Pará**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Belém. Mapa/CEPLAC, 2020. 64 p. : il. ISBN 978-65-86803-05-1.

MIRANDA, Adriane Ferreira; TORO, Maricely Uria. **OTIMIZAÇÃO DO BENEFICIAMENTO DO CACAU (*Theobroma cacao* L)**. Cientific@ - Multidisciplinary Journal, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 1–18, 2020. DOI: 10.37951/2358-260X.2020v7i2.4753. Disponível em: <https://revistas.unievangelica.edu.br/index.php/cientifica/article/view/4753>. Acesso em: 31/07/2025.

MUNIZ, S. **Os seres vivos: de 5 reinos a 3 domínios**. Sinapse. 2018. Disponível em: <https://emsinapse.wordpress.com/2018/04/22/os-seres-vivos-de-5-reinos-a-3-dominios/>. Acesso em: 11/08/2025.

POMPEU, Luan Affonso Montandon. **Análise genômica comparativa de transportadores ABC entre clones de *Theobroma grandiflorum* e *Theobroma cacao***. 2024.

PRADO, P. F. V. **Caracterização dos mecanismos de resistência a estrobilurinas no fungo *Moniliophthora perniciosa*, agente causador da vassoura de bruxa do cacauero**. Campinas, SP; [s.n.], 2016.

PRADO, Paula Karoline Baleeiro; DAVID, Grace Queiroz; CAMPIÃO, Miriam de. **ANTAGONISMO DE *Trichoderma* SOBRE O *Colletotrichum* sp. ATRAVÉS DE PAREAMENTO DE CULTURAS**. III Seminário De Biodiversidade E Agroecossistemas Amazônicos. Conservação de solos na Amazônia Meridional. Fitotecnia e Fitossanidade. Universidade do Estado de Mato Grosso, 2015.

QUEIROGA, V. P.; GOMES, J. P.; MELO, B. A.; ALBUQUERQUE, E. M. B. **Cacau**

(*Theobroma cacao* L.) orgânico sombreado: Tecnologias de plantio e produção da amêndoa fina. 1ed. Campina Grande: AREPB. 386 f.: il. color. ISBN 978-65-87070-08-7. 2021.

QUEVEDO, Alexsandra Cezimbra et al. Ação antagonista in vitro de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium oxysporum*. *Ciência Florestal*, v. 32, p. 2288-2303, 2023.

RODRÍGUEZ-VELÁZQUEZ, Nadia Denisse et al. Isolation and Biological Control of *Colletotrichum* sp. Causing Anthracnosis in *Theobroma cacao* L. in Chiapas, Mexico. *Journal of Fungi*, v. 11, n. 4, p. 312, 2025.

SAAVEDRA, Aline. **Durante a páscoa, cacau da agricultura familiar paraense aquece mercado de ovos de chocolate.** Agência Pará. Governo do Pará. Secretaria de comunicação. Belém, 2022. Disponível em: <<https://agenciapara.com.br/noticia/36226/durante-a-pascoa-cacau-da-agricultura-familiar-paraense-aquece-mercado-de-ovos-de-chocolate>>. Acesso em: 25/08/2025.

SANMARTÍN-NEGREDO, Paola et al. **Análisis del modo de acción y de la capacidad antagónica de *Trichoderma asperellum* sobre *Colletotrichum gloeosporioides* y *Fusarium* sp.** *Rev. Tumbaga*, v. 2, n. 7, p. 29-49, 2012.

SANTOS, Paula Leite dos et al. **Utilização de extratos vegetais em proteção de plantas.** ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2564-2565. 2013.

