

**POTENCIAL ANTIFÚNGICO
DE EXTRATOS DE PLANTAS
SUCULENTAS EM
DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES SOBRE
PENICILLIUM DIGITATUM,
CAUSADOR DO BOLOR
VERDE EM LARANJA
(CITRUS SINENSIS)**

**ANTIFUNGAL POTENTIAL OF SUCCULENT PLANT EXTRACTS AT
DIFFERENT CONCENTRATIONS AGAINST PENICILLIUM DIGITATUM, THE
CAUSATIVE AGENT OF GREEN MOLD IN ORANGES (CITRUS SINENSIS)**

Ciências Biológicas, Ciências Agrárias • 29/10/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/793242778](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/793242778)

Isaura Vieira Barboza¹

Emanoely Loeblein de Sousa²

Leandro Marcelo Miglioretto³

Dionéia Schauren⁴

RESUMO

O controle do bolor verde, causado por *Penicillium digitatum* em laranja (*Citrus sinensis*), depende em grande medida de fungicidas sintéticos, o que estimula a busca por alternativas. Este estudo avaliou, em condições *in vitro*, o efeito de extratos aquosos de plantas com características suculentas sobre o crescimento micelial do fungo. O experimento foi conduzido em Toledo, Paraná, em 2019, em duas etapas, com nove e seis espécies vegetais, respectivamente. Os extratos foram preparados com material *in natura* em quatro concentrações (25, 50, 75 e 100 gramas por litro) e incorporados ao meio batata-dextrose-ágar. As placas foram inoculadas e incubadas a 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas, por dez dias, e o crescimento foi medido a cada 48 horas. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott. Na primeira etapa, 13 tratamentos reduziram o crescimento do fungo, e o extrato de *Cereus jamacaru* a 75 g/L alcançou 52,38% de inibição. Na segunda etapa, sete tratamentos reduziram o crescimento, e os extratos de *Plectranthus amboinicus* a 75 e 100 g/L e de *Plumeria pudica* a 25 g/L alcançaram inibições de 57,06%, 75,23% e 63,07%, respectivamente. O efeito variou conforme a espécie e a concentração. Os resultados indicam o potencial de alguns extratos como alternativa para o controle de *P. digitatum in vitro*, e estudos com frutos, caracterização química e avaliação de segurança permanecem necessários.

Palavras-chave: Bolor verde; Controle alternativo; Extratos vegetais; Plantas suculentas.

ABSTRACT

The control of green mold, caused by *Penicillium digitatum* on orange (*Citrus sinensis*), relies largely on synthetic fungicides, which encourages the search for alternatives. This study evaluated, under

in vitro conditions, the effect of aqueous extracts of plants with succulent characteristics on the mycelial growth of the fungus. The experiment was conducted in Toledo, Paraná, Brazil, in 2019, in two stages, with nine and six plant species, respectively. The extracts were prepared from fresh plant material at four concentrations (25, 50, 75, and 100 grams per liter) and incorporated into potato-dextrose-agar medium. The plates were inoculated and incubated at 25 °C, with a 12-hour photoperiod, for ten days, and growth was measured every 48 hours. Means were compared using the Scott-Knott test. In the first stage, 13 treatments reduced fungal growth, and the *Cereus jamacaru* extract at 75 g/L reached 52.38% inhibition. In the second stage, seven treatments reduced growth, and the extracts of *Plectranthus amboinicus* at 75 and 100 g/L and of *Plumeria pudica* at 25 g/L reached inhibition rates of 57.06%, 75.23%, and 63.07%, respectively. The effect varied according to plant species and concentration. The results indicate the potential of some extracts as an alternative for controlling *P. digitatum in vitro*, and studies with fruit, chemical characterization, and safety assessment remain necessary.

Keywords: Green mold; Alternative control; Plant extracts; Succulent plants.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna recorre a agroquímicos e defensivos agrícolas para reduzir as perdas causadas por pragas, doenças e plantas daninhas e, assim, aumentar a produtividade de alimentos. Contudo, o uso intensivo desses produtos pode favorecer a resistência dos patógenos, prejudicar a saúde de humanos e de animais e causar desequilíbrio biológico (Stangarlin et al., 1999). Também representa

risco à qualidade dos alimentos e à saúde tanto de aplicadores quanto de consumidores (Paraná, 2007).

A citricultura ilustra bem esse cenário. O Brasil é o maior produtor e exportador de suco de laranja, e grande parte da produção segue para o mercado externo, com frequência na forma de suco concentrado congelado. Na safra 2025/26, a produção brasileira de laranja foi projetada em cerca de 330 milhões de caixas de 40,8 kg (aproximadamente 13,5 milhões de toneladas), e cerca de 20% da produção é comercializada como fruta fresca (USDA, 2026). A produção e a comercialização de citros, entretanto, são afetadas por doenças que ocorrem principalmente no período pós-colheita, o que torna relevante a busca por métodos de controle que reduzam a dependência de fungicidas sintéticos.

A laranja, rica em vitaminas, é um alimento muito comum no Brasil e um produto de exportação para vários países. Entre as doenças que a afetam, destaca-se o bolor verde, causado pelo fungo *Penicillium digitatum* Sacc., que provoca consistência amolecida e putrefata no tecido contaminado. O fungo infecta os frutos pelo ar e por fissuras na casca, e a maior parte das contaminações ocorre nos processos pós-colheita (Laranjeira et al., 2002). Algumas espécies do gênero *Penicillium* também causam perdas em outros alimentos, como o limão.

Por outro lado, cactáceas, apocináceas e outras plantas com características suculentas são conhecidas por seu uso medicinal tradicional, inclusive para cicatrização e para o tratamento de diversas patologias. O mandacaru (*Cereus jamacaru*), por exemplo, é utilizado popularmente como recurso terapêutico no controle da sífilis e do diabetes, entre outras doenças (Albuquerque et al., 2007).

Apesar disso, são escassos os trabalhos sobre o potencial antifúngico dessas plantas contra patógenos vegetais. Neste estudo, o termo "plantas com características suculentas" abrange espécies de diferentes famílias botânicas, como Cactaceae, Crassulaceae, Apocynaceae e Lamiaceae. A hortelã-gorda (*Plectranthus amboinicus*), por exemplo, pertence à família Lamiaceae, mas apresenta folhas carnosas e hábito suculento.

Diante desse quadro, formula-se a seguinte questão: extratos de cactáceas, apocináceas e outras plantas com características suculentas inibem, total ou parcialmente, o crescimento de *P. digitatum in vitro* e podem ser considerados candidatos a alternativas aos defensivos químicos? A pesquisa se justifica porque algumas espécies dessas famílias têm uso medicinal tradicional, o que motivou testá-las contra o fungo causador do bolor verde da casca da laranja. O estudo foi realizado exclusivamente *in vitro* e teve como finalidade inicial verificar se os extratos apresentavam efeito inibitório sobre o crescimento micelial de *P. digitatum*. Eventual aplicação em frutos, em condições de pós-colheita ou de campo, deverá ser investigada em estudos posteriores.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações de extratos aquosos *in natura* de plantas com características suculentas sobre o crescimento micelial de *P. digitatum*, a fim de identificar candidatos a métodos alternativos de controle. Nas seções seguintes, apresentam-se a fundamentação teórica, a metodologia, os resultados com sua discussão e as considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU REVISÃO DA LITERATURA

2.1. A Laranja e o Bolor Verde

A laranja contém muitos nutrientes e traz diversos benefícios à saúde. Entre eles, destaca-se a vitamina C, que, por sua característica antioxidante, desempenha variadas atividades no metabolismo humano, participa da biossíntese do colágeno, da carnitina e de neurotransmissores e se associa à redução do risco de doenças como o câncer e as doenças cardiovasculares (Padayatty et al., 2003; Silalahi, 2002; Siqueira; Abdalla; Ferreira, 2006). Ramírez e Hübscher (2011) afirmam que todas as partes comestíveis da laranja trazem benefícios e que a inclusão da laranja como alimento funcional poderia contribuir principalmente para a população de baixa renda, por ser uma opção de baixo custo e boa aceitação no mercado.

Um dos principais problemas da citricultura é a contaminação por *P. digitatum*, que pode resultar em perdas de grande parte da produção e gerar prejuízos econômicos, uma vez que os citros estão entre os produtos mais exportados pelo Brasil. O bolor verde é a principal doença pós-colheita dos frutos cítricos em todo o mundo (Holmes; Eckert, 1999; Palou; Smilanick; Droby, 2008).

Os tratamentos químicos, em pré e pós-colheita, são amplamente utilizados no manejo da doença. Entretanto, o uso contínuo de um mesmo grupo de fungicidas pode selecionar isolados resistentes do patógeno. A ocorrência de isolados de *P. digitatum* resistentes a fungicidas pós-colheita amplamente usados, como o tiabendazol e o imazalil, está documentada em levantamentos de sensibilidade realizados em casas de embalagem de citros (Holmes; Eckert, 1999), e o manejo desses isolados motivou a introdução de novos princípios ativos, como azoxistrobina, fludioxonil e pirimetanil (Kanetis; Förster; Adaskaveg, 2007). No Brasil, em casas de

embalagem do estado de São Paulo, 39% dos isolados de *P. digitatum* foram resistentes ao tiabendazol e 1% ao imazalil (Fischer et al., 2009 *apud* Bender; Bender, 2023). Durante anos, apenas duas moléculas estiveram registradas para uso pós-colheita em citros no país, e somente em 2020 foi concluído o registro de uma formulação de azoxistrobina com fludioxonil (Bender; Bender, 2023).

Por isso, pesquisam-se alternativas que reduzam o uso de fungicidas, com resultados promissores no controle de vários fitopatógenos. Dá-se enfoque ao controle biológico e ao uso de extratos de plantas, de produtos alimentares, de aditivos, de resíduos da produção de alimentos e de conservantes alimentares no controle de doenças de plantas em geral (Bhatta, 2022; Palou; Smilanick; Droby, 2008).

Segundo a literatura, os agentes de biocontrole em pós-colheita normalmente não têm ação curativa, mas protegem os frutos contra novas infecções, o que torna necessário associar outros métodos de controle para alcançar sucesso prático no combate à doença (Palou; Smilanick; Droby, 2008).

2.2. Controle Alternativo e Potencial das Cactáceas

Forner et al. (2012) estudaram o combate ao *P. digitatum* e concluíram que os agentes de biocontrole testados não surtiram efeitos satisfatórios, ao passo que o tratamento térmico reduziu tanto o bolor quanto a possibilidade de ocorrência de outras doenças. Já Rossarolla et al. (2012) concluíram que a aplicação de ácido salicílico em pré-colheita confere maior resistência dos frutos ao ataque do fungo.

Quanto às cactáceas, Davet (2005) relatou que extratos *in natura* de partes de *C. jamacaru* apresentaram atividade antimicrobiana contra os microrganismos testados. Medeiros (2011), por sua vez, não observou alterações dignas de nota nos animais que receberam extratos etanólicos da mesma planta. Contudo, estudo posterior com extrato etanólico dos cladódios em ratos indicou potencial genotóxico intrínseco significativo (Medeiros et al., 2019). Esse resultado, obtido com extrato etanólico e em ratos, não permite concluir que o extrato aquoso usado neste trabalho seja seguro para aplicação em alimentos, para animais ou para o ambiente, o que exige ensaios toxicológicos específicos. Ainda assim, apesar do número reduzido de estudos, *C. jamacaru* merece ser investigada como possível alternativa de controle.

Além disso, em trabalho com moradores do sertão baiano, Andrade, Marques e Zappi (2006) constataram que várias espécies de cactos, como *Opuntia ficus-indica* e *C. jamacaru*, são usadas pela população local para tratar doenças como infecção urinária, gripe, problemas renais, dor abdominal, reumatismo e sífilis, entre outras. Revisão recente descreve a composição química, o valor nutracêutico e as propriedades biofarmacológicas de diversas cactáceas (Das et al., 2021). O uso medicinal tradicional, porém, não comprova atividade antifúngica contra fitopatógenos nem segurança ambiental. Esses estudos indicam apenas que as cactáceas apresentam compostos bioativos e justificam sua triagem como fonte de controle alternativo de patógenos. As vantagens ambientais e sanitárias desses extratos em relação aos defensivos químicos ainda precisam ser demonstradas por estudos específicos.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa experimental, de caráter quantitativo, foi conduzida *in vitro* no Laboratório de Ciências do Colégio Estadual Jardim Porto Alegre, em Toledo, Paraná. O trabalho foi realizado em duas etapas. A primeira etapa compreendeu a coleta das plantas e o preparo dos extratos, o preparo do meio de cultura com os extratos e a inoculação do fungo, a avaliação do crescimento do patógeno e a análise estatística. A segunda etapa compreendeu a coleta das novas plantas e o preparo dos extratos, o preparo do meio e a inoculação, a avaliação do crescimento e a análise estatística.

3.1. Material Vegetal e Preparo dos Extratos

As plantas foram coletadas nos arredores do Colégio Estadual Jardim Porto Alegre, no bairro Jardim Porto Alegre, e catalogadas. Na primeira etapa, utilizaram-se nove espécies: *Graptopetalum* sp., *Cereus jamacaru*, *Epiphyllum oxypetalum*, *Aloe* sp., *Kalanchoe daigremontiana*, *Sedum album*, *Callisia repens*, *Crassula ovata* e *Echinopsis oxygona*, cacto comercializado com o nome "erzio". Na segunda etapa, empregaram-se seis espécies ou variedades: *Plectranthus amboinicus* (Lamiaceae), *Catharanthus roseus*, *Catharanthus roseus* var. *albus*, *Plumeria alba*, *Plumeria pudica* e *Cereus peruvianus* f. *monstrosus*.

Para obter as concentrações de 25, 50, 75 e 100 g L⁻¹, pesou-se o material vegetal fresco em placas de Petri, com balança de precisão. Em seguida, prepararam-se extratos aquosos com material *in natura*, como mostrados na tabela 1 e 2 que foram armazenados em garrafas PET, em local seco e sem incidência de luz, por sete dias.

Tabela 1. *Tratamentos utilizados na primeira etapa.*

TRATAMENTOS PRIMEIRA ETAPA	
T1	<i>Graptopetalum sp.</i> 25 gL ⁻¹
T2	<i>Graptopetalum sp.</i> 50 gL ⁻¹
T3	<i>Graptopetalum sp.</i> 75 gL ⁻¹
T4	<i>Graptopetalum sp.</i> 100 gL ⁻¹
T5	<i>Cereus jamacaru</i> 25 gL ⁻¹
T6	<i>Cereus jamacaru</i> 50 gL ⁻¹
T7	<i>Cereus jamacaru</i> 75 gL ⁻¹
T8	<i>Cereus jamacaru</i> 100 gL ⁻¹
T9	<i>Epiphyllum oxypetalum</i> 25 gL ⁻¹
T10	<i>Epiphyllum oxypetalum</i> 50 gL ⁻¹
T11	<i>Epiphyllum oxypetalum</i> 75 gL ⁻¹
T12	<i>Epiphyllum oxypetalum</i> 100 gL ⁻¹
T13	<i>Aloe sp.</i> 25 gL ⁻¹
T14	<i>Aloe sp</i> 50 gL ⁻¹
T15	<i>Aloe sp</i> 75 gL ⁻¹
T16	<i>Aloe sp</i> 100 gL ⁻¹
T17	<i>Kalanchoe daigremontiana</i> 25 gL ⁻¹
T18	<i>Kalanchoe daigremontiana</i> 50 gL ⁻¹
T19	<i>Kalanchoe daigremontiana</i> 75 gL ⁻¹
T20	<i>Kalanchoe daigremontiana</i> 100 gL ⁻¹

T21	<i>Sedum album</i> 25 gL ⁻¹
T22	<i>Sedum album</i> 50 gL ⁻¹
T23	<i>Sedum album</i> 75 gL ⁻¹
T24	<i>Sedum album</i> 100 gL ⁻¹
T25	<i>Callisia repens</i> 25 gL ⁻¹
T26	<i>Callisia repens</i> 50 gL ⁻¹
T27	<i>Callisia repens</i> 75 gL ⁻¹
T28	<i>Callisia repens</i> 100 gL ⁻¹
T29	<i>Crassula ovata</i> 25 gL ⁻¹
T30	<i>Crassula ovata</i> 50 gL ⁻¹
T31	<i>Crassula ovata</i> 75 gL ⁻¹
T32	<i>Crassula ovata</i> 100 gL ⁻¹
T33	<i>Cactus erzio</i> 25 gL ⁻¹
T34	<i>Cactus erzio</i> 50 gL ⁻¹
T35	<i>Cactus erzio</i> 75 gL ⁻¹
T36	<i>Cactus erzio</i> 100 gL ⁻¹

Fonte: Isaura Vieira Barboza.

Tabela 2. Tratamentos utilizados na segunda etapa.

TRATAMENTOS SEGUNDA ETAPA	
T1	<i>Plectranthus ambonicus</i> 25 gL ⁻¹

T2	<i>Plectranthus ambonicus</i> 50 gL ⁻¹
T3	<i>Plectranthus ambonicus</i> 75 gL ⁻¹
T4	<i>Plectranthus ambonicus</i> 100 gL ⁻¹
T5	<i>Catharanthus roseus</i> 25 gL ⁻¹
T6	<i>Catharanthus roseus</i> 50 gL ⁻¹
T7	<i>Catharanthus roseus</i> 75 gL ⁻¹
T8	<i>Catharanthus roseus</i> 100 gL ⁻¹
T9	<i>Catharanthus roseus alba</i> 25 gL ⁻¹
T10	<i>Catharanthus roseus alba</i> 50 gL ⁻¹
T11	<i>Catharanthus roseus alba</i> 75 gL ⁻¹
T12	<i>Catharanthus roseus alba</i> 100 gL ⁻¹
T13	<i>Plumeria alba</i> 25 gL ⁻¹
T14	<i>Plumeria alba</i> 50 gL ⁻¹
T15	<i>Plumeria alba</i> 75 gL ⁻¹
T16	<i>Plumeria alba</i> 100 gL ⁻¹
T17	<i>Plumeria pudica</i> 25 gL ⁻¹
T18	<i>Plumeria pudica</i> 50 gL ⁻¹
T19	<i>Plumeria pudica</i> 75 gL ⁻¹
T20	<i>Plumeria pudica</i> 100 gL ⁻¹
T21	<i>Cereus peruvianus monstrosus</i> 25 gL ⁻¹
T22	<i>Cereus peruvianus monstrosus</i> 50 gL ⁻¹

T23	<i>Cereus peruvianus monstrosus</i> 75 gL ⁻¹
T24	<i>Cereus peruvianus monstrosus</i> 100 gL ⁻¹
T25	Controle 0 gL ⁻¹

Fonte: Isaura Vieira Barboza.

3.2. Meio de Cultura e Tratamentos

Decorridos os sete dias, preparou-se o meio batata-dextrose-ágar (BDA) com 170 g de batata inglesa, 20 g de dextrose e 12 g de ágar por litro de água destilada, pesados em balança analítica de precisão, em local seco. Cozinhou-se a batata em 1 L de água destilada até que se dissolvesse, coou-se a mistura e completou-se o caldo até a marca de 1 L em um Becker. Levou-se o caldo ao bico de Bunsen, adicionou-se a dextrose, sob agitação até a dissolução, e, ao atingir a ebulição, acrescentou-se o ágar, em agitação constante.

Após a homogeneização, distribuiu-se o meio em Erlenmeyers de 250 mL, nos quais os extratos (25 mL) já haviam sido pipetados nas concentrações de 25, 50, 75 e 100 g L⁻¹.

Na primeira etapa, as quatro concentrações de nove espécies resultaram em 36 tratamentos com 5 repetições cada. Na segunda, as quatro concentrações de seis espécies resultaram em 24 tratamentos com 5 repetições. Em ambas as etapas, utilizou-se um controle sem extrato (0 g L⁻¹). Os tratamentos são identificados neste trabalho pelo nome da espécie e pela concentração do extrato.

3.3. Inoculação, Incubação e Avaliação

O meio BDA contido nos Erlenmeyers foi autoclavado e vertido em placas de Petri, também autoclavadas, próximo a bicos de Bunsen acesos, em ambiente previamente higienizado com álcool 70%, para reduzir o risco de contaminação. Depois que o meio endureceu, inoculou-se o fungo com um incisor metálico esterilizado em chama: retiraram-se pequenas quantidades de esporos da placa matriz e fez-se uma única incisão no centro de cada nova placa. O inóculo não foi quantificado por contagem de esporos nem padronizado por concentração conhecida. As placas foram vedadas com plástico filme e identificadas com o número do tratamento, o número da repetição, a data e o nome do fitopatógeno.

Em seguida, as placas foram armazenadas em incubadora do tipo BOD, com fotoperíodo de 12 horas e temperatura média de 25 °C. A cada 48 horas, durante dez dias, mediu-se o crescimento do fungo com paquímetro, em duas retas perpendiculares, denominadas A e B (horizontal e vertical). Calculou-se a média das duas medidas por placa e, com base nela, realizaram-se as análises estatísticas.

A porcentagem de inibição foi calculada em relação ao crescimento médio do controle, pela expressão:

$$I(\%) = \frac{C_c - C_t}{C_c} \times 100$$

em que C_c é o crescimento médio do controle e C_t é o crescimento médio do tratamento. Por exemplo, na primeira etapa, o extrato de *C. jamacaru* a 75 g L⁻¹ ($C_t=4,00$) em relação ao controle ($C_c=8,40$) resultou em:

$$I(\%) = \frac{8,40 - 4,00}{8,40} \times 100 = 52,38\%$$

Descartaram-se os tratamentos com contaminação bacteriana, pois o crescimento das colônias de bactérias poderia mascarar o efeito

do extrato, e aqueles em que o fungo esporulou de forma intensa, porque a alta esporulação de *P. digitatum* inviabilizou as medições.

3.4. Análise Estatística

Os dados de cada etapa foram analisados separadamente por análise de variância (ANAVA), e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott com 0,5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES OU ANÁLISE DOS DADOS

Em razão dos descartes por esporulação que inviabilizaram a medição, a análise estatística contemplou 32 dos 36 tratamentos da primeira etapa, pois todos os tratamentos com *Echinopsis oxygona* (cacto "erzio") foram excluídos, e 19 dos 24 tratamentos da segunda. As duas etapas foram analisadas separadamente. As tabelas a seguir apresentam os resultados baseados no teste de média Scott-Knott.

4.1. Primeira Etapa

Na primeira etapa, o controle apresentou crescimento médio de 8,40. Treze tratamentos reduziram o crescimento micelial de *P. digitatum* (Tabela 1): os extratos de *C. jamacaru* a 25, 50 e 75 g L⁻¹; de *Callisia repens* a 25, 75 e 100 g L⁻¹; de *Graptopetalum* sp. a 50, 75 e 100 g L⁻¹; e os de *E. oxypetalum*, *Aloe* sp., *Sedum album* e *K. daigremontiana*, todos a 25 g L⁻¹. Somente o extrato de *C. jamacaru* a 75 g L⁻¹ apresentou inibição superior a 50%, o que o indica como candidato a método alternativo de controle, a ser confirmado em frutos. Os extratos de *C. repens* a 75 g L⁻¹ e de *Graptopetalum* sp. a 50 g L⁻¹ integraram o mesmo grupo estatístico (A), com inibições de 50,00% e 48,80%, respectivamente.

Tabela 1. Crescimento micelial médio de *Penicillium digitatum* e inibição nos tratamentos da primeira.

TRATAMENTOS	MÉDIAS	INIBIÇÃO	RESULTADO DO TESTE
<i>Cereus jamacaru</i> 75 g L ⁻¹	4.00	52,38%	A
<i>Callisia repens</i> 75 g L ⁻¹	4.20	50,00%	A
<i>Graptopetalum sp.</i> 50 g L ⁻¹	4.30	48,80%	A
<i>Callisia repens</i> 100 g L ⁻¹	5.46	35,71%	B
<i>Callisia repens</i> 25 g L ⁻¹	5.46	35,71%	B
<i>Aloe sp.</i> 25 g L ⁻¹	5.63	32,97%	B
<i>Graptopetalum sp.</i> 75 g L ⁻¹	5.90	29,76%	B
<i>Graptopetalum sp.</i> 100 g L ⁻¹	5.90	29,76%	B
<i>Epiphyllum oxypetalum</i> 25 g L ⁻¹	5.90	29,76%	B
<i>Sedum album</i> 25 g L ⁻¹	6.10	27,38%	B
<i>Cereus jamacaru</i> 50 g L ⁻¹	6.16	26,66%	B
<i>Kalanchoe daigremontiana</i> 25 g L ⁻¹	6.20	26,19%	B
<i>Cereus jamacaru</i> 25 g L ⁻¹	6.46	23,09%	B
<i>Epiphyllum oxypetalum</i> 100 g L ⁻¹	6.83	18,69%	C
<i>Sedum album</i> 100 g L ⁻¹	6.90	17,85%	C
<i>Crassula ovata</i> 75 g L ⁻¹	6.90	17,85%	C

<i>Sedum album</i> 75 gL ⁻¹	7.03	16,30%	C
<i>Aloe sp</i> 50 gL	7.10	15,47%	C
<i>Cereus jamacaru</i> 100 gL ⁻¹	7.20	14,28%	C
<i>Graptopetalum sp.</i> 25 gL ⁻¹	7.36	12,38%	C
<i>Epiphyllum oxypetalum</i> 50 gL ⁻¹	7.40	11,90%	C
<i>Crassula ovata</i> 100 gL ⁻¹	7.43	11,54%	C
<i>Sedum album</i> 50 gL ⁻¹	7.60	9,52%	C
<i>Aloe sp</i> 75 gL	7.70	8,33%	C
<i>Crassula ovata</i> 25 gL ⁻¹	7.73	7,97%	C
<i>Callisia repens</i> 50 gL ⁻¹	7.80	7,14%	C
<i>Epiphyllum oxypetalum</i> 75 gL ⁻¹	7.93	5,59%	C
<i>Crassula ovata</i> 50 gL ⁻¹	8.00	4,76%	C
<i>Kalanchoe daigremontiana</i> 75 gL ⁻¹	8.00	4,76%	C
<i>Kalanchoe daigremontiana</i> 100 gL ⁻¹	8.03	4,40%	C
<i>Aloe sp</i> 100 gL	8.16	2,85%	C
Controle	8.40	0,00%	C
<i>Kalanchoe daigremontiana</i> 50 gL ⁻¹	8.73	+3,92%	C

Fonte: Isaura Vieira Barboza.

*Nota: médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo

grupo pelo teste de Scott-Knott. Os demais tratamentos integraram o grupo C, sem diferença em relação ao controle. Unidade do crescimento médio: milímetros.

O desempenho do extrato de *C. jamaru* concorda com a atividade antimicrobiana que Davet (2005) relatou para extratos *in natura* dessa planta. Entretanto, nem todos os estudos observaram atividade: Riss et al. (2024) não detectaram inibição dos microrganismos testados com extrato etanólico de *C. jamaru* em concentrações de até 1 mg mL⁻¹, o que indica que o resultado pode depender do solvente, da concentração e do microrganismo-alvo. Observou-se, porém, que a inibição não aumentou de forma proporcional à concentração. O extrato de *C. jamaru* apresentou inibição de 23,09% a 25 g L⁻¹, 26,66% a 50 g L⁻¹, 52,38% a 75 g L⁻¹ e apenas 14,28% a 100 g L⁻¹. Esse comportamento sugere que a relação entre concentração e efeito inibitório varia conforme a espécie e merece estudos específicos.

Uma hipótese para essa queda de eficiência na maior concentração é a interação entre os constituintes do extrato, que pode anular parte da ação fungitóxica, ou a saturação em doses muito elevadas. Além disso, concentrações maiores podem alterar o pH e a pressão osmótica do meio de cultura, e essas modificações podem favorecer o desenvolvimento do fungo. Como o pH e a osmolaridade do meio não foram medidos, essa explicação permanece como hipótese a ser testada em estudos futuros.

4.2. Segunda Etapa

Na segunda etapa, o controle apresentou crescimento médio de 3,33. Sete tratamentos inibiram o crescimento do fungo (Tabela 2): os

extratos de *Plectranthus amboinicus* a 50, 75 e 100 g L⁻¹; de *Plumeria pudica* a 25 g L⁻¹; de *Plumeria alba* a 25 g L⁻¹; de *Catharanthus roseus* a 50 g L⁻¹; e de *Cereus peruvianus* f. *monstrosus* a 75 g L⁻¹. Os extratos de *P. amboinicus* a 75 e 100 g L⁻¹ e de *P. pudica* a 25 g L⁻¹ apresentaram inibição superior a 50% e formaram o grupo A, o que evidencia seu potencial fungitóxico *in vitro*. A possibilidade de empregá-los no controle do fungo deve ser confirmada em estudos com frutos.

Tabela 2. Crescimento micelial médio de *Penicillium digitatum* e inibição nos tratamentos da segunda etapa.

TRATAMENTO (EXTRATO E CONCENTRAÇÃO)	CRESCIMENTO MÉDIO	INIBIÇÃO (%)	GRUPO
<i>Plectranthus amboinicus</i> 100 g L ⁻¹	0,82	75,23	A
<i>Plumeria pudica</i> 25 g L ⁻¹	1,23	63,07	A
<i>Plectranthus amboinicus</i> 75 g L ⁻¹	1,43	57,06	A
<i>Plumeria alba</i> 25 g L ⁻¹	2,02	39,34	B
<i>Catharanthus roseus</i> 50 g L ⁻¹	2,12	36,34	B
<i>Plectranthus amboinicus</i> 50 g L ⁻¹	2,18	34,54	B
<i>Cereus peruvianus</i> f. <i>monstrosus</i> 75 g L ⁻¹	2,23	33,04	B
<i>Plumeria alba</i> 75 g L ⁻¹	2,76	17,12%	C
<i>Catharanthus roseus alba</i> 100 g L ⁻¹	2,95	11,42%	C

<i>Catharanthus roseus</i> 100 gL ⁻¹	3.10	6,91%	C
<i>Plumeria pudica</i> 50 gL ⁻¹	3.31	0,61%	C
Controle	3.33	0,00%	C
<i>Cereus peruvianus monstruosus</i> 100 gL ⁻¹	3.35	+0,60%	C
<i>Plumeria pudica</i> 75 gL ⁻¹	3.43	+3,00%	C
<i>Cereus peruvianus monstruosus</i> 50 gL ⁻¹	3.55	+6,60%	C
<i>Catharanthus roseus alba</i> 25 gL ⁻¹	3.56	+6,90%	C
<i>Plumeria alba</i> 100 gL ⁻¹	3.71	+11,41%	C
<i>Plectranthus ambonicus</i> 25 gL ⁻¹	4.13	+24,02%	C
<i>Catharanthus roseus alba</i> 75 gL ⁻¹	4.16	+24,92%	C
<i>Catharanthus roseus</i> 25 gL ⁻¹	4.28	+28,52%	C

Fonte: Isaura Vieira Barboza.

*Nota: médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott. Os demais tratamentos integraram o grupo C, sem diferença em relação ao controle. Unidade do crescimento médio: milímetros.

O crescimento médio do controle foi menor na segunda etapa (3,33) do que na primeira (8,40), o que impede a comparação direta dos valores absolutos entre as etapas. Por isso, cada etapa foi

interpretada em relação ao seu próprio controle, por meio da porcentagem de inibição.

Duas hipóteses podem explicar essa diferença. A primeira é a variação na virulência do inóculo, pois repiques sucessivos da placa matriz podem reduzir o vigor do fungo e, com isso, sua taxa de crescimento. A segunda é a variação nas condições da época do ano, já que a primeira etapa ocorreu entre fevereiro e abril e a segunda, entre junho e julho. Mesmo com a incubação em BOD a 25 °C, diferenças sazonais na temperatura e na umidade do laboratório durante o preparo do meio e a inoculação, ou entre lotes de ingredientes do meio, podem ter influenciado o desenvolvimento do fungo. Os dados disponíveis não permitem distinguir entre essas causas.

4.3. Discussão Geral

Os resultados indicam que alguns extratos aquosos de cactáceas e de outras plantas com características suculentas, em concentrações específicas, reduziram o crescimento de *P. digitatum in vitro*. O efeito depende da espécie e da concentração, pois nem todos os extratos reduziram o crescimento do fungo. Alguns tratamentos, como o de *K. daigremontiana* a 50 g L⁻¹, apresentaram crescimento médio superior ao do controle (inibição de -3,92%), sem diferença estatística. Esses achados reforçam a busca por alternativas aos fungicidas químicos, cujo uso contínuo pode selecionar isolados resistentes do patógeno (Bender; Bender, 2023).

Os estudos citados sobre o uso medicinal de cactáceas não comprovam, por si só, atividade antifúngica contra *P. digitatum*. O uso tradicional de uma planta deve ser considerado apenas como

justificativa para sua investigação, e não como evidência de eficácia ou de segurança. Da mesma forma, a eficácia observada em meio de cultura não garante que os extratos controlarão o bolor verde em frutos. Na casca da laranja, fatores como textura, composição química, presença de ferimentos, umidade, temperatura e penetração do extrato podem alterar o resultado. Além disso, extratos de *Plumeria* e de outras espécies da família Apocynaceae devem ser submetidos a avaliações toxicológicas específicas antes de qualquer aplicação em alimentos.

O armazenamento dos extratos aquosos, sem conservantes, por sete dias pode ter afetado sua composição. Nessas condições, é possível a ocorrência de fermentação microbiana e de degradação ou oxidação de compostos bioativos, o que pode ter reduzido a atividade de alguns extratos e contribuído para a variabilidade entre tratamentos. Por outro lado, os extratos que inibiram o fungo mesmo após esse período indicam que seus princípios ativos apresentam estabilidade pelo menos parcial. Estudos futuros devem comparar extratos recém-preparados com extratos armazenados, sob refrigeração e em temperatura ambiente.

Os tratamentos descartados por contaminação bacteriana ou por esporulação, entre eles todos os que utilizaram *E. oxygona*, reduziram o número de extratos avaliados estatisticamente. Esses extratos poderão ser reavaliados em estudos futuros.

5. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em condições *in vitro*, extratos aquosos de plantas com características suculentas inibem o crescimento micelial de *P. digitatum*, e o efeito depende da espécie e da concentração. Os

extratos de *C. jamacaru* a 75 g L⁻¹, de *P. amboinicus* a 75 e 100 g L⁻¹ e de *P. pudica* a 25 g L⁻¹ inibem mais de 50% do crescimento do fungo, com inibições de 52,38%, 57,06%, 75,23% e 63,07%, respectivamente. Os extratos de *Callisia repens*, *Graptopetalum sp.*, *Epiphyllum oxypetalum*, *Aloe sp.*, *Sedum album*, *Kalanchoe daigremontiana*, *Plumeria alba*, *Catharanthus roseus* e *Cereus peruvianus f. monstrosus* reduzem parcialmente o crescimento em concentrações específicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, U. P. *et al.* Medicinal and magic plants from a public market in northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 110, n. 1, p. 76-91, 2007. DOI: 10.1016/j.jep.2006.09.010.

ANDRADE, C. T. S.; MARQUES, J. G. W.; ZAPPI, D. C. Utilização medicinal de cactáceas por sertanejos baianos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 8, n. 3, p. 36-42, 2006.

BENDER, R. J.; BENDER, S. da S. Postharvest decay control fungicides for citrus. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, [s. l.], v. 24, n. 1, 2023. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81376287002>. Acesso em: 21 out. 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**, [s. l.], v. 12, art. 833328, 2022. DOI: 10.3389/fpls.2021.833328.

DAS, G. *et al.* Cactus: chemical, nutraceutical composition and potential bio-pharmacological properties. **Phytotherapy Research**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 1248-1283, 2021. DOI: 10.1002/ptr.6889.

DAVET, A. **Estudo fitoquímico e biológico do cacto *Cereus jamacaru* de Candolle, Cactaceae.** 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

FORNER, C. *et al.* Controle em pós-colheita de *Penicillium digitatum* em laranja-pera com microrganismos e tratamento térmico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 23-31, 2013. DOI: 10.1590/S0100-29452013000100004.

HOLMES, G. J.; ECKERT, J. W. Sensitivity of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* to postharvest citrus fungicides in California. **Phytopathology**, [s. l.], v. 89, n. 9, p. 716-721, 1999.

KANETIS, L.; FÖRSTER, H.; ADASKAVEG, J. E. Comparative efficacy of the new postharvest fungicides azoxystrobin, fludioxonil, and pyrimethanil for managing citrus green mold. **Plant Disease**, [s. l.], v. 91, n. 11, p. 1502-1511, 2007.

LARANJEIRA, F. F. *et al.* Controle das doenças causadas por fungos e bactérias em citros. *In*: ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; MONTEIRO, A. J. A.; COSTA, H. (ed.). **Controle de doenças de plantas: fruteiras.** Viçosa: UFV, 2002. v. 2, p. 141-214.

MEDEIROS, E. **Identificação dos princípios ativos presentes no extrato etanólico de *Cereus jamacaru* e avaliação em ratos dos possíveis efeitos tóxicos e/ou comportamentais da exposição prolongada.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências

Farmacêuticas) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

MEDEIROS, I. U. de *et al.* Genotoxicity and pharmacokinetic characterization of *Cereus jamacaru* ethanolic extract in rats. **Bioscience Reports**, [s. l.], v. 39, n. 1, art. BSR20180672, 2019. DOI: 10.1042/BSR20180672.

PADAYATTY, S. J. *et al.* Vitamin C as an antioxidant: evaluation of its role in disease prevention. **Journal of the American College of Nutrition**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 18-35, 2003.

PALOU, L.; SMILANICK, J. L.; DROBY, S. Alternatives to conventional fungicides for the control of citrus postharvest green and blue moulds. **Stewart Postharvest Review**, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 1-16, 2008.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Manual de procedimentos para fiscalização do uso, do comércio de agrotóxicos, do receituário agrônomo e de empresas prestadoras de serviços fitossanitários**. Curitiba: SEAB/DEFIS/DFI, 2007.

RAMÍREZ, E. J. A.; HÜBSCHER, G. H. Orange: in defense of its use as a functional food. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 79-91, dez. 2011.

RISS, J. S. P. *et al.* Phytochemical prospecting and biological activity evaluation of the ethanolic extract of the mandacaru cactus in the Lavrado of Roraima, Brazil. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 17, n. 4, p. 19-35, 2024. DOI: 10.22478/ufpb.1981-1268.2023v17n4.66773.

ROSSAROLLA, M. D. *et al.* O ácido salicílico em pré-colheita influencia o controle pós-colheita de *Penicillium digitatum* de laranja 'Salustiana'? **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, [s. l.], 2012. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/945763/1/000000560RevistaIberoamericanadeTecnologiaPostcosechaArtigo.pdf>. Acesso em: 21 out. 2026.

SILALAH, J. Anticancer and health protective properties of citrus fruit components. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 79-84, 2002.

SIQUEIRA, A. F. A.; ABDALLA, D. S. P.; FERREIRA, S. R. G. LDL: da síndrome metabólica à instabilização da placa aterosclerótica. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, [s. l.], v. 50, n. 2, p. 20-35, 2006.

STANGARLIN, J. R. *et al.* Plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 11, p. 16-21, 1999.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Foreign Agricultural Service. **Brazil: citrus annual**. Brasília: USDA, 6 jan. 2026. (GAIN Report, BR2025-0052). Disponível em: <https://agriexchange.apeda.gov.in/MarketReport/060430206202612916352964.pdf>. Acesso em: 21 out. 2026.

¹ Discente da graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Discente do Programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade Federal do Paraná, *Campus* Curitiba. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

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

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