

EFEITO DE COMPOSTOS NATURAIS À BASE DE LEITE E EXTRATOS FRUTÍFEROS SOBRE O CRESCIMENTO DE FUSARIUM SOLANI ASSOCIADO AO TOMATEIRO

**EFFECT OF NATURAL MILK-BASED COMPOUNDS AND FRUIT EXTRACTS
ON THE GROWTH OF FUSARIUM SOLANI ASSOCIATED WITH TOMATO**

Ciências Biológicas, Ciências Agrárias • 05/09/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/788365466](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/788365466)

Murilo Weber de Lima¹

Leandro Marcelo Miglioretto²

Dionéia Schauren³

RESUMO

O fungo *Fusarium solani* é um importante fitopatógeno de solo associado a doenças em diversas culturas agrícolas, incluindo o tomate (*Solanum lycopersicum*), causando perdas significativas na produção. Diante dos impactos ambientais e dos riscos à saúde humana decorrentes do uso intensivo de agroquímicos, torna-se necessária a busca por alternativas sustentáveis para o controle de fitopatógenos. O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficácia de diferentes extratos vegetais e soluções naturais no controle do crescimento micelial de *Fusarium solani*, bem como analisar seu potencial de aplicação como alternativa aos fungicidas sintéticos. A metodologia consistiu na seleção de líquidos com potencial antifúngico a partir do conhecimento popular, incluindo sucos cítricos, leite e vinagres, preparados em diferentes concentrações (5, 10, 15 e 20 gL⁻¹). Em seguida, foi realizado o preparo do meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar), com incorporação dos tratamentos, seguido de esterilização, inoculação do fungo e incubação em BOD. O crescimento micelial foi avaliado a cada 48 horas e os dados serão submetidos à análise estatística pelo teste de Scott-Knott a 0,05% de significância. Os resultados evidenciaram que o vinagre de maçã, o suco de limão e o vinagre de álcool apresentaram maior eficácia, promovendo a inibição total (100%) do crescimento micelial. Dessa forma, conclui-se que esses extratos e soluções naturais possuem potencial no controle de fungos fitopatogênicos, destacando a necessidade de futuras pesquisas em condições de pós-colheita e em campo.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*; Controle Alternativo; Extratos Vegetais.

ABSTRACT

Fusarium solani is an important soil-borne phytopathogen

associated with diseases in several agricultural crops, including tomato (*Solanum lycopersicum*), causing significant production losses. Given the environmental impacts and human health risks associated with the intensive use of agrochemicals, there is a growing need to seek sustainable alternatives for the control of phytopathogens. The present study aimed to evaluate the efficacy of different plant extracts and natural solutions in controlling the mycelial growth of *Fusarium solani*, as well as to assess their potential application as alternatives to synthetic fungicides. The methodology consisted of selecting liquids with potential antifungal activity based on traditional knowledge, including citrus juices, milk, and vinegars, prepared at different concentrations (5, 10, 15, and 20 gL⁻¹). Subsequently, potato dextrose agar (PDA) culture medium was prepared, with the treatments incorporated into the medium, followed by sterilization, fungal inoculation, and incubation in a BOD chamber. Mycelial growth was evaluated every 48 hours, and the data will be subjected to statistical analysis using the Scott-Knott test at a 0.05% significance level. The results showed that apple cider vinegar, lemon juice, and white vinegar were the most effective treatments, achieving complete inhibition (100%) of mycelial growth. Therefore, these natural extracts and solutions demonstrate potential for the control of phytopathogenic fungi, highlighting the need for further research under postharvest and field conditions.

Keywords: *Solanum lycopersicum*; Alternative Control; Plant Extracts.

1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma das hortaliças de maior importância econômica e alimentar no mundo, sendo amplamente cultivado tanto para consumo *in natura* quanto para a indústria de

processamento. No Brasil, a cultura apresenta grande relevância para o abastecimento interno e geração de renda, especialmente entre pequenos e médios produtores. Do ponto de vista nutricional, o tomate é fonte de vitaminas, minerais e compostos bioativos, como o licopeno, reconhecido por sua ação antioxidante (Filgueira, 2013).

O fungo *Fusarium solani* é um importante fitopatógeno de solo, pertencente a um complexo de espécies amplamente distribuído em diferentes regiões agrícolas do mundo. Na cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*), esse microrganismo está associado principalmente a doenças como podridão radicular, podridão do colo e, em alguns casos, tombamento de mudas, causando prejuízos significativos à produção. Sua capacidade de sobreviver por longos períodos no solo, por meio de estruturas de resistência, como clamidósporos, torna o controle particularmente difícil, favorecendo a reinfecção mesmo após períodos sem cultivo da cultura hospedeira (Leslie; Summerell, 2006).

A infecção por *Fusarium solani* ocorre, geralmente, a partir do contato das raízes com o solo contaminado. O fungo pode penetrar diretamente nos tecidos radiculares ou através de ferimentos, colonizando o sistema radicular e comprometendo a absorção de água e nutrientes. Como consequência, as plantas apresentam sintomas como escurecimento e necrose das raízes, redução do vigor, amarelecimento das folhas, murcha progressiva e, em estágios mais avançados, morte da planta. Em condições favoráveis, como alta umidade do solo e temperaturas elevadas, o desenvolvimento do patógeno é intensificado, aumentando a severidade da doença, especialmente em sistemas de cultivo intensivo ou com manejo inadequado (Hermosa *et al.*, 2012).

O controle de doenças causadas por *Fusarium solani* na cultura do tomate tem sido tradicionalmente realizado com o uso de agroquímicos, especialmente fungicidas sintéticos. Esses produtos atuam na inibição do crescimento e da reprodução dos patógenos, sendo amplamente utilizados devido à sua eficácia e rápida ação no manejo de doenças. Entre os compostos mais empregados estão aqueles com ação sistêmica e de contato, que visam proteger tanto a superfície quanto os tecidos internos das plantas (Carvalho, 2017).

Entretanto, o uso intensivo e, muitas vezes, inadequado de agroquímicos tem gerado preocupações significativas. Um dos principais problemas é a seleção de populações resistentes de fungos, o que reduz a eficácia dos princípios ativos ao longo do tempo e exige o uso de doses mais elevadas ou de novos produtos (Ghini; Kimati; Bettiol, 2016). Além disso, esses compostos podem causar impactos ambientais, como a contaminação do solo, da água e de organismos não-alvo, comprometendo o equilíbrio dos ecossistemas agrícolas.

Outro aspecto relevante refere-se aos riscos à saúde humana, uma vez que a exposição aos agroquímicos pode ocorrer por contato direto durante a aplicação ou por meio do consumo de alimentos contaminados. Estudos indicam que a exposição prolongada a essas substâncias está associada a diversos problemas de saúde, incluindo distúrbios neurológicos, hormonais e até doenças crônicas (Mostafalou; Abdollahi, 2013; Nicolopoulou-Stamati *et al.*, 2016).

Diante desses impactos, tem-se intensificado a busca por alternativas mais seguras e sustentáveis para o controle de fitopatógenos. O uso de extratos vegetais, óleos essenciais e agentes biológicos surge como uma estratégia promissora, podendo reduzir

a dependência de agroquímicos e minimizar seus efeitos negativos. Essas alternativas apresentam compostos naturais com atividade antifúngica, contribuindo para o manejo integrado de doenças e para a construção de sistemas agrícolas mais sustentáveis (Isman, 2020; Tripathi; Dubey, 2004).

Assim, embora os agroquímicos ainda desempenhem papel importante no controle de doenças como as causadas por *Fusarium solani*, seu uso deve ser realizado de forma criteriosa e associado a práticas alternativas, visando maior eficiência, redução de impactos ambientais e promoção da saúde humana.

O presente estudo tem como propósito verificar o efeito de diferentes extratos vegetais, provenientes de plantas previamente desidratadas, sobre o crescimento micelial do fungo *Fusarium solani*, por meio de ensaios laboratoriais *in vitro*. Paralelamente, busca-se investigar a possibilidade de utilização desses extratos como base para o desenvolvimento de uma solução sustentável, de baixo custo e de fácil acesso, voltada ao manejo de doenças, especialmente por pequenos produtores rurais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Tomate

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma das hortaliças mais produzidas e consumidas no mundo, desempenhando papel fundamental na segurança alimentar e na economia agrícola global. Sua produção está distribuída em diversos países, com destaque para China, Índia, Estados Unidos e Turquia, que figuram entre os maiores produtores mundiais. Estima-se que a produção global ultrapasse 180 milhões de toneladas anuais, refletindo sua alta

demanda tanto para consumo in natura quanto para a indústria de processamento (FAO, 2020).

No Brasil, o tomate possui grande relevância econômica e social, sendo cultivado em diferentes regiões ao longo de todo o ano, favorecido pela diversidade climática do país. A produção nacional é voltada principalmente para o mercado interno, atendendo tanto ao consumo fresco quanto à indústria alimentícia. Estados como Goiás, São Paulo e Minas Gerais destacam-se como importantes polos produtores, contribuindo significativamente para o abastecimento nacional (IBGE, 2023).

O consumo de tomate é elevado devido à sua versatilidade na alimentação, sendo amplamente utilizado em saladas, molhos e diversos preparos culinários. Além disso, apresenta importante valor nutricional, sendo fonte de vitaminas, minerais e compostos antioxidantes, como o licopeno, o que contribui para sua ampla aceitação na dieta da população (Filgueira, 2013).

Apesar de sua importância, a cadeia produtiva do tomate enfrenta desafios relacionados à sua alta perecibilidade, variações de preço e perdas pós-colheita. Ainda assim, sua expressiva demanda e relevância econômica mantêm o tomate como uma das principais hortaliças cultivadas e consumidas tanto no Brasil quanto no mundo.

2.2. *Fusarium Solani*

O fungo *Fusarium solani* é um importante patógeno de solo associado a doenças que afetam a cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*), sendo responsável principalmente por podridão radicular, podridão do colo e tombamento de mudas. Esse

microrganismo apresenta ampla distribuição geográfica e elevada capacidade de adaptação, o que contribui para sua ocorrência frequente em diferentes sistemas de cultivo e condições ambientais (Summerell *et al.*, 2010).

A infecção ocorre, em geral, a partir do contato das raízes com o solo contaminado, podendo o fungo penetrar diretamente nos tecidos ou por meio de ferimentos. Após a colonização do sistema radicular, há comprometimento da absorção de água e nutrientes, resultando em sintomas como escurecimento das raízes, murcha, redução do crescimento, amarelecimento das folhas e, em casos mais severos, morte da planta (Agrios, 2005).

Uma característica marcante de *Fusarium solani* é sua capacidade de sobreviver no solo por longos períodos por meio de estruturas de resistência, como clamidósporos. Essa persistência dificulta o controle da doença, pois o patógeno pode permanecer viável mesmo na ausência da cultura hospedeira, favorecendo novos ciclos de infecção (Summerell *et al.*, 2010).

Além disso, fatores ambientais como alta umidade do solo, temperaturas elevadas e condições de manejo inadequadas favorecem o desenvolvimento e a disseminação do fungo. Dessa forma, *Fusarium solani* representa um desafio significativo para a produção de tomate, exigindo o conhecimento de sua biologia e dos fatores que influenciam sua ocorrência para o desenvolvimento de estratégias eficientes de manejo (Agrios, 2005).

2.3. Agroquímico

Os agroquímicos são amplamente utilizados na agricultura moderna como ferramentas essenciais para o controle de pragas,

doenças e plantas daninhas, contribuindo diretamente para o aumento da produtividade e da qualidade das culturas. Entre esses produtos, destacam-se os fungicidas, inseticidas e herbicidas, que atuam de diferentes formas no controle de organismos indesejáveis, sendo fundamentais para atender à crescente demanda por alimentos em escala global (Carvalho, 2017).

No entanto, o uso intensivo e, muitas vezes, inadequado desses compostos tem gerado preocupações significativas. Um dos principais problemas associados aos agroquímicos é a seleção de populações resistentes de patógenos e pragas, o que reduz a eficácia dos produtos ao longo do tempo e exige o desenvolvimento de novas substâncias ou o aumento das doses aplicadas (Ghini; Kimati; Bettiol, 2016). Esse processo compromete a sustentabilidade dos sistemas agrícolas e eleva os custos de produção.

Além disso, os agroquímicos podem causar impactos ambientais relevantes, como a contaminação do solo, da água e do ar, afetando organismos não-alvo e alterando o equilíbrio dos ecossistemas. A persistência de alguns desses compostos no ambiente pode levar ao acúmulo em cadeias alimentares, ampliando seus efeitos negativos ao longo do tempo (Carvalho, 2017).

Outro aspecto importante refere-se aos riscos à saúde humana. A exposição aos agroquímicos pode ocorrer durante sua aplicação, por meio do contato direto, ou indiretamente, pela ingestão de alimentos contaminados. Estudos indicam que a exposição prolongada a essas substâncias podem estar associadas a diversos problemas de saúde, incluindo distúrbios neurológicos, hormonais e doenças crônicas (Mostafalou; Abdollahi, 2013; Nicolopoulou-Stamati *et al.*, 2016).

Diante desses impactos, tem-se intensificado a busca por estratégias que promovam o uso mais racional desses produtos, bem como o desenvolvimento de alternativas mais seguras e sustentáveis. Nesse contexto, práticas como o manejo integrado de pragas e doenças e o uso de produtos de origem natural têm sido incentivadas, visando reduzir a dependência de agroquímicos e minimizar seus efeitos negativos, contribuindo para sistemas agrícolas mais equilibrados e sustentáveis (Isman, 2020).

2.4. Controles Alternativos

Diante dos impactos associados ao uso intensivo de agroquímicos, tem-se intensificado a busca por métodos alternativos de controle de doenças na agricultura, visando reduzir os danos ambientais e os riscos à saúde humana. Nesse contexto, destacam-se estratégias baseadas no uso de extratos vegetais, óleos essenciais e agentes biológicos, que têm sido estudados como alternativas ao uso de produtos químicos convencionais no manejo de diferentes problemas fitossanitários (Isman, 2020).

Os extratos vegetais são obtidos a partir de diferentes partes de plantas e contêm compostos naturais com propriedades antifúngicas, antibacterianas e inseticidas. Esses compostos atuam interferindo no crescimento e na reprodução dos patógenos, podendo causar danos às estruturas celulares e comprometer seu desenvolvimento. Além disso, apresentam menor toxicidade e menor persistência no ambiente, o que os torna alternativas mais seguras quando comparados aos produtos químicos convencionais (Tripathi; Dubey, 2004).

Os óleos essenciais também têm sido estudados como alternativas aos produtos químicos convencionais no manejo de organismos prejudiciais às culturas, devido à presença de diferentes compostos bioativos em sua composição. Esses produtos apresentam potencial para utilização na proteção vegetal e vêm sendo investigados quanto à sua eficácia e viabilidade como alternativas aos inseticidas convencionais (Isman, 2020).

Além disso, o controle biológico, baseado no uso de microrganismos benéficos, como fungos e bactérias antagonistas, tem se mostrado uma estratégia promissora. Esses organismos atuam competindo por espaço e nutrientes, produzindo substâncias inibitórias ou induzindo mecanismos de defesa nas plantas, contribuindo para o manejo sustentável de doenças (Bettiol; Morandi, 2009).

Dessa forma, os métodos alternativos de controle representam uma abordagem sustentável e eficiente, podendo ser integrados a outras práticas de manejo para reduzir a dependência de agroquímicos e promover sistemas agrícolas mais equilibrados e seguros.

3. METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizado um levantamento do conhecimento popular sobre líquidos com possível ação antifúngica, especialmente aqueles de origem cítrica ou com características ácidas. Com base nesse levantamento, foram selecionados os seguintes tratamentos: leite de pacote comercial (barriguinha), vinagre de álcool (comercial com acidez 4%), vinagre de maçã (comercial com acidez 4%), leite em pó comercial, suco de goiaba *in natura* (pH 4.0), suco de bergamota *in natura* (pH 4.1), suco de limão *in natura* (pH 5.3), suco de maracujá *in natura* (pH 3.9), suco de abacaxi *in natura* (pH 4.3),

suco de acerola *in natura* (pH 3,7), e suco de coco (pH 5.3), como apresentado na Tabela 1.

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

TRATAMENTO	EXTRATO VEGETAL	CONCENTRAÇÃO
T1	Controle - Água	0 gL ⁻¹
T2	Suco De Acerola	5 gL ⁻¹
T3	Suco De Acerola	10 gL ⁻¹
T4	Suco De Acerola	15 gL ⁻¹
T5	Suco De Acerola	20 gL ⁻¹
T6	Suco De Maracujá	5 gL ⁻¹
T7	Suco De Maracujá	10 gL ⁻¹
T8	Suco De Maracujá	15 gL ⁻¹
T9	Suco De Maracujá	20 gL ⁻¹
T10	Suco De Limão	5 gL ⁻¹
T11	Suco De Limão	10 gL ⁻¹
T12	Suco De Limão	15 gL ⁻¹
T13	Suco De Limão	20 gL ⁻¹
T14	Suco De Bergamota	5 gL ⁻¹
T15	Suco De Bergamota	10 gL ⁻¹
T16	Suco De Bergamota	15 gL ⁻¹
T17	Suco De Bergamota	20 gL ⁻¹

T18	Suco De Abacaxi	5 gL ⁻¹
T19	Suco De Abacaxi	10 gL ⁻¹
T20	Suco De Abacaxi	15 gL ⁻¹
T21	Suco De Abacaxi	20 gL ⁻¹
T22	Suco De Goiaba	5 gL ⁻¹
T23	Suco De Goiaba	10 gL ⁻¹
T24	Suco De Goiaba	15 gL ⁻¹
T25	Suco De Goiaba	20 gL ⁻¹
T26	Vinagre De Álcool	5 gL ⁻¹
T27	Vinagre De Álcool	10 gL ⁻¹
T28	Vinagre De Álcool	15 gL ⁻¹
T29	Vinagre De Álcool	20 gL ⁻¹
T30	Vinagre De Maçã	5 gL ⁻¹
T31	Vinagre De Maçã	10 gL ⁻¹
T32	Vinagre De Maçã	15 gL ⁻¹
T33	Vinagre De Maçã	20 gL ⁻¹
T34	Leite De Pacote	5 gL ⁻¹
T35	Leite De Pacote	10 gL ⁻¹
T36	Leite De Pacote	15 gL ⁻¹
T37	Leite De Pacote	20 gL ⁻¹
T38	Leite Em Pó	5 gL ⁻¹

T39	Leite Em Pó	10 gL ⁻¹
T40	Leite Em Pó	15 gL ⁻¹
T41	Leite Em Pó	20 gL ⁻¹
T42	Suco De Coco	5 gL ⁻¹
T43	Suco De Coco	10 gL ⁻¹
T44	Suco De Coco	15 gL ⁻¹
T45	Suco De Coco	20 gL ⁻¹

Fonte: Murilo Weber (2026).

Iniciou-se então o preparo do meio de cultura BDA (batata-dextrose-água). Primeiramente, as batatas foram pesadas, cortadas e trituradas em liquidificador. Em seguida, o material foi transferido para um recipiente contendo água destilada e submetido ao aquecimento até o cozimento completo.

Após o cozimento, as batatas foram amassadas e filtradas. O caldo obtido foi novamente aquecido até aproximadamente 70 °C, momento em que foram adicionados a dextrose e o ágar.



Fonte: Fernanda Jank/ Fernanda Jank.

Com o meio BDA devidamente preparado, este foi distribuído em frascos Erlenmeyer, e posteriormente foram adicionados os líquidos previamente selecionados. Em seguida, os frascos foram vedados e submetidos ao processo de autoclavagem.

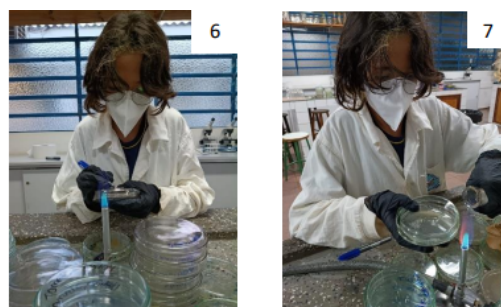


Fonte: Fernanda Jank/ Fernanda Jank/ Murilo Weber.

Paralelamente, as placas de Petri foram devidamente embaladas e também autoclavadas. Após a esterilização, tanto os frascos quanto as placas foram posicionados próximos à chama, sobre a bancada, com o objetivo de reduzir riscos de contaminação.

Na sequência, as placas foram identificadas e o meio de cultura contendo os tratamentos foram vertidos nas concentrações conforme especificadas na Tabela 1, permanecendo em repouso até atingir temperatura ambiente e solidificar.

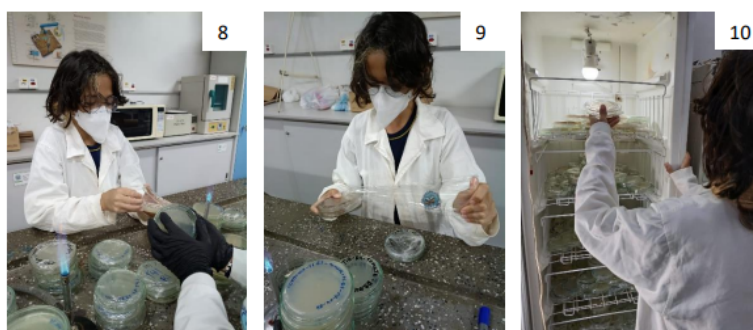
Figuras 6/7: Aluno registrando as placas;/ Aluno vertendo o meio.



Fonte: Fernanda Jank/ Fernanda Jank.

Após o resfriamento, foi realizada a inoculação do fungo com o auxílio de um incisor. Concluída essa etapa, todas as placas foram

seladas e encaminhadas para incubação em BOD com fotoperíodo de 12 horas a $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$.



Fonte: Fernanda Jank/ Izabela Belotto/ Izabela Belotto.

Após dois dias de incubação, iniciaram-se as medições do crescimento micelial do fungo realizadas a cada 48 horas. Os dados obtidos foram organizados e submetidos à análise estatística utilizando o software SISVAR, com aplicação do teste de Scott-Knott a 0,05% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES OU ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados obtidos neste estudo (Tabela 2) indicam que alguns dos tratamentos avaliados apresentaram potencial no controle do crescimento micelial de *Fusarium solani*, com destaque para o vinagre de maçã, o suco de limão e o vinagre de álcool, que demonstraram maior capacidade de inibição quando comparados aos demais. Esse desempenho pode estar relacionado à presença de compostos ácidos e substâncias bioativas que interferem na estrutura celular do fungo, dificultando seu desenvolvimento.

Tabela 2. Resultados obtidos.

Tratamentos	Médias	Resultados do Teste	Porcentagem de Inibição
-------------	--------	---------------------	-------------------------

T32 - Vinagre De Maçã 15 g L ⁻¹	0,00	A	100%
T13 - Suco De Limão 20 g L ⁻¹	0,00	A	100%
T28 - Vinagre De Álcool 15 g L ⁻¹	0,00	A	100%
T29 - Vinagre De Álcool 20 g L ⁻¹	0,00	A	100%
T33 - Vinagre Maçã 20 g L ⁻¹	0,00	A	100%
T11 - Suco De Limão 10 g L ⁻¹	0,00	A	100%
T12 - Suco De Limão 15 g L ⁻¹	0,00	A	100%
T27 - Vinagre De Álcool 10 g L ⁻¹	0,95	B	77,90%
T31 - Vinagre Maçã 10 g L ⁻¹	1,20	B	72,09%
T10 - Suco De Limão 5 g L ⁻¹	1,54	B	64,18%
T26 - Vinagre De Álcool 5 g L ⁻¹	2,35	B	45,34%
T3 - Suco De Acerola 10 g L ⁻¹	2,70	B	37,20%
T8 - Suco De Maracujá 15 g L ⁻¹	3,40	B	20,93%
T4 - Suco De Acerola 15 g L ⁻¹	3,41	B	20,69%
T45 - Água De Coco 20 g L ⁻¹	3,46	C	19,53%

T17 - Suco De Bergamota 20 g L ⁻¹	3,58	C	16,74%
T18 - Suco De Abacaxi 25 g L ⁻¹	3,59	C	16,51%
T9 - Suco De Maracujá 20 g L ⁻¹	3,65	C	15,11%
T5 - Suco De Acerola 20 g L ⁻¹	3,68	C	14,41%
T14 - Suco De Bergamota 5 g L ⁻¹	3,68	C	14,41%
T24 - Suco De Goiaba 15 g L ⁻¹	3,68	C	14,41%
T16 - Suco De Bergamota 15 g L ⁻¹	3,72	C	13,48%
T19 - Suco De Abacaxi 10 g L ⁻¹	3,74	C	13,02%
T15 - Suco De Bergamota 10 g L ⁻¹	3,79	C	11,86%
T21 - Suco De Abacaxi 20 g L ⁻¹	3,80	C	11,62%
T30 - Vinagre De Maçã 5 g L ⁻¹	3,80	C	11,62%
T34 - Leite de pacotinho 5 g L ⁻¹	4,00	C	6,97%
T7 - Suco De Maracujá 10 g L ⁻¹	4,01	C	6,74%
T44 - Água De Coco 15 g L ⁻¹	4,01	C	6,69%
T23 - Suco De Goiaba 10 g L ⁻¹	4,04	C	6,04%

T43 - Água De Coco 10 g L ⁻¹	4,23	C	1,62%
T1 - Controle 0 g L ⁻¹	4,30	D	0,00%
T22 - Suco De Goiaba 5 g L ⁻¹	4,35	D	+1,16%
T20 - Suco De Abacaxi 15 g L ⁻¹	4,48	D	+4,18%
T36 - Leite de pacotinho 15 g L ⁻¹	4,88	D	+13,48%
T37 - Leite de pacotinho 20 g L ⁻¹	4,96	D	+15,34%
T6 - Suco De Maracujá 5 g L ⁻¹	5,01	D	+16,51%
T25 - Suco De Goiaba 20 g L ⁻¹	5,04	D	+17,20%
T42 - Água De Coco 5 g L ⁻¹	5,22	D	+21,39%
T2 - Suco De Acerola 5 g L ⁻¹	5,57	D	+29,53%
T38 - Leite Em Pó 5 g L ⁻¹	5,97	D	+38,83%
T39 - Leite Em Pó 10 g L ⁻¹	5,98	D	+39,06%
T40 - Leite Em Pó 15 g L ⁻¹	6,14	D	+42,79%
T35 - Leite de pacotinho 10 g L ⁻¹	6,24	D	+45,11%

Fonte: Murilo Weber (2026).

Resultados semelhantes são relatados na literatura, onde substâncias de origem natural, especialmente aquelas ricas em ácidos orgânicos e compostos fenólicos, apresentam atividade antifúngica significativa sobre diferentes fitopatógenos (Tripathi & Dubey, 2004; Romanazzi *et al.*, 2016). Esses compostos atuam principalmente na desestabilização da membrana celular e na inibição de processos metabólicos essenciais ao crescimento dos fungos.

Além disso, a eficácia antifúngica das substâncias de origem natural varia de acordo com a composição química e a dosagem utilizada, uma vez que diferentes princípios ativos e concentrações promovem respostas distintas na inibição do crescimento fúngico (Sharma *et al.*, 2021), o que justifica as variações observadas entre os tratamentos testados.

Outro ponto relevante é que produtos com maior acidez, como os vinagres e os sucos cítricos, demonstraram superioridade no controle do patógeno. O pH reduzido e a presença de ácidos orgânicos exercem influência direta na fisiologia dos fungos, alterando a permeabilidade da membrana celular e inibindo processos metabólicos essenciais ao desenvolvimento micelial (Raveau *et al.*, 2020). Esses achados reforçam os resultados observados neste estudo, evidenciando a forte relação entre o grau de acidez dos compostos e a inibição de *Fusarium solani*.

Os resultados também sugerem que a eficácia antifúngica não depende exclusivamente da acidez dos tratamentos, mas possivelmente da presença conjunta de compostos bioativos, como fenólicos e flavonoides, que podem atuar de forma sinérgica na inibição do desenvolvimento fúngico. Esse comportamento pode

explicar diferenças observadas entre tratamentos com características químicas semelhantes, mas com níveis distintos de inibição do crescimento micelial.

Além da eficiência antifúngica observada, os tratamentos naturais avaliados apresentam potencial vantagem econômica quando comparados aos fungicidas sintéticos comercializados no mercado. Produtos como vinagre de maçã, vinagre de álcool e suco de limão possuem baixo custo e fácil acesso, especialmente para pequenos produtores e agricultores familiares. Dessa forma, o uso dessas substâncias pode contribuir para a redução dos custos de produção agrícola, além de diminuir a dependência de agroquímicos convencionais.

De modo geral, os resultados obtidos reforçam o potencial do uso de substâncias naturais como alternativa aos fungicidas sintéticos. No entanto, destaca-se a necessidade de estudos complementares para avaliar a eficácia desses tratamentos em condições de campo, bem como sua estabilidade, dosagem ideal e possíveis impactos na qualidade dos frutos. Dessa forma, o presente estudo contribui para o avanço de pesquisas voltadas ao desenvolvimento de métodos de controle mais sustentáveis na agricultura.

5. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que determinados tratamentos naturais, especialmente o vinagre de maçã, o suco de limão e o vinagre de álcool, foram capazes de promover a inibição total (100%) do crescimento micelial de *Fusarium solani* em condições *in vitro*. Esses achados evidenciam o elevado potencial antifúngico dessas substâncias, possivelmente

associado à presença de compostos ácidos e bioativos que interferem diretamente na estrutura e no metabolismo do patógeno.

Dessa forma, confirma-se a hipótese de que extratos e soluções de origem natural podem atuar de maneira eficaz no controle de fungos fitopatogênicos, destacando-se como alternativas promissoras aos fungicidas sintéticos. Além da eficácia observada, esses tratamentos apresentam vantagens relacionadas ao menor impacto ambiental, à redução de riscos à saúde humana e à maior acessibilidade, especialmente para pequenos produtores.

Entretanto, ressalta-se a necessidade de estudos complementares para avaliar a eficiência desses tratamentos em condições de campo, bem como sua estabilidade, dosagