



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS COCAL CURSO TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA**

BEATRIZ CARDOSO VERAS

**FUNGITOXICIDADE DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE *Pestalotiopsis psidii*
CAUSADOR DE PODRIDÃO DE FRUTOS DE GOIABA (*Psidium guajava* L.)**

BEATRIZ CARDOSO VERAS

FUNGITOXICIDADE DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE *Pestalotiopsis psidii*
CAUSADOR DE PODRIDÃO DE FRUTOS DE GOIABA (*Psidium guajava* L.)

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para
obtenção do diploma do Curso de tecnologia em
agroecologia do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus Cocal

Orientador: Prof. Dr. Jean Herllington Araújo
Monteiro

Coorientador: Gustavo Rodrigues de Souza

COCAL- PI

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Veras, Beatriz Cardoso

V394f Fungitoxicidade de extratos vegetais sobre Pestalotiopsis psidii causador de podridão de frutos de goiaba (Psidium guajava L.) / Beatriz Cardoso Veras. - 2021.

30 p.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Agroecologia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Cocal, 2021.

Orientador: Prof Dr. Jean Herllington Araújo Monteiro.

Coorientador: Gustavo Rodrigues de Souza.

1. Pestalotiopsis psidii. 2. Extrato vegetal. 3. Psidium guajava. I. Título.

CDD

- 630.2745

Elaborado por Cinthia Rachel Alves Rodrigues CRB 3/134

BEATRIZ CARDOSO VERAS

**FUNGITOXICIDADE DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE *Pestalotiopsis psidii*
CAUSADOR DE PODRIDÃO DE FRUTOS DE GOIABA (*Psidium guajava* L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para
obtenção do diploma do Curso de Tecnologia
em Agroecologia do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.
Campus Cocal

Aprovada em: 23/09/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jean Herllington Araújo Monteiro (Orientador)
Instituição: IFPI campus Cocal

Gustavo Rodrigues de Souza Instituição: UFES
campus Alegre

Prof. Dr. Joseph Jonathan Dantas de Oliveira
Instituição: IFPI campus Cocal

Aos meus pais, Raimundo Nonato Cardoso e Edileusa Melo veras, por sempre terem acreditado em mim e me apoiado, aos meus irmãos Bianca Cardoso e Eduardo Cardoso pelo o incentivo de sempre. Ao meu orientador Jean Herlligton por todo seu empenho e atenção. Dedico também aos meus amigos, minha namorada Noemi Santos e meus professores.

Imensa gratidão a todos vocês!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por me guiar nessa caminhada, por me fortalecer nos momentos mais difíceis, por me fazer acreditar que tudo é possível.

Agradeço a todos os meus familiares que me apoiaram nessa jornada, ao meu pai que infelizmente não está mais aqui entre nós, por tudo que fez por mim antes da sua partida, a minha mãe por acreditar em mim e me apoiar. Agradeço aos meus irmãos, Bianca e Eduardo por todo o incentivo.

Meu agradecimento também vai para as minhas amigas e companheiras de república, Alexya, Sabrina, Cleiciane, Caroline, Katriane. Aos meus colegas de turma pelo companheirismo e união de sempre, a minha namorada Noemi por sempre está ao meu lado me apoiando, a minha amiga Elidia Keila por sempre me incentivar e me apoiar em tudo, ao meu amigo e companheiro de turma Thiago Holanda e ao meu ex colega de turma e amigo Anderson Carvalho. Em especial agradeço a minha parceira de pesquisa e colega de turma Maria da conceição do Nascimento Souza por contribuir na conclusão desse trabalho.

Agradeço a todos os professores e servidores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – campus Cocal, pois todos contribuíram para que chegássemos até aqui nessa jornada.

Em especial, agradeço a minha grande amiga Alexya Leonardo por acreditar que eu sou capaz, por me apoiar nos momentos difíceis, por não me deixar desistir nos momentos que tudo parecia que não ia dá certo, agradeço a minha amiga Keila por todos os momentos de clareza e incentivo. Terei uma gratidão imensurável ao meu orientador Jean Herllington Monteiro de Araújo, por toda sua dedicação do início ao fim desse trabalho, por cumprir perfeitamente seu papel como orientador, por todos os conhecimentos repassados com clareza e calma. Por fim agradeço o meu coorientador Gustavo Rodrigues de Souza, por todas as suas contribuições nesse trabalho.

“Em todas as coisas da natureza existe algo de maravilhoso”.

Aristóteles

RESUMO

A goiaba é um fruto muito consumido em todo o Brasil. Entretanto, são comuns os problemas ocorridos na produção dos frutos, sendo a podridão pós-colheita a mais importante por causar prejuízos de 45% dos frutos. O objetivo do trabalho é avaliar o efeito fungitóxicos de extrato vegetal no controle de *Pestalotiopsis psidii* agente causal da podridão de *Psidium guajava*. O trabalho foi desenvolvido no IFPI campus Cocal. A primeira etapa do experimento foi o levantamento dos principais fungos causadores da podridão pós-colheita dos frutos de goiaba comercializada na feira livre de Cocal, PI. Posteriormente, foram realizados teste *in vitro* com extratos vegetais aquoso obtidos de *Hymenaea courbaril*, *Luehea divaricata* e *Copernicia prunifera* nas concentrações de 0 µL/mL, 1 µL/mL, 5 µL/mL, 15 µL/mL e 20 µL/mL em meio de cultura BDA. Os testes *in vivo* foram realizados com tratamentos: EA24 = extrato vegetal aquoso depositado 24 horas antes da inoculação de *P. psidii*. ED24 = extrato vegetal aquoso depositado 24 horas depois da inoculação de *P. psidii* e CONTROLE = deposição de 1 mL de ADE. Foram isolados 20 fungos e *Pestalotiopsis psidii* foi mais frequente 30% de presença nos isolamentos. No teste *in vitro* o melhor tratamento foi o extrato *Copernicia prunifera* nas doses de 5 e de 20 µL/mL de BDA, reduzindo o crescimento micelial de *P. psidii* em 64%. No teste *in vivo* o tratamento EA24 apresentou resultados excelentes com 100% de controle da doença da podridão pós-colheita de frutos de goiaba analisados no experimento.

.

Palavras-chave: *Pestalotiopsis psidii*. Extrato vegetal. *Psidium guajava*

ABSTRACT

Guava is a fruit widely consumed throughout Brazil. However, problems that occur in fruit production are common, with postharvest rot being the most important as it causes damage to 45% of the fruit. The objective of this work is to evaluate the fungitoxic effect of plant extract in the control of *Pestalotiopsis pisidii*, the causal agent of Psidium guajava rot. The work was developed at the IFPI campus Cocal. The first stage of the experiment was the survey of the main fungi causing postharvest rot of guava fruits sold at the open market in Cocal, PI. Subsequently, in vitro tests were performed with aqueous plant extracts obtained from *Hymenaea courbaril*, *Luehea divaricata* and *Copernicia prunifera* at concentrations of 0 $\mu\text{L/mL}$, 1 $\mu\text{L/mL}$, 5 $\mu\text{L/mL}$, 15 $\mu\text{L/mL}$ and 20 $\mu\text{L/mL}$ in medium of PDA culture. The in vivo tests were carried out with treatments: EA24 = aqueous plant extract deposited 24 hours before *P. pisidii* inoculation. ED24 = aqueous plant extract deposited 24 hours after inoculation of *P. pisidii* and CONTROL = 1 mL deposition of ADE. Twenty fungi were isolated and *P. pisidii* was 30% more frequent in the isolations. In the in vitro test, the best treatment was the *Copernicia prunifera* extract at doses of 5 and 20 $\mu\text{L/mL}$ of PDA, reducing the mycelial growth of *P. pisidii* by 64%. In the in vivo test, the EA24 treatment showed excellent results with 100% control of postharvest rot disease of guava fruits analyzed in the experiment.

Keywords: *Pestalotiopsis pisidii*. Plant extract. *Psidium guajava*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Fruto de goiaba com sinais de podridão comercializados na feira do município de Cocal-PI. **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 2.** Caracterização morfológica das colônias dos fungos isolados dos frutos de goiaba com sintomas de podridão. A = *Colletotrichum gloeosporioides*, B = *Mocrophomina phaseolina*, C = *Lasiodiplodia theobromae*, D = *Aspergillus* sp. e E = *Pestalotiopsis psidii*... 22
- Figura 3.** Análise de regressão dos dados de crescimento micelial de isolados de *Pestalotiopsis psidii* após sete dias de cultivo em meio BDA. 23
- Figura 4.** Severidade da podridão de frutos de goiaba aos dez dias após os tratamentos com extrato vegetal de *C. prunifera*.24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características dos isolados obtidos de frutos de goiaba com sintoma de podridão comercializados em Cocal-PI.	21
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADE	Água Destilada Esterilizada
BDA	Batata Dextrose Agar
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
PVC	Policloreto de Vinilo
SAS	Statistical Analysis System
PRSD	Porcentagem de Redução da Severidade da Doença
PICM	Porcentagem de Inibição do Crescimento Micelial
CT	Diâmetro de Testemunha
CTR	Diâmetro de Tratamento

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
®	Relação de Conhecimento
μL	Microlitros

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.2. Objetivo geral.....	17
1.3. Objetivos específicos	17
2. MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1. Levantamento dos principais agentes causais dos frutos de goiabas comercializados no município de cocal PI.....	17
2.2. Obtenção do extrato vegetal aquoso	18
2.3. Inibição do crescimento de <i>Pestalotiopsis psidii</i> submetidos aos extratos vegetais ...	19
2.4. Avaliação da atividade antifúngica dos extratos aquosos através da inibição do crescimento/ proliferação em teste semi campo	20
2.5. Análise de dados	21
3.RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
3.1. Levantamento dos principais agentes causais dos frutos de goiaba comercializados no município CocalPI.....	21
3.2. Teste <i>in vitro</i> dos três extratos vegetais: jatobá, açoita cavalo, raiz de carnaúba, avaliando o crescimento do fungo <i>Pestalotiopsis psidii</i>.	23
4. CONCLUSÕES	25
REFERÊNCIAS	25

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa o terceiro lugar de maior produtor de frutas com 42,4 milhões de toneladas e 4,6 % do total em 2,5 milhões de hectares, ficando atrás da china com 25,9 % e da Índia com 11,9% (REINHARDT, *et al.* 2021). Tendo em vista, que as maiores áreas de cultivos de frutas no Brasil estão no Nordeste, com 52% de produção, sendo a goiaba um dos principais produtos comercializados nesta região (VIDAL, 2021).

A goiabeira, *Psidium guajava* L., pertencente à família *Myrtaceae*, é originária da América do Sul, onde seu cultivo vem se expandido a cada ano que passa, com a sua grande aceitação na indústria de sucos, doces e no mercado de frutas *in natura* para consumo interno e externo. Mesmo assim, muitos são os problemas fitossanitários que ocasionam sobre a cultura baixa produtividade, grandes custos de produção para o produtor e depreciação dos frutos (SUSSEL, *et al.* 2010).

A goiaba é um fruto de suma importância, principalmente no nordeste brasileiro se destacando como atividade econômica e social de grande expansão. espécie tem origem na América tropical, portanto é bem adaptada a várias regiões do mundo vale ressaltar que no Brasil essa cultura é cultivada em todos os estados. Além disso esse fruto possui alto valor nutritivo, contendo grande quantidade de vitaminas A, B1, C, cálcio, fósforo, ferro, e fibras solúveis. A goiaba possui vários formatos diferentes a coloração da casca é verde-amarela variável de acordo com a maturação, a cor da polpa pode variar de branca, rosada ou vermelha e o seu interior é preenchido por sementes. E ainda apresentam excelentes propriedades organolépticas, tornando-os aproveitáveis tanto para o consumo *in natura* quanto para a industrialização (ABREU, 2015).

O cultivo comercial da goiaba, atualmente é voltado principalmente para a industrialização, no entanto o cultivo tem aumentado consideravelmente nos últimos anos. No ano de 2011, o Brasil produziu 342.528 toneladas de goiabas em uma área de 15.917 ha, onde o Nordeste se destacou como a maior região produtora, com um total de 151.903 toneladas o estado que mais teve destaque foi o Pernambuco. Já na região sudeste é a segunda maior produtora com um total de 149.169 toneladas, dando destaque para os estados de São Paulo e Minas Gerais sendo os maiores produtores (ABREU, *et al.* 2015).

Embora a cultura da goiabeira seja de grande expansão no Brasil, sua produção tem sido limitada por vários fatores, dentre eles podemos destacar as doenças fúngicas. Entre os vários tipos de doenças tanto no campo como na pós-colheita, as doenças consideradas mais importantes destacam-se doenças causadas pelo fungo *Puccinia psidii*, agente causal da ferrugem, *Phytophthora* spp, que causa a podridão do fruto, e *Rhizoctonia solani*, *Myxosporium psidii* (SOUSA, 2017). As doenças que estão associadas a pós-colheita têm sinais atípicos de antracnose, em frutos, como lesões pequenas com coloração vermelha a púrpura, sendo associadas com fungos do gênero *Mycosphaerella* e a *Phyllosticta capitalensis*. Outros autores relatam sintomas parecidos envolvendo o *Pestalotia psidii*. Obstáculo a cultura da goiaba, a partir do momento em que atrapalham a qualidade e a quantidade dos frutos para a comercialização.

Os sinais de doenças na pós-colheita podem aparecer em diferentes graus de severidade, quando o fruto vai amadurecendo, deixando assim, o fruto impossibilitado de ser consumido (ABREU, *et al.* 2015). No município de Cocal- PI foram observados várias evidências de podridão de frutos de goiaba na feira municipal. Os sinais iniciam-se com pontos escuros no fruto, seguindo de manchas marrons e depressão na casca e posteriormente ocasionando perda tanto na quantidade, quanto na qualidade dos frutos de goiaba (Figura 1).

No que se refere ao uso de agrotóxicos sintéticos na agricultura, fica evidente que o controle químico vem se tornando a principal estratégia para combater pragas, em função da rapidez na eliminação de problemas fitossanitários (PINTO-ZEVALLOS; ZARBIN, 2013). Entretanto, estes possuem efeitos adversos significativos, prejudicando à saúde humana e ao meio ambiente, por promoverem a eliminação de inimigos naturais e insetos benéficos, e por favorecerem o desenvolvimento de resistência a diversas pragas que afetam a agricultura (ATTIA *et al.*, 2011). O mercado consumidor tem exigido uma maior oferta de alimentos livres de agrotóxicos, que respeitem os preceitos da sustentabilidade, da conservação do meio ambiente e do bem-estar humano (PIROVANI *et. al.*, 2015).

Uma alternativa para esta problemática, seria o desenvolvimento de tecnologias mais limpas para o controle de pragas agrícolas, em substituição aos agrotóxicos sintéticos, através do uso dos produtos naturais, provenientes do metabolismo secundário de plantas (PINTOZEVALLOS; ZARBIN, 2013). Estudos demonstram que os óleos essenciais e extratos

de plantas, vêm apresentando resultados promissores no controle de pragas agrícolas (SANTOS *et al.*, 2017), contra um grande número de leveduras e fungos filamentosos, incluindo espécies resistentes aos antifúngicos comerciais (F. C. ASSOLINI, *et al.*, 2006).

Açoita cavalo (*Luehea divaricata*), é uma planta caducifólia, com 3,1 a 15 m de altura e 20 a 50 cm de diâmetro, na sua idade adulta pode chegar até 30 m de altura e 100 cm de altura. Seu tronco é tortuoso, nodoso, com reentrâncias e a casca externa tem a coloração parda-acinzentada-escura. Possui folhas simples, alternadas, dísticas, irregularmente serreadas, suas flores são vistosas de coloração rosada, roxa ou raramente branca e os frutos são capsulas lobada de valvas lenhosas contendo de cinco a quinze sementes. É uma espécie comum na vegetação secundária, principalmente em capoeiras e invadindo as pastagens, tem dispersão irregular e descontínua, sendo principalmente ao longo dos rios, em terrenos rochosos e inclinado onde a floresta seja aberta com formações secundárias (IFB, 2020).

Jatobá (*Hymenaea courbaril*), é uma planta encontrada na Amazônia, na Mata Atlântica, no Pantanal e no Cerrado. É uma espécie arbórea com grande distribuição geográfica, no Brasil o jatobá tem ocorrência no Piauí ao norte do Paraná. Pode atingir uma altura de 10 a 30 m de altura, é uma espécie clímax. Ela se destaca por ter grande importância econômica, principalmente no setor madeireiro e medicinal. Possui tronco reto, cilindro, casca lisa e grossa de cor vermelho-escuro, suas folhas são lanceoladas pontiagudas, com nervura bem expostas. As flores possuem cor branca a creme-alaranjado, o fruto é uma vagem, lenhosa de cor verde quando imaturo e cor marrom-escuro quando maduro e preto quando está passado, a semente é grande, oval e tem coloração marrom-avermelhada (FALLER, *et al.*, 2020)

A carnaúba (*copernicia prunifera*) é uma espécie de grande importância no Brasil, com presença no semiárido Nordeste no domínio das caatingas e Cerrado, tendo destaque nos estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. Sendo a única espécie da sua família que produz o pó cerífico que tem a função de proteger a planta da alta insolação da região e ataque biológico. Tem ocorrências em solos mal drenados como várzeas, alagadiços com solos alomórficos e margens de rios. (NASCIMENTO, *et al.*, 2020). Podendo atingir entre 9 a 12 metros de altura, chegando a medir 15 metros. O diâmetro do seu tronco pode variar de 10 até 25. Contém espinhos na parte de baixo. tem folhas em formato de leque, que medem entre 1 e 2 metros de comprimento, suas flores se agrupam em cachos. Essa planta é conhecida com árvore da vida por ter muitas utilidades e benefícios (LAY-ANG; 2021).

Buscando alternativas eficientes e ao mesmo com menor risco a saúde humana e ao meio ambiente, o uso de extratos de plantas, constituem uma alternativa sustentável e ambientalmente adequada no que tange o controle de pragas agrícolas, por serem naturais e facilmente disponíveis, neste contexto o presente estudo tem como objetivo avaliar extratos vegetais como forma de controlar as doenças causadas por fungos, dando importância para o fungo *Pestalotiopsis psidii*. encontrados nas goiabas comercializadas no município de Cocal- PI.

1.2. Objetivo geral

Avaliar o efeito fungitóxicos de extrato vegetal no controle de *Pestalotiopsis psidii* agente causal da podridão de goiaba (*Psidium guajava* L.).

1.3. Objetivos específicos

- Levantamento dos principais agentes causais nos frutos de goiaba comercializadas em Cocal- PI;
- Analisar testes *in vitro* dos três extratos vegetais: jatobá, açoita cavalo, raiz de carnaúba, avaliando o crescimento do fungo *Pestalotiopsis psidii*;
- Avaliação dos extratos vegetais e severidade da podridão dos frutos de goiaba comercializados em Cocal- PI.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nos laboratórios de agricultura, biologia e química do Instituto Federal do Piauí- campus Cocal, no período de junho a setembro de 2021.

2.1. Levantamento dos principais agentes causais dos frutos de goiaba comercializados no município de Cocal- PI

Na Feira livre do município de Cocal- PI foram feitas observações, e os frutos com sinais de podridão foram obtidos e armazenados em sacos de papel e transferidos para o laboratório de Agricultura do IFPI campus Cocal- PI. Em seguida os frutos foram lavados com água e sabão neutro e depositados na bancada para secar. Em seguida, foram retirados pedaços com 5 mm de

diâmetro e depositados em uma peneira. Posteriormente, a peneira foi colocada em álcool a 70% para a limpeza e quebra da tensão superficial das amostras, por um período de 1 min.

Depois as amostras foram colocadas em hipoclorito de sódio a 1% por um período de 1 min. Em seguida lavados em água destilada esterilizada (ADE) e acomodadas em papel de filtro esterilizado para secar em temperatura ambiente. Após a desinfestação, foram transferidos para 2 placas de Petri contendo o meio batata-dextrose-água (BDA) e incubados à temperatura ambiente (25 ± 2 °C). Após 7 dias aguardando o crescimento da colônia, foram observados vários fungos e com auxílio de microscópio óptico de luz e literatura bibliográfica específica, ao qual, os fungos foram identificados a nível de gênero e espécies. Os fungos foram depositados na micoteca do laboratório de Agricultura na técnica Castellani (FIGUEIREDO, 1967).

Figura 1. Fruto de goiaba com sinais de podridão comercializados na feira do município de Cocal-PI.



Fonte: elaborado pelo autor 2021.

2.2. Obtenção do extrato vegetal aquoso

Os extratos vegetais aquoso foram cedidos pelo laboratório de agricultura do Instituto Federal do Piauí, campus Cocal. Os extratos vegetais utilizados foram extraídos de Jatobá (*Hymenaea courbaril*), Açoita Cavalo (*Luehea divaricata*) e Carnaúba (*Copernicia prunifera*), os extratos estavam armazenados em tubos de PVC, fechados e depositados em local apropriado. São plantas nativas e de grande valor econômico para várias regiões e é extremamente importante e de fácil acesso para os agricultores.

Açoita cavalo (*Luehea divaricata*), é uma planta caducifólia, com 3,1 a 15 m de altura e 20 a 50 cm de diâmetro, na sua idade adulta pode chegar até 30 m de altura e 100 cm de altura. Seu tronco é tortuoso, nodoso, com reentrâncias e a casca externa tem a coloração parda-acinzentada-escura. Possui folhas simples, alternadas, dísticas, irregularmente serreadas, suas flores são vistosas de coloração rosada, roxa ou raramente branca e os frutos são capsulas lobada de valvas lenhosas contendo de cinco a quinze sementes. É uma espécie comum na vegetação secundaria, principalmente em capoeiras e invadindo as pastagens, tem dispersão irregular e descontínua, sendo principalmente ao longo dos rios, em terrenos rochosos e inclinado onde a floresta seja aberta com formações secundarias (IFB, 2020).

Jatobá (*Hymenaea courbaril*), é uma planta encontrada na Amazônia, na Mata Atlântica, no Pantanal e no Cerrado. É uma espécie arbórea com grande distribuição geográfica, no Brasil o jatobá tem ocorrência no Piauí ao norte do Paraná. Pode atingir uma altura de 10 a 30 m de altura, é uma espécie clímax. Ela se destaca por ter grande importância econômica, principalmente no setor madeireiro e medicinal. Possui tronco reto, cilindro, casca lisa e grossa de cor vermelho-escuro, suas folhas são lanceoladas pontiagudas, com nervura bem expostas. As flores possuem cor branca a creme-alaranjado, o fruto é uma vagem, lenhosa de cor verde quando imaturo e cor marrom-escuro quando maduro e preto quando está passado, a semente é grande, oval e tem coloração marrom-avermelhada (FALLER, *et al.*, 2020)

A carnaúba (*copernicia prunifera*) é uma espécie de grande importância no Brasil, com presença no semiárido Nordeste no domínio das caatingas e Cerrado, tendo destaque nos estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. Sendo a única espécie da sua família que produz o pó cerífico que tem a função de proteger a planta da alta insolação da região e ataque biológico. Tem ocorrências em solos mal drenados como várzeas, alagadiços com solos alomórficos e margens de rios. (NASCIMENTO, *et al.*, 2020). Podendo atingir entre 9 a 12 metros de altura, chegando a medir 15 metros. O diâmetro do seu tronco pode variar de 10 até 25. Contém espinhos na parte de baixo. tem folhas em formato de leque, que medem entre 1 e 2 metros de comprimento, suas flores se agrupam em cachos. Essa planta é conhecida com árvore da vida por ter muitas utilidades e benefícios (LAY-ANG; 2021).

2.3. Inibição do crescimento de *Pestalotiopsis psidii* submetidos aos extratos vegetais

As culturas de *P. psidii* foram repicadas em placas de Petri com meio BDA. Para verificar o efeito dos extratos vegetais de Jatobá (*Hymenaea courbaril*), Açoita Cavalo (*Luehea divaricata*) e Carnaúba (*Copernicia prunifera*) nas concentrações de 0 µL/mL, 1 µL/mL, 5 µL/mL, 15 µL/mL e 20 µL/mL em meio de cultura BDA sobre o crescimento de *P. psidii* adicionados ao meio BDA fundente com temperatura máxima de 45 °C e, em seguida, a mistura foi vertida em placas de Petri de 5 cm de diâmetro. Após a solidificação do meio de cultura, das bordas das colônias de *P. psidii* com aproximadamente 7 dias de idade, um disco de 5 mm de diâmetro de BDA contendo micélio do fungo foi colocado no centro das placas. As placas foram vedadas com filme plástico PVC, identificadas e incubadas à temperatura de 25 °C.

As avaliações iniciaram 48 horas após a repicagem e prosseguiram durante sete dias. Com estas avaliações foi possível calcular a percentagem de inibição do crescimento micelial (PICM), comparando diâmetro médio, em mm, entre as colônias dos tratamentos com a testemunha, após sete dias de incubação. A PICM foi calculada de acordo com a equação 1 (Eq1).

$$\text{PICM} = \frac{\text{CT} - \text{CTR}}{\text{CT}} * 100 \quad (\text{Eq1})$$

Onde:

PICM = Percentagem de inibição de crescimento;

CT = Diâmetro da testemunha;

CTR = Diâmetro do tratamento.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5 (três espécies *H. courbaril*, *L. divaricata* e *C. prunifera*) ambos com cinco concentrações (0 µL/mL, 1 µL/mL, 5 µL/mL, 15 µL/mL e 20 µL/mL) e cinco repetições, onde cada placa de Petri consistiu em uma unidade experimental.

2.4. Avaliação da atividade antifúngica dos extratos aquosos através da inibição do crescimento/ proliferação em teste semi campo

Os frutos de goiaba foram obtidos na feira livre do município de Cocal- PI. Posteriormente foram transferidos para o laboratório de Agricultura do IFPI, campus Cocal. Depois, os mesmos

foram lavados com água e sabão neutro e depositados em uma bancada contendo papel para a secagem. Em seguida, os frutos foram organizados em bandejas contendo um chumaço de algodão e água destilada estéril - ADE. Foram depositados cinco frutos de goiaba em cada bandeja para cada tratamento. Foram utilizados os seguintes tratamentos: EA24 = extrato vegetal aquoso depositado 24 horas antes da inoculação de *P. psidii*. ED24 = extrato vegetal aquoso depositado 24 horas depois da inoculação de *P. psidii* e CONTROLE = deposição de 1 mL de ADE. Em cada fruto foram duas marcações com diâmetro de 10 mm cada e feitos três furos equidistantes em cada marcação, realizados com auxílio de uma agulha histológica estéril. Em cada tratamento foi depositado 1 mL de extrato na concentração de 15 µL/mL de água em cada área demarcada e no controle apenas 1 mL de ADE. Os frutos foram mantidos por 48 horas em câmara úmida e avaliados de acordo com a Eq2.

As avaliações iniciaram 48 horas após a inoculação e prosseguiram durante dez dias. Com estas avaliações calculou-se a percentagem de redução da severidade da doença (PRSD), comparando-se o diâmetro médio, em mm, entre os sinais dos tratamentos com os da testemunha, após dez dias de incubação (BASTOS & ALBUQUERQUE, 2004). A PRSD foi calculada de acordo com a equação 2 (Eq2).

$$PRSD = \frac{ST - STR}{ST} * 100 \quad (Eq2)$$

Onde:

PRSD = Percentagem de redução da severidade da doença;

ST = Severidade da testemunha;

STR = severidade dos tratamentos.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualidade. Com tratamentos (EA24= deposição do extrato vegetal aquoso 24 horas antes da inoculação de *P. psidii* e ED24 = deposição do extrato vegetal aquoso 24 horas depois da inoculação de *P. psidii*. Controle = deposição de ADE, com 5 repetições.

2.5. Análise de dados

Os dados foram submetidos a análise de regressão e as médias comparadas pelo teste de T a 5% de probabilidade através do programa SAS®.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Levantamento dos principais agentes causais dos frutos de goiaba comercializados no município Cocal-PI

Os isolados fúngicos obtidos de frutos pós-colheita de goiaba com sintomas de apresentaram colônias com coloração branca, marrom escura, verde, acinzentada. As características de cada espécie de isolado estão descritos na (Tabela 1).

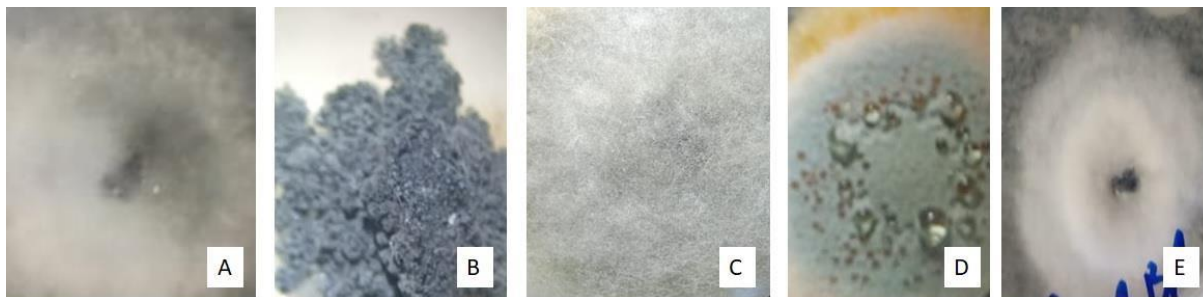
Tabela 1. Características dos isolados obtidos de frutos de goiaba com sinais e podridão comercializados em Cocal-PI.

Gênero	Nome científico	Cor da colônia	Presença de conidióforos	Porcentagem de incidência
<i>Colletotrichum</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Acinzentada	Secreção de coloração alaranjada	20%
<i>Macrophomina</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i>	Marrom escuro	Secreção cinza	20%
<i>Lasiodiplodia</i>	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	Acinzentada	Pontos pretos na colônia	5%
<i>Aspergillus</i>	<i>Aspergillus</i> sp.	Verde a marrom		25%
<i>Pestalotiopsis</i>	<i>Pestalotiopsis psidii</i>	Branco	Secreção de coloração preto	30%

Fonte: elaborado pelo autor 2021.

No total foram 20 isolados obtidos dos frutos pós-colheita de goiaba com sinais de podridão comercializados na feira do município de Cocal- PI. Entre os fungos isolados, destaca-se *P. psidii* visto que ele apresentava maior percentual de incidência (30%). *P. psidii* cresceu bem no meio BDA e esporulação foi suficiente para identificação morfológica dos isolados. Cada colônia dos isolados fúngicos apresentaram características específica, como cor da colônia e corpos de frutificação presentes nas placas de cultivo (Figura 2).

Figura 2. Caracterização morfológica das colônias dos fungos isolados dos frutos de goiaba com sintomas de podridão. A = *Colletotrichum gloeosporioides*, B = *Macrophomina phaseolina*, C = *Lasiodiplodia theobromae*, D = *Aspergillus* sp. e E = *Pestalotiopsis psidii*.



Fonte: elaborado pelo autor 2021.

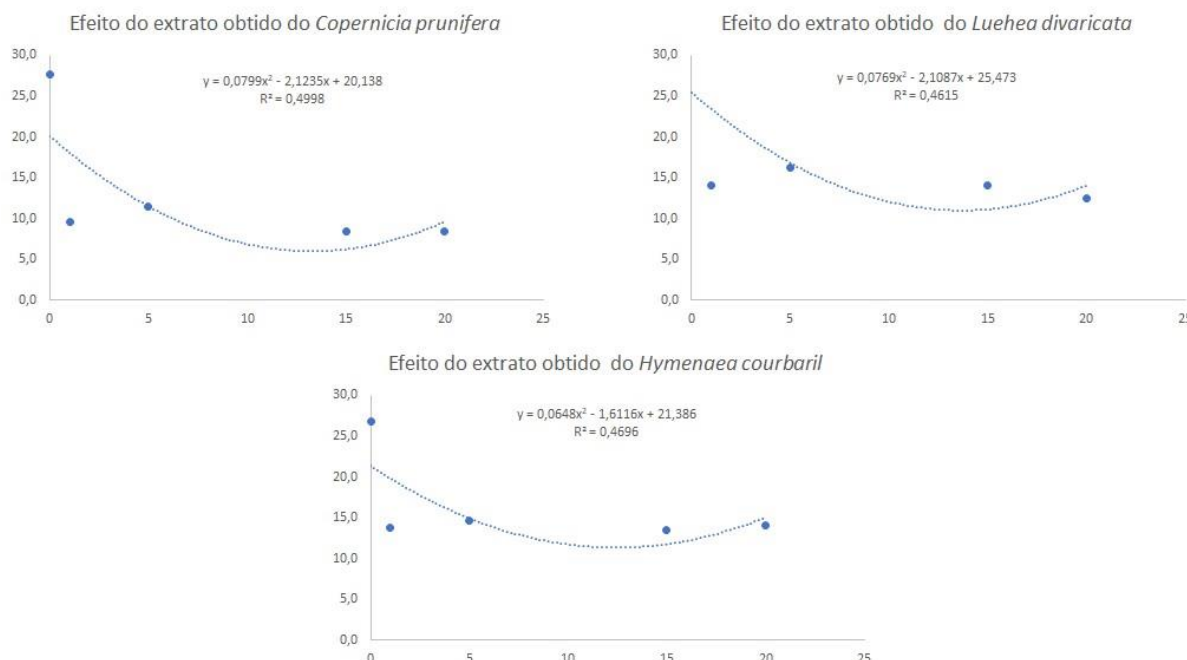
Os fungos isolados foram caracterizados pela cor da colônia e pelos formatos dos conídios. Estas características foram comparadas os fungos presentes na chave taxonômica de Barnett, & Hunter, (1972), onde possui a descrição de morfológicas e características culturais de várias espécies fúngicas.

Segundo Gusmão e Maia (2006) na região nordeste do Brasil existe uma diversidade de fungos que habitam as plantas agrícolas cultivadas pelos agricultores da região e que, na maioria das vezes, esses fungos em algum estágio de sua vida podem causar doenças nas plantas produtoras de alimento para a humanidade. Neste sentido, fica claro a diversidade de fungos obtida de frutos pós-colheita de goiaba analisadas no experimento.

3.2. Teste *in vitro* dos três extratos vegetais: jatobá, açoitá cavalo, raiz de carnaúba, avaliando o crescimento do fungo *Pestalotiopsis psidii*.

Os dados referentes ao efeito fungitóxico e fungiestático dos extratos obtidos de Jatobá (*Hymenaea courbaril*), Açoitá Cavalo (*Luehea divaricata*) e Carnaúba (*Copernicia prunifera*) sobre o agente causal da podridão pós-colheita de frutos de goiaba estão apresentados na figura 3.

Figura 3. Análise de regressão dos dados de crescimento micelial de isolados de *Pestalotiopsis psidii* após sete dias de cultivo em meio BDA.



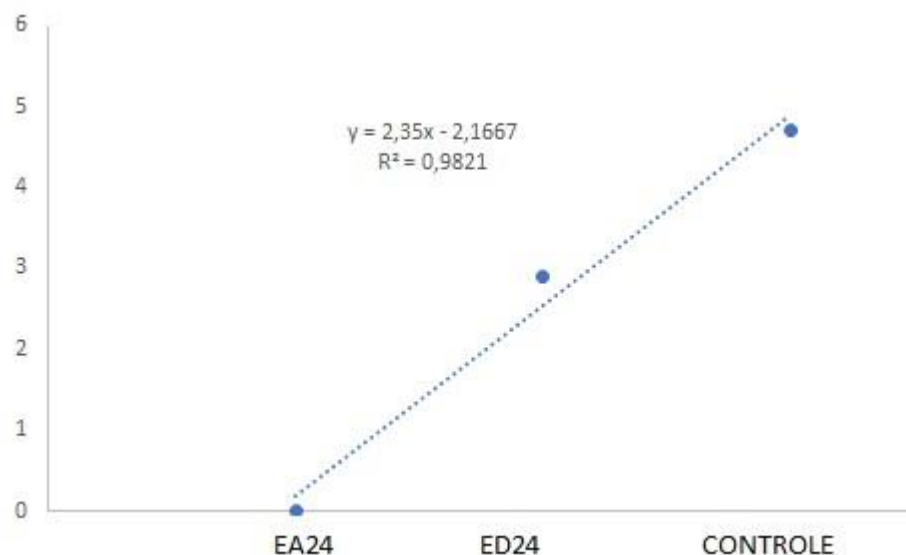
Fonte: elaborado pelo autor 2021.

Na avaliação do efeito dos extratos sobre o *P. psidii*, foi observado que o extrato de *C. prunifera* apresentou melhor resultado quando comparadas com extratos vegetais aquoso de *Hymenaea courbaril* e *Luehea divaricata*. No tratamento com *C. prunifera* nas concentrações de 1 e 15 $\mu\text{L/mL}$ houve redução do crescimento micelial em 64%. Nas concentrações de 5 e 20 $\mu\text{L/mL}$ de extratos houve redução do crescimento micelial em 56,7 e 58% respectivamente. Nos tratamentos *Hymenaea courbaril* e *Luehea divaricata* os resultados foram semelhantes com redução em média do crescimento micelial de *P. psidii* em 50%.

Vários trabalhos corroboram com nossos dados obtidos no experimento, mostrando que o emprego desta tecnologia é útil e reduz a contaminação do agricultor e do meio ambiente (OLIVEIRA *et al.*, 2016; PERUMAL *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2017). Segundo Pereira *et al.*, (2010) os extratos vegetais são métodos alternativos ao controle químico, proporcionando redução das doenças pós-colheita dos frutos de goiaba, garantindo alimentos com qualidade e saudáveis para o consumo. Produtos a base de extratos vegetais são muito úteis para reduzir os resíduos e derivados presentes nos frutos pós-colheita de goiaba.

Os resultados do teste *in vivo* do controle da podridão de frutos de goiaba estão apresentados na figura 4.

Figura 4. Severidade da podridão de frutos de goiaba aos dez dias após os tratamentos com extrato vegetal de *C. prunifera*.



Fonte: elaborado pelo autor 2021.

Foram observados que o extrato de *C. prunifera* aplicado 24 horas antes - EA24 da inoculação do *P. psidii* reduziu 100% da podridão pós-colheita dos frutos de goiaba testados. Enquanto no tratamento ED24, onde o extrato *C. prunifera* foi aplicado 24 horas depois da inoculação de *P. psidii* reduziu 39,3% da podridão pós-colheita dos frutos de goiaba. No controle foram observadas as maiores lesões nos frutos de goiaba, com média de 47 mm de diâmetro. Dados similares foram encontrados por Andrade e Vieira, (2016) avaliando substâncias vegetais obtidos de capim limão no controle in vivo da antracnose do mamoeiro.

O extrato vegetal de *C. prunifera* apresentou eficiência no controle da doença de frutos de goiaba com efeito fungitóxico de *P. psidii* e pode ser utilizado como alternativa para o controle da podridão pós-colheita dos frutos de goiaba.

4. CONCLUSÕES

O levantamento realizado em frutos de goiaba obtidos na feira livre do município de Cocal- PI permitiu isolar *Pestalotiopsis*.

Os extratos vegetais das *Hymenaea courbaril*, *Luehea divaricata* e *Copernicia prunifera* em todas as concentrações testadas inibiram o crescimento de *Pestalotiopsis*.

O extrato vegetal de *C. prunifera* controlou a podridão pós-colheita de frutos de goiaba. O experimento evidencia que a podridão pós-colheita de frutos de goiaba, pode ser controlada, de forma eficaz por produtos alternativos considerados não tóxicos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, V. P. Botryosphaeriales endofíticos e fitopatogênicos causadores de podridões póscolheita em frutos de goiaba. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/>. 2015
Acesso em julho de 2021.
- ANDRADE, W. P.; VIEIRA, V. H. C. Efeito dos óleos essenciais sobre a antracnose in vitro e em frutos de mamoeiro. **Rev. Bras. Pl. Med**, v.18, n.1, supl. I, p.367-372, 2016.
- ATTIA, SABINE. et al. Chemical composition and acaricidal properties of *Deverra scoparia* essential oil (Araliales: Apiaceae) and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 104, n. 4, p. 1220-1228, 2011.
- BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotricum musae* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 5, p. 555–557, 2004.
- Barnett, H.L. & Hunter, B.B. 1972. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi**. Third Edition, Burgess Publishing Company, Minneapolis, 241p.
- F. C. ASSOLINI, A. M. TEDESCO, S. T. CARPES, C. FERRAZ, S. M. ALENCAR, **Brazilian**

Journal of Food Technology. v.9 n.3, p.6, 2006

FALLER, BRUNO. V; AMORIN, RHAYSSA D. S; OLIVEIRA, ISRAEL. D; JARDIM, ISELINO.N. Efeito da poda radicular e do hidrogel no crescimento de mudas de jatobá. **Nativa, Sinop**, v. 8, n. 4, p. 476-483, jul./ago. 2020.

FIGUEIREDO, M.B. Estudos sobre a aplicação do método de Castellani para conservação de fungos patógenos de plantas. **O Biológico**, v. 33, p. 9-13, 1967.

LAY-ANG, Giorgia. "Carnaúba"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/carnauba.htm>. Acesso em 07 de setembro de 2021.

IBF, INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. Açoita cavalo, acesso em: <https://www.ibflorestas.org.br/lista-de-especies-nativas/acoita-cavalo>. 2020.

NASCIMENTO, GABRIEL. V; SILVA, GESSICA MARIA; COSTA, PAULO. R. S. Ecologia política da carnaúba, **Caderno de Estudos Geoambientais CADEGEO**. v.10-11, n.01, dezembro de 2020.

OLIVEIRA, E. S. D.; VIANA, F. M. P. MARTINS, M. V. V. Alternatives to fungicides in the control of banana anthracnose. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 4, p. 340 - 350, 2016.

PEREIRA, V, F.; RESENDE, M. L. V.; MONTEIRO, A. C. A.; RIBEIRO JUNIOR, P.M.; REGINA, M. A.; MEDEIROS, F. C. L. Produtos alternativos na proteção da videira contra o míldio. **Pes. Agropec. Bras.**, Brasília, v.45, n.1, p. 25-31, 2010.

PEREIRA, VANESSA D. ABREU. *Botryosphaeriales endofíticos* e fitopatogênicos causadores de podridões pós colheita em frutos de goiaba. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais/2015.

PERUMAL, A. B.; SELLAMUTHU, P. S.; NAMBIAR, R. B.; SADIKU, E. R. Effects of essential oil vapour treatment on the postharvest disease control and different defence responses in two mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. **Food and Bioprocess Technology**, v. 10, n. 6, p. 1131-1141, 2017.

PINTO-ZEVALLOS, DELIA M.; ZARBIN, PAULO H. G. A química na agricultura: perspectivas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. **Química Nova**, v. 36, n. 10, p. 1509- 1513, 2013.

PIROVANI, VICTOR DIAS et al. **Manejo de Pragas para a Cultura do Morangueiro: Sem Resíduo de Agrotóxicos**. Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. 67p. 2015.

REINHARDT, DOMINGO HAROLDO. R. C et al. Desenvolvimento e sustentabilidade na fruticultura de exportação. **Tecnologias poupa-terra/2021**.

SANTOS, THAIS LOHAINE BRAGA dos et al. Phytochemical of Piper essential oil and acute toxicity against *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, n.4, p.484-489, 2017.

SILVA, D. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; FERREIRA, R. L. F.; RIBEIRO, S. A. L.; SILVA¹, R. S.; SILVA, N. M. Controle alternativo da antracnose em cebolinha orgânica cultivada em ambiente protegido e campo. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 3, p. 223 -228, 2017.

GUSMÃO, L.F.P.; MAIA, L.C. 2006. (eds.) Diversidade e caracterização dos fungos do semiárido brasileiro. v.2. Recife: Instituto do Milênio do Semi-árido, MCT/Associação Plantas do Nordeste.

SOUZA, LARISSA. NOGUEIRA de. Complexo pestalotioid associado a doenças em mangueiras e goiabeiras: abordagem filogenética e patogênica. **Universidade estadual paulista – UNESP campus de Jaboticabal/2017**.

SUSSEL, ANGELO. A. BARBOSA. Manejo de doenças fúngicas em goiaba e maracujá. **Embrapa Cerrados/ 2010**.

VIDAL, D. FATIMA. Produção comercial de frutas na área de atuação do BND. **Caderno setorialete**, a.6 n.168, junho/2021.

NASCIMENTO, GABRIEL. V; SLVA, GESSICA MARIA; COSTA, PAULO. R. S. Ecologia política da carnaúba, **Caderno de Estudos Geoambientais CADEGEO**. v.10-11, n.01, dezembro de 2020.