SAVANACHI, Eduardo. **Produção de cacau segue estagnada no primeiro semestre de 2025.** Revista Cultivar. Rio Grande do Sul, 2025. Disponível em: <<https://revistacultivar.com.br/noticias/producao-de-cacau-segue-estagnada-no-primeiro-semester-de-2025>>. Acesso em: 27/08/2025.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; SUZUKI, C. C. L. F.; ITAKO, A. T. **Utilização de extratos vegetais no controle de doenças de plantas.** Métodos alternativos de controle de insetos-praga, doenças e plantas daninhas: panorama atual e perspectivas na agricultura. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO E DA PESCA-SEDAP. **Pará é exemplo de produção sustentável de cacau.** 2023. Disponível em: [<https://www.sedap.pa.gov.br/node/264>]. Acesso em: 02/08/2025.

SENAR. **Cacau:** produção, manejo e colheita. Brasília: Senar, 2018. 145 p. (Coleção Senar, 215).

SERNA, Sergio Ayvar et al. **Antagonismo de cepas nativas y foráneas de *Trichoderma* spp., contra *Colletotrichum gloeosporioides* causante de antracnosis en maracuyá.** *Investigaciones y Estudios-UNA*, v. 15, n. 2, p. 119-125, 2024.

SERRA, W. S. e Sodré, G. A. **Manual do cacaucultor:** perguntas e respostas. Brasil. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. 2021. Boletim Técnico, nº 221. 153-155 p.

SILVA, Adriana Ferreira et al. **ESTRUTURA E RENDA DA CADEIA PRODUTIVA DO CACAU E CHOCOLATE NO BRASIL**. Brazilian Review of Economics & Agribusiness/Revista de Economia e Agronegócio, v. 15, n. 3, 2017.

SILVA, Francisco Tardelli da; MACHADO, Vilma Lopes. **CACAU, PRODUÇÃO E INDÚSTRIA: UMA REVISÃO DE LITERATURA**. Revista Eletrônica Científica de Tecnologia, v. 1, n. 2, 2023.

SILVA NETO, P. J. da (Coord.) **Sistema de produção de cacau para a Amazônia brasileira**. Belém, PA. CEPLAC, 125 p. 2001.

SOUSA, D. M. M.; CAMPOS, E. B.; SOUZA, M. E. de; BATISTA, J. C. P. **Avaliação do potencial antagonico de *Bacillus* sp. e *Trichoderma harzianum*, no biocontrole de *Colletotrichum gloesporioides***. Revista JRG de Estudos Acadêmicos, Brasil, São Paulo, v. 7, n. 15, p. e151708, 2024. DOI: 10.55892/jrg.v7i15.1708. Disponível em: <http://www.revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/1708>. Acesso em: 27 ago. 2025.

SOUSA, Thiago Fernandes. **Descrição e caracterização de novas espécies amazônicas de *Trichoderma* com aplicações na agricultura e biotecnologia**. 2025.

TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. **Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas**. Manejo ecológico de doenças de plantas, Florianópolis, SC: CCA/UFSC, p. 45-62, 2004.

UMAÑA-ROJAS, Gerardina; GARCIA, J. **Efficacy of plant extracts on growth reduction of *Colletotrichum musae* and *Fusarium proliferatum*, causal agents of crown rot of bananas**. In: International Conference on Postharvest and Quality Management of Horticultural Products of Interest for Tropical Regions 906. 2009. p. 205-210.

URDANETA, Lilia et al. **Grupos de metabolitos secundarios del extracto etanólico de *Gliricidia sepium* y su potencial antifúngico sobre *Colletotrichum acutatum***. Interciencia, v. 38, n. 6, p. 449-454, 2013.

VIDAL, Maria de Fátima. **CACAU**: v. 10 n. 389, junho, 2025. Caderno Setorial ETENE, Fortaleza, v. 10, 2025. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/3211>. Acesso em: 29 jul. 2025

WAFAEY, Aya Ahmed et al. **An overview on *Gliricidia sepium* in the pharmaceutical aspect: A review article**. Egyptian Journal of Chemistry, v. 66, n. 1, p. 479-496, 2023..

World Flora Online. ***Theobroma cacao* L.** 2024. Disponível em: <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000458440>. Acesso em: 11/08/2025.