

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DO POTENCIAL ANTIFÚNGICO DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE *PENICILLIUM DIGITATUM*

**COMPARATIVE EVALUATION OF THE ANTIFUNGAL POTENTIAL OF PLANT
EXTRACTS AGAINST *PENICILLIUM DIGITATUM***

Ciências Biológicas, Ciências Agrárias • 05/09/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/788363684](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/788363684)

Lara Rauber Goulart¹

Pollyana Marques²

Leandro Marcelo Miglioretto³

Dioneia Schauben⁴

RESUMO

A laranja (*Citrus sinensis*) apresenta elevada importância econômica no Brasil e no mundo, sendo amplamente consumida e comercializada. Entretanto, perdas significativas ocorrem na fase pós-colheita, principalmente em decorrência da ação do fungo *Penicillium digitatum*, agente causal do bolor verde. O controle desse patógeno é realizado, em sua maioria, por meio de agroquímicos sintéticos, os quais, apesar de eficientes, podem causar impactos ambientais, riscos à saúde humana e favorecer a resistência de microrganismos. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficácia de métodos alternativos no controle do crescimento de *Penicillium digitatum* em laranjas. Para a condução do experimento, realizou-se inicialmente um levantamento de plantas com potencial antifúngico, seguido de revisão bibliográfica para seleção das espécies. Os extratos vegetais foram preparados em diferentes concentrações (5, 10, 15 e 20 gL⁻¹) e incorporados ao meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar). Posteriormente, o fungo foi inoculado em placas de Petri, as quais foram incubadas em estufa do tipo BOD. As avaliações do crescimento micelial foram realizadas a cada 48 horas, e os dados obtidos foram submetidos à análise estatística por meio do software SISVAR, com aplicação do teste de médias de Scott-Knott a 0,05% de significância. Os resultados demonstraram que a moringa (*Moringa oleifera* Lam.) e a goiaba-gema (*Psidium guajava* L.) apresentaram maior eficiência, promovendo aproximadamente 65% de inibição do crescimento micelial. Dessa forma, conclui-se que esses extratos e soluções de origem natural possuem potencial no controle de fungos fitopatogênicos, ressaltando a importância da realização de estudos futuros em condições de pós-colheita e em campo.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*; controle alternativo; pós-colheita.

ABSTRACT

Oranges (*Citrus sinensis*) are of great economic importance in Brazil and worldwide, being widely consumed and traded. However, significant post-harvest losses occur, primarily due to the fungus *Penicillium digitatum*, the causal agent of green mold. Control of this pathogen is predominantly achieved through synthetic agrochemicals; while efficient, these can cause environmental impacts, pose risks to human health, and foster microbial resistance. In this context, this study aimed to evaluate the efficacy of alternative methods for controlling *Penicillium digitatum* growth on oranges. The experiment began with a survey of plants with antifungal potential, followed by a literature review to select the species. Plant extracts were prepared at various concentrations (5, 10, 15, and 20 g L⁻¹) and incorporated into Potato Dextrose Agar (PDA) culture medium. Subsequently, the fungus was inoculated onto Petri dishes, which were incubated in a BOD-type incubator. Mycelial growth was assessed every 48 hours, and the data obtained were subjected to statistical analysis using SISVAR software, applying the Scott-Knott mean comparison test at a 0,05% significance level. The results showed that moringa (*Moringa oleifera* Lam.) and guava (*Psidium guajava* L.) were the most effective, inhibiting mycelial growth by approximately 65%. Thus, it is concluded that these extracts and solutions of natural origin have potential for controlling phytopathogenic fungi, highlighting the importance of future studies under both post-harvest and field conditions.

Keywords: *Citrus sinensis*; alternative control; post-harvest.

1. INTRODUÇÃO

A laranja (*Citrus sinensis*) destaca-se como uma das frutas mais consumidas mundialmente, sendo amplamente apreciada tanto in natura quanto na forma de sucos e derivados industrializados. Seu elevado valor nutricional, associado à presença de vitamina C, fibras e compostos bioativos com propriedades antioxidantes, contribui significativamente para a alimentação humana e para a promoção da saúde (Agrios, 2005). A citricultura possui expressiva importância econômica no cenário global, especialmente em regiões de clima tropical e subtropical. Nesse contexto, o Brasil ocupa posição de destaque, consolidando-se como o maior produtor mundial de laranja e líder na exportação de suco concentrado, sendo essa atividade fundamental para o agronegócio e para a geração de emprego e renda (FAO, 2025a; IBGE, 2023).

Apesar de sua relevância econômica, a produção e comercialização de laranjas enfrentam diversos desafios, sobretudo relacionados a problemas fitossanitários que comprometem a qualidade e a conservação dos frutos. Entre esses desafios, destacam-se as doenças pós-colheita, que representam uma das principais causas de perdas ao longo da cadeia produtiva. Dentre os patógenos mais importantes, o fungo *Penicillium digitatum* se sobressai como o agente etiológico do bolor verde, considerado a principal doença pós-colheita de frutos cítricos em nível mundial (Eckert; Brown, 1986; Benato et al., 2016).

O *P. digitatum* é um fungo oportunista que penetra nos frutos principalmente por meio de ferimentos na casca, ocorridos durante a colheita, transporte e manuseio. Após a infecção, o patógeno promove o desenvolvimento de lesões aquosas que evoluem rapidamente para áreas recobertas por uma massa de esporos de coloração verde, característica da doença. Essa elevada capacidade

de esporulação favorece a disseminação do fungo em ambientes de armazenamento, resultando na contaminação de frutos sadios e agravando as perdas (Agrios, 2005). Em condições favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, as perdas pós-colheita podem ser elevadas, comprometendo significativamente a qualidade e o valor comercial dos frutos (Bhatta, 2022).

O controle do bolor verde tem sido tradicionalmente realizado por meio da aplicação de fungicidas sintéticos no período pós-colheita, sendo o imazalil um dos compostos mais utilizados. Esses produtos apresentam eficiência no controle do patógeno; entretanto, seu uso contínuo e indiscriminado tem gerado uma série de preocupações. Entre os principais problemas associados ao uso de agroquímicos destacam-se a contaminação ambiental, a presença de resíduos químicos nos alimentos, os riscos à saúde humana e o desenvolvimento de resistência por parte dos microrganismos patogênicos (Palou et al., 2008). Além disso, há uma crescente pressão por parte de consumidores e mercados internacionais por produtos mais seguros e obtidos por meio de práticas agrícolas sustentáveis (Bautista-Baños et al., 2014).

Diante desse cenário, a busca por métodos alternativos e sustentáveis de controle do *Penicillium digitatum* tem se intensificado nas últimas décadas. Entre as principais estratégias estudadas, destacam-se o uso de extratos vegetais, óleos essenciais e compostos naturais com atividade antifúngica, os quais apresentam potencial para inibir o crescimento micelial e a germinação de esporos do patógeno. Além disso, o controle biológico, por meio da utilização de microrganismos antagonistas, como bactérias e leveduras, tem se mostrado uma alternativa

promissora, atuando na competição por nutrientes e na produção de substâncias inibidoras (Bautista-Baños et al., 2014).

Outras abordagens incluem métodos físicos, como tratamentos térmicos, uso de radiação ultravioleta e atmosferas modificadas, que contribuem para a redução da carga microbiana e o aumento da vida útil dos frutos (Palou et al., 2008). Essas técnicas, quando aplicadas de forma integrada, podem reduzir significativamente a dependência de agroquímicos, promovendo uma produção mais segura e ambientalmente responsável.

Dessa forma, a adoção de estratégias alternativas no controle do bolor verde em laranjas torna-se essencial não apenas para a redução das perdas pós-colheita, mas também para atender às demandas por sustentabilidade, segurança alimentar e preservação ambiental. Assim, o desenvolvimento e a aplicação de métodos naturais e eficientes representam um importante avanço para a citricultura moderna, contribuindo para a manutenção da qualidade dos frutos e para a sustentabilidade do sistema produtivo. Busca-se assim avaliar a eficácia de métodos alternativos e sustentáveis no controle do fungo *Penicillium digitatum* em laranjas, comparando seu desempenho com o uso de agroquímicos sintéticos, visando a redução de perdas pós-colheita e a promoção de práticas agrícolas mais sustentáveis.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Laranja

A laranja (*Citrus sinensis*) é uma das frutas cítricas mais consumidas no mundo, destacando-se tanto no consumo in natura quanto na forma de sucos industrializados. Seu elevado valor nutricional,

especialmente pela presença de vitamina C, fibras e compostos bioativos, contribui para sua ampla aceitação na dieta humana e para sua relevância no setor alimentício global (Agrios, 2005). Além disso, a fruta possui grande importância econômica, sendo uma das principais commodities agrícolas do comércio internacional.

No cenário mundial, a produção de laranjas é concentrada em regiões de clima tropical e subtropical, com destaque para países como Brasil, Estados Unidos, China, Índia e México. Esses países desempenham papel fundamental na cadeia produtiva citrícola, tanto no fornecimento da fruta fresca quanto na produção de suco concentrado, que representa uma das principais formas de comercialização no mercado internacional (FAO, 2025a). Entre eles, o Brasil se destaca como líder mundial na produção de laranja e na exportação de suco, especialmente oriundo do estado de São Paulo, que concentra grande parte da produção nacional voltada à indústria (IBGE, 2023).

No Brasil, a citricultura possui grande relevância socioeconômica, sendo responsável pela geração de empregos diretos e indiretos em toda a cadeia produtiva, desde o cultivo até o processamento industrial. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a produção nacional de laranja é uma das maiores do mundo, consolidando o país como referência global nesse setor (IBGE, 2023). A maior parte dessa produção é destinada à indústria de sucos, o que reforça a importância do Brasil no mercado internacional de derivados cítricos.

Além do consumo interno, a laranja brasileira possui forte presença no comércio exterior, especialmente na forma de suco concentrado congelado, que é amplamente exportado para mercados da Europa

e dos Estados Unidos. Essa posição de destaque é resultado de avanços tecnológicos na produção, manejo agrícola e processamento industrial, que garantem alta produtividade e competitividade no mercado global (FAO, 2025a; Agrios, 2005).

2.2. *Penicillium Digitatum*

O fungo *Penicillium digitatum* é considerado um dos principais agentes fitopatogênicos responsáveis por perdas pós-colheita em frutos cítricos, especialmente em laranjas. Esse microrganismo é o causador do bolor verde, uma doença que se desenvolve principalmente após a colheita, durante as etapas de transporte, armazenamento e comercialização dos frutos. Sua importância econômica é elevada, uma vez que pode comprometer grande parte da produção destinada ao consumo in natura e à indústria de sucos (Eckert; Brown, 1986; Agrios, 2005).

A infecção por *P. digitatum* ocorre predominantemente por meio de ferimentos na casca do fruto, que podem ser causados durante a colheita, manuseio inadequado, transporte ou ataques de insetos. O fungo não é capaz de penetrar em tecidos intactos, dependendo, portanto, de aberturas naturais ou danos físicos para iniciar o processo infeccioso. Após a entrada no hospedeiro, o patógeno encontra condições favoráveis de umidade e temperatura para seu desenvolvimento, especialmente em ambientes de armazenamento pós-colheita (Agrios, 2005).

O desenvolvimento da doença inicia-se com pequenas lesões de aspecto aquoso, que evoluem rapidamente para uma massa de micélio branco, seguida pela produção abundante de esporos de coloração verde característica. Essa alta capacidade de esporulação

favorece a disseminação do fungo para frutos sadios, principalmente em locais de armazenamento e transporte com ventilação inadequada, aumentando significativamente o índice de contaminação (Palou et al., 2008; Smilanick et al., 2009).

As perdas ocasionadas por *P. digitatum* podem ser bastante expressivas. Em condições favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, estima-se que as perdas pós-colheita em citros possam ultrapassar 30% da produção, podendo ser ainda maiores quando não há controle adequado ou quando há falhas no manejo pós-colheita (Eckert; Brown, 1986). Essas perdas representam impacto econômico significativo, afetando produtores, distribuidores e a indústria de processamento.

Além do impacto direto na redução da produção comercializável, o *P. digitatum* também contribui para o aumento do descarte de alimentos, gerando prejuízos ambientais e econômicos. Sua capacidade de resistência e rápida disseminação torna o controle da doença um desafio constante na citricultura moderna, exigindo estratégias eficientes de manejo integrado para minimizar os danos (Palou et al., 2008; Smilanick et al., 2009).

2.3. Agroquímico

O uso de agroquímicos na agricultura moderna é uma prática amplamente difundida em nível mundial, sendo fundamental para o controle de pragas, doenças e aumento da produtividade agrícola. Esses produtos incluem principalmente fungicidas, inseticidas e herbicidas, que desempenham papel importante na proteção das culturas e na garantia do abastecimento alimentar global. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, o

consumo de pesticidas tem aumentado ao longo das últimas décadas, acompanhando a intensificação dos sistemas agrícolas e a demanda crescente por alimentos (FAO, 2025b).

No contexto mundial, países com agricultura intensiva, como Estados Unidos, China, Índia e Brasil, estão entre os maiores consumidores de agroquímicos. Esse uso elevado está associado à necessidade de manter altas produtividades em grandes áreas cultivadas, muitas vezes em sistemas de monocultura, que favorecem a ocorrência de pragas e doenças. Embora esses produtos sejam eficientes no controle fitossanitário, seu uso excessivo ou inadequado pode gerar impactos ambientais significativos, como contaminação do solo, da água e perda de biodiversidade (Smilanick et al., 2009).

No Brasil, o uso de agroquímicos também é expressivo, especialmente em culturas de grande importância econômica, como soja, milho e citros. O país figura entre os maiores consumidores de defensivos agrícolas do mundo, o que reflete a alta produtividade do setor agrícola nacional e a forte dependência desses insumos para o controle de doenças e pragas (IBGE, 2023). Na citricultura, por exemplo, fungicidas sintéticos são amplamente utilizados no controle de doenças pós-colheita, como aquelas causadas por *Penicillium digitatum*, visando reduzir perdas durante o armazenamento e transporte (Eckert; Brown, 1986).

Apesar de sua eficiência, o uso contínuo de agroquímicos tem gerado preocupações crescentes relacionadas à saúde humana e ao meio ambiente. Entre os principais problemas associados estão a presença de resíduos químicos em alimentos, a contaminação de ecossistemas e o desenvolvimento de resistência por parte de

microrganismos e pragas, o que reduz a eficácia dos produtos ao longo do tempo (Palou et al., 2008). Além disso, há uma crescente pressão de consumidores e mercados internacionais por alimentos produzidos de forma mais sustentável e com menor dependência de insumos químicos sintéticos (Smilanick et al., 2009).

Diante desse cenário, observa-se uma tendência global de busca por estratégias de manejo integrado de pragas e doenças, que priorizem a redução do uso de agroquímicos e a adoção de práticas mais sustentáveis. Essas abordagens incluem o uso combinado de métodos biológicos, físicos e químicos em doses reduzidas, visando minimizar os impactos ambientais e garantir a segurança alimentar (FAO, 2025b; Palou et al., 2008).

2.4. Controle Alternativo

O controle alternativo de doenças pós-colheita em frutos cítricos, especialmente aquelas causadas por *Penicillium digitatum*, tem se tornado uma área de grande interesse científico devido às limitações do uso de agroquímicos sintéticos. Essas limitações incluem riscos ambientais, presença de resíduos químicos nos alimentos e desenvolvimento de resistência por parte dos patógenos, o que impulsiona a busca por estratégias mais sustentáveis e seguras (Palou et al., 2008; Smilanick et al., 2009).

Entre as principais abordagens alternativas, destacam-se os métodos físicos de controle, como o uso de tratamento térmico, radiação ultravioleta e atmosferas modificadas. Esses métodos atuam diretamente na redução da carga microbiana presente na superfície dos frutos, dificultando o desenvolvimento de patógenos sem deixar resíduos químicos. Além disso, quando aplicados de

forma combinada, podem aumentar significativamente a vida útil dos frutos e reduzir perdas pós-colheita (Palou et al., 2008).

Outra estratégia amplamente estudada é o controle biológico, que utiliza microrganismos antagonistas, como leveduras e bactérias, capazes de competir com o patógeno por nutrientes e espaço, além de produzirem substâncias antifúngicas naturais. Essa abordagem tem se mostrado promissora no manejo de doenças pós-colheita de citros, apresentando eficiência comparável a alguns tratamentos químicos em determinadas condições (Smilanick et al., 2009).

Além dos métodos biológicos e físicos, também se destacam os tratamentos naturais com compostos de origem vegetal, como óleos essenciais e extratos vegetais, que possuem ação antifúngica comprovada em diversos estudos. Esses compostos podem inibir o crescimento micelial e a germinação de esporos de *P. digitatum*, contribuindo para a redução da incidência da doença de forma sustentável (Palou et al., 2008).

Dessa forma, o manejo alternativo de doenças pós-colheita em citros representa uma estratégia essencial para a redução do uso de agroquímicos, promovendo maior segurança alimentar e menor impacto ambiental. A integração dessas técnicas dentro de sistemas de manejo integrado de doenças é considerada o caminho mais eficiente para garantir a qualidade dos frutos e a sustentabilidade da produção citrícola (Smilanick et al., 2009; Palou et al., 2008).

3. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 41 tratamentos, compostos por um controle (água destilada) e dez espécies vegetais, inicialmente, realizou-se

um levantamento do conhecimento empírico acerca de plantas com potencial ação antifúngica. Posteriormente, foi conduzida uma revisão bibliográfica com o objetivo de identificar estudos científicos relacionados às espécies mencionadas, bem como sua possível atividade antifúngica contra fungos associados à laranja. Foram utilizadas no experimento as seguintes espécies vegetais: goiaba-gema (*Psidium guajava* L.), crotalária (*Crotalaria juncea* L.), amora (*Morus nigra* L.), jasmim-do-Caribe (*Plumeria pudica* Jacq.), uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess.), calabura (*Muntingia calabura* L.), sagu-de-jardim (*Cycas revoluta* Thunb.), canelinha (*Nectandra megapotamica*), cabeludinha (*Myrciaria glazioviana*) e moringa (*Moringa oleifera* Lam.), sendo cada uma delas com 5 repetições para validação dos dados estatísticos.

A partir dessa análise, constatou-se que as espécies selecionadas ainda não haviam sido amplamente investigadas quanto ao seu potencial antifúngico frente a esses patógenos. Os extratos vegetais foram então preparados nas concentrações de 5, 10, 15 e 20g para 1 litro de água, originando os respectivos tratamentos experimentais.

Tabela 1. Plantas utilizadas para o preparo dos extratos vegetais.

TRATAMENTO	EXTRATO VEGETAL	CONCENTRAÇÃO
T1	CONTROLE - ÁGUA	0 gL ⁻¹
T2	Goiaba-gema (<i>Psidium guajava</i> L.)	5 gL ⁻¹
T3	Goiaba-gema (<i>Psidium guajava</i> L.)	10 gL ⁻¹
T4	Goiaba-gema (<i>Psidium guajava</i> L.)	15 gL ⁻¹
T5	Goiaba-gema (<i>Psidium guajava</i> L.)	20 gL ⁻¹

T6	Crotalária (<i>Crotalaria juncea</i> L.)	5 gL ⁻¹
T7	Crotalária (<i>Crotalaria juncea</i> L.)	10 gL ⁻¹
T8	Crotalária (<i>Crotalaria juncea</i> L.)	15 gL ⁻¹
T9	Crotalária (<i>Crotalaria juncea</i> L.)	20 gL ⁻¹
T10	Amora (<i>Morus nigra</i> L.)	5 gL ⁻¹
T11	Amora (<i>Morus nigra</i> L.)	10 gL ⁻¹
T12	Amora (<i>Morus nigra</i> L.)	15 gL ⁻¹
T13	Amora (<i>Morus nigra</i> L.)	20 gL ⁻¹
T14	Jasmim-do-Caribe (<i>Plumeria pudica</i> Jacq.)	5 gL ⁻¹
T15	Jasmim-do-Caribe (<i>Plumeria pudica</i> Jacq.)	10 gL ⁻¹
T16	Jasmim-do-Caribe (<i>Plumeria pudica</i> Jacq.)	15 gL ⁻¹
T17	Jasmim-do-Caribe (<i>Plumeria pudica</i> Jacq.)	20 gL ⁻¹
T18	Uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.)	5 gL ⁻¹
T19	Uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.)	10 gL ⁻¹
T20	Uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.)	15 gL ⁻¹
T21	Uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.)	20 gL ⁻¹
T22	Calabura (<i>Muntingia calabura</i> L.)	5 gL ⁻¹
T23	Calabura (<i>Muntingia calabura</i> L.)	10 gL ⁻¹
T24	Calabura (<i>Muntingia calabura</i> L.)	15 gL ⁻¹
T25	Calabura (<i>Muntingia calabura</i> L.)	20 gL ⁻¹

T26	Sagu-de-jardim (<i>Cycas revoluta</i> Thunb.)	5 gL ⁻¹
T27	Sagu-de-jardim (<i>Cycas revoluta</i> Thunb.)	10 gL ⁻¹
T28	Sagu-de-jardim (<i>Cycas revoluta</i> Thunb.)	15 gL ⁻¹
T29	Sagu-de-jardim (<i>Cycas revoluta</i> Thunb.)	20 gL ⁻¹
T30	Canelinha (<i>Nectandra megapotamica</i>)	5 gL ⁻¹
T31	Canelinha (<i>Nectandra megapotamica</i>)	10 gL ⁻¹
T32	Canelinha (<i>Nectandra megapotamica</i>)	15 gL ⁻¹
T33	Canelinha (<i>Nectandra megapotamica</i>)	20 gL ⁻¹
T34	Cabeludinha (<i>Myrciaria glazioviana</i>)	5 gL ⁻¹
T35	Cabeludinha (<i>Myrciaria glazioviana</i>)	10 gL ⁻¹
T36	Cabeludinha (<i>Myrciaria glazioviana</i>)	15 gL ⁻¹
T37	Cabeludinha (<i>Myrciaria glazioviana</i>)	20 gL ⁻¹
T38	Moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)	5 gL ⁻¹
T39	Moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)	10 gL ⁻¹
T40	Moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)	15 gL ⁻¹
T41	Moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)	20 gL ⁻¹

Fonte: Pollyana Marques (2026).

Após a seleção, as plantas foram submetidas ao processo de desidratação em forno a 40 °C. Em seguida, o material vegetal foi pesado nas concentrações previamente estabelecidas (5,10,15 e 20 g). Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em garrafas PET, sendo adicionada água destilada com auxílio de pipeta. Após esse procedimento, os recipientes foram devidamente identificados, vedados e armazenados em local protegido da luz por um período de sete dias, para a obtenção dos extratos.

Figura 1, 2 e 3: Aluna realizando a desidratação das plantas; / Plantas pesadas; / Aluna preparando as garrafinhas.



Fonte: Dionéia Schauren/ Pollyana Marques/ Leandro Marcelo Miglioretto.

Decorrido esse período, iniciou-se o preparo do meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar). Inicialmente, as batatas foram pesadas, picadas e trituradas em liquidificador. Em seguida, o material foi transferido para um recipiente, ao qual se adicionou água destilada, sendo levado ao aquecimento até o cozimento. Após esse processo, as batatas foram maceradas e filtradas. O caldo obtido foi novamente aquecido até atingir aproximadamente 70 °C, momento em que foram adicionados dextrose e ágar.

Após o preparo do meio BDA, este foi transferido para frascos Erlenmeyer, sendo realizada, na sequência, a adição dos extratos

vegetais. Os frascos foram vedados e submetidos à autoclavagem.

Figura 4/5: Pipetagem dos extratos vegetais;/ Frascos já preparados.



Fonte: Dionéia Schauren/ Pollyana Marques/ Leandro Marcelo Miglioretto.

Paralelamente, as placas de Petri foram embaladas e também esterilizadas em autoclave.

Figura 6. Placas embaladas.

Após a esterilização, os materiais foram manipulados próximos a uma fonte de calor, visando reduzir riscos de contaminação. Na sequência, as placas foram identificadas e o meio de cultura contendo os extratos foi vertido em seu interior, permanecendo em repouso até atingir a temperatura ambiente

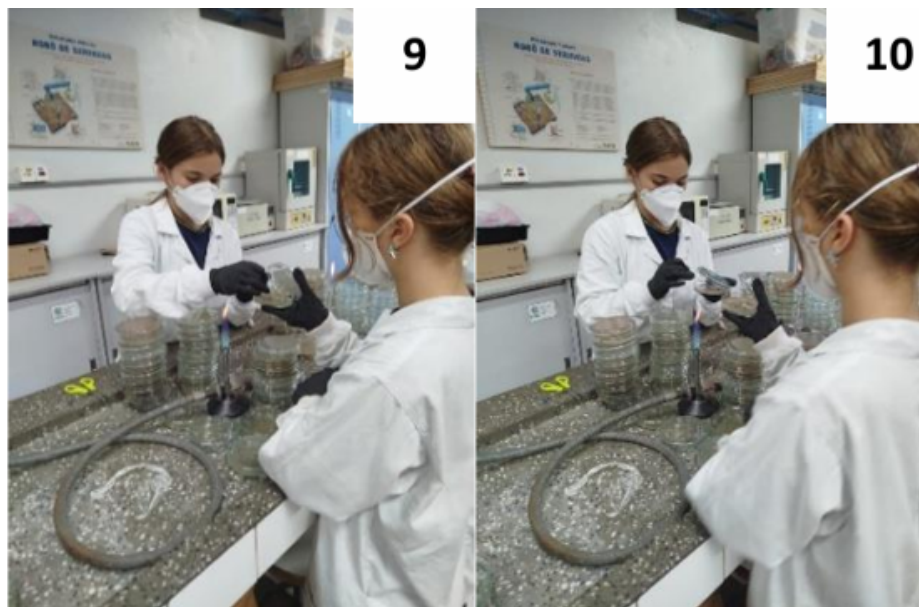
Figura 7/8: Identificação das placas;/ Vertimento do meio de cultura nas placas.



Fonte: Dionéia Schahren/ Dionéia Schahren.

Após a solidificação do meio, realizou-se a inoculação do fungo com auxílio de instrumento apropriado. Em seguida, as placas foram devidamente acondicionadas e transferidas para incubação em estufa do tipo BOD.

Figura 9/10: Inoculação do fungo nas placas.



Fonte: Dionéia Schahren/ Dionéia Schahren.

O crescimento micelial dos fungos foi acompanhado visualmente até que se constatasse o total preenchimento de uma das placas de Petri pelo fungo, critério estabelecido para o encerramento do experimento. Esse ponto foi atingido no sétimo dia após a inoculação, no tratamento T10 (amora). Nesse momento, procedeu-

se à mensuração do diâmetro das colônias de todos os tratamentos, com o auxílio de um paquímetro, sendo os dados obtidos devidamente tabelados.

Os dados obtidos foram organizados e submetidos à análise estatística por meio do software SISVAR, aplicando-se o teste de médias de Scott-Knott ao nível de 0,05% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos neste estudo indicam que os extratos vegetais avaliados apresentam potencial no controle do fungo *Penicillium digitatum*, agente causal do bolor verde em laranjas. Entre as espécies analisadas, destacaram-se a moringa (*Moringa oleifera* Lam.) e a goiaba-gema (*Psidium guajava* L.), as quais apresentaram maior capacidade de inibição do crescimento micelial do fungo como mostra a tabela 2. Esse desempenho sugere a presença de compostos bioativos com ação antifúngica relevante, capazes de interferir diretamente no desenvolvimento do patógeno.

Tabela 2. Resultados obtidos.

Tratamentos	Médias	Resultados do Teste	Porcentagem de Inibição
T40 - Moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)	1,41	A	67,80%
T3 - Goiaba-gema (<i>Psidium guajava</i> L.)	1,61	A	63,24%
T15 - Jasmim-do-Caribe (<i>Plumeria pudica</i> Jacq.)	1,82	A	58,44%

T21 - Uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.)	1,87	A	57,30%
T4 - Goiaba-gema (<i>Psidium guajava</i> L.)	1,91	A	56,39%
T17 - Jasmim-do-Caribe (<i>Plumeria pudica</i> Jacq.)	1,94	A	55,70%
T36 - Cabeludinha (<i>Myrciaria glazioviana</i>)	2,07	A	52,73%
T6 - Crotalária (<i>Crotalaria juncea</i> L.)	2,16	A	50,68%
T37 - Cabeludinha (<i>Myrciaria glazioviana</i>)	2,26	B	48,40%
T16 - Jasmim-do-Caribe (<i>Plumeria pudica</i> Jacq.)	2,42	B	44,74%
T5 - Goiaba-gema (<i>Psidium guajava</i> L.)	2,42	B	44,74%
T18 - Uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.)	2,44	B	44,29%
T2 - Goiaba-gema (<i>Psidium guajava</i> L.)	2,45	B	44,06%
T27 - Sagu-de-jardim (<i>Cycas revoluta</i> Thunb.)	2,53	B	42,23%
T25 - Calabura (<i>Muntingia calabura</i> L.)	2,77	B	36,75%
T19 - Uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.)	2,80	B	36,07%
T41 - Moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)	2,81	B	35,84%
T34 - Cabeludinha (<i>Myrciaria glazioviana</i>)	2,83	B	35,38%

T20 - Uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.)	2,88	B	34,24%
T30 - Canelinha (<i>Nectandra megapotamica</i>)	2,95	B	32,64%
T38 - Moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)	2,95	B	32,64%
T39 - Moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)	3,02	B	31,05%
T22 - Calabura (<i>Muntingia calabura</i> L.)	3,19	C	27,16%
T29 - Canelinha (<i>Nectandra megapotamica</i>)	3,20	C	26,94%
T32 - Canelinha (<i>Nectandra megapotamica</i>)	3,23	C	26,25%
T26 - Sagu-de-jardim (<i>Cycas revoluta</i> Thunb.)	3,42	C	21,91%
T24 - Calabura (<i>Muntingia calabura</i> L.)	3,57	C	18,49%
T23 - Calabura (<i>Muntingia calabura</i> L.)	3,82	C	12,78%
T33 - Canelinha (<i>Nectandra megapotamica</i>)	4,04	C	07,76%
T14 - Jasmim-do-Caribe (<i>Plumeria pudica</i> Jacq.)	4,31	C	01,59%
T28 - Sagu-de-jardim (<i>Cycas revoluta</i> Thunb.)	4,34	C	00,91%

T11 - Amora (Morus nigra L.)	4,38	D	0%
T 1 - CONTROLE	4,38	D	0%
T12 - Amora (Morus nigra L.)	4,57	D	+04,33%
T31 - Canelinha (Nectandra megapotamica)	4,69	D	+07,07%
T7 - Crotalária (Crotalaria juncea L.)	4,87	D	+11,18%
T35 - Cabeludinha (Myrciaria glazioviana)	5,10	D	+16,43%
T8 - Crotalária (Crotalaria juncea L.)	5,22	D	+19,17%
T13 - Amora (Morus nigra L.)	5,29	D	+20,77%
T9 - Crotalária (Crotalaria juncea L.)	6,92	D	+57,99%
T10 - Amora (Morus nigra L.)	7,84	D	+78,99%

Fonte: Lara Rauber (2026).

A eficiência observada pode estar associada à presença de metabólitos secundários, como compostos fenólicos, flavonoides e taninos, amplamente reconhecidos por sua atividade antimicrobiana. Estudos relatam que extratos vegetais apresentam potencial significativo na inibição do crescimento de fungos fitopatogênicos, reforçando sua aplicação como alternativa ao uso de fungicidas sintéticos (Garcia et al., 2010; Santos et al., 2024).

Ao comparar os resultados deste estudo com a literatura científica, observa-se concordância quanto ao potencial antifúngico de extratos vegetais em condições *in vitro*. Pesquisas demonstram que compostos naturais podem atuar como agentes fungistáticos, reduzindo o crescimento micelial e a esporulação de diferentes patógenos, o que contribui para o manejo sustentável de doenças agrícolas (Cristofoli et al., 2025). Nesse sentido, os resultados obtidos para moringa e goiaba-gema corroboram tais achados, evidenciando maior eficiência em relação às demais espécies avaliadas.

Por outro lado, verificou-se que alguns tratamentos apresentaram menor eficiência no controle do crescimento do fungo, o que pode estar relacionado à baixa concentração de compostos ativos ou à menor interação desses compostos com o patógeno estudado. Esse comportamento também é relatado na literatura, onde a atividade antifúngica de extratos vegetais pode variar conforme a espécie vegetal, o método de extração e a concentração utilizada (Garcia et al., 2010).

Além disso, estudos apontam que a eficácia de extratos vegetais pode ser influenciada por fatores como a solubilidade dos compostos bioativos e sua estabilidade, o que pode explicar as diferenças observadas entre os tratamentos (Santos et al., 2024). Dessa forma, a padronização dos métodos de extração e aplicação é fundamental para garantir resultados mais consistentes.

Embora os resultados obtidos sejam promissores, ressalta-se que os ensaios foram realizados em condições laboratoriais (*in vitro*), o que pode diferir das condições reais de armazenamento e comercialização dos frutos. Assim, torna-se necessária a realização

de estudos adicionais em condições pós-colheita, a fim de validar a aplicabilidade prática desses extratos (Cristofoli et al., 2025).

Dessa forma, os dados obtidos reforçam o potencial dos extratos vegetais como alternativa sustentável no controle de *Penicillium digitatum*, contribuindo para a redução do uso de agroquímicos e para o desenvolvimento de práticas agrícolas mais seguras e ambientalmente responsáveis.

5. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que os extratos vegetais avaliados apresentam potencial no controle do fungo *Penicillium digitatum*, agente causal do bolor verde em laranjas. Entre as espécies analisadas, destacaram-se a moringa (*Moringa oleifera* Lam.) e a goiaba-gema (*Psidium guajava* L.), as quais demonstraram maior eficiência na inibição do crescimento micelial, indicando a presença de compostos com atividade antifúngica relevante.

A análise dos dados permite inferir que métodos alternativos, como o uso de extratos vegetais, podem representar uma estratégia promissora para a redução do uso de agroquímicos sintéticos no controle de doenças pós-colheita. Essa abordagem contribui não apenas para a diminuição de impactos ambientais, mas também para a promoção de maior segurança alimentar e sustentabilidade na cadeia produtiva da citricultura.

Entretanto, ressalta-se que os ensaios foram conduzidos em condições laboratoriais, sendo necessária a realização de estudos complementares em condições reais de pós-colheita, a fim de validar a eficácia dos extratos em escala prática. Além disso,

investigações futuras devem considerar a padronização dos métodos de extração, bem como a identificação dos compostos bioativos responsáveis pela atividade antifúngica observada.

Dessa forma, conclui-se que os extratos vegetais apresentam potencial como alternativa sustentável no manejo de *Penicillium digitatum*, podendo contribuir para o desenvolvimento de estratégias mais seguras, eficientes e ambientalmente responsáveis no controle de doenças pós-colheita em citros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, George N. Plant pathology. 5. ed. **San Diego: Elsevier Academic Press**, 2005.

BAUTISTA-BAÑOS, Sergio; SIVAKUMAR, D.; BELLO-PÉREZ, L. A.; VILLANUEVA-ARCE, R.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M. A review of the management alternatives for controlling fungi on papaya fruit during the postharvest supply chain. **Crop Protection**, v. 62, p. 1–8, 2014.

BENATO, E. A.; BELLETTI, T. C.; TERAPO, D.; FRANCO, D. A. S. Controle de *Penicillium digitatum* em laranja pós-colheita com uso de óleos essenciais e outros métodos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 48.; CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA PÓS-COLHEITA, 2., 2015, São Pedro, SP. **Fitopatologia de precisão: fronteiras da ciência: anais. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2016**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1073118/controle-de-penicillium-digitatum-em-laranja-pos-colheita-com-uso-de-oleos-essenciais-e-outros-metodos>. Acesso em: 17 ago. 2026.

BHATTA, U. K. Alternative Management Approaches of Citrus Diseases Caused by *Penicillium digitatum* (Green Mold) and *Penicillium italicum* (Blue Mold). **Frontiers in Plant Science**, v. 12, 833328, 2022. DOI: 10.3389/fpls.2021.833328.

CRISTOFOLI, G.; CARDOSO, F.; ANDRADE, G. S. Uso de extratos vegetais no controle in vitro de *Monilinia fructicola*, agente causal da podridão parda do pessegueiro. **Agri-Environmental Sciences**, v. 11, n. 1, p. 1-11, 2025. DOI: <https://doi.org/10.36725/agries.v11i1.10214>. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/agri-environmental-sciences/article/view/10214>.

ECKERT, J. W.; BROWN, G. E. Postharvest citrus diseases and their control. In: WARDOWSKI, W. F.; NAGY, S.; GRIERSON, W. (ed.). Fresh citrus fruits. **Westport: AVI Publishing**, 1986. p. 315–360.

FAO. **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**. Agricultural production statistics 2010–2024. Rome: FAO, 2025a. Disponível em: <https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/agricultural-production-statistics-2010-2024/en>. Acesso em: 17 ago. 2026.

FAO. **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**. Pesticides use and trade. 1990–2023. Rome: FAO, 2025b. Disponível em: <https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/pesticides-use-and-trade-1990-2023/>. Acesso em: 17 ago. 2026.

GARCIA, R. A. et al. Atividade antifúngica de óleos e extratos vegetais sobre *Sclerotinia sclerotiorum*. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 1, p. 48–53, 2010.

IBGE. Indicadores de uso de insumos agrícolas e Produção Agrícola Municipal (PAM). **Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 abr. 2026.

PALOU, L.; SMILANICK, J. L.; DROBY, S. Alternatives to conventional fungicides for the control of citrus postharvest green and blue molds. **Stewart Postharvest Review**, v. 4, n. 2, p. 1-16, 2008. DOI: <https://doi.org/10.2212/spr.2008.2.2>.

SANTOS, A. K. A. et al. Atividade antifúngica de extratos vegetais alcoólicos sobre fitopatógenos. **Revista Sustinere**, v. 12, n. 1, 2024.

SMILANICK, J. L.; PALOU, L.; MARGOSAN, D. A.; DROBY, S. Postharvest citrus disease management: current status and future needs. **Annual Review of Phytopathology**, v. 47, p. 311–343, 2009. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.47.040408.132400>

¹ Discente. Colégio Estadual Jardim Porto Alegre. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Discente. Colégio Estadual Jardim Porto Alegre. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Agente Educacional. Colégio Estadual Jardim Porto Alegre. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁴ Agente Educacional. Colégio Estadual Jardim Porto Alegre. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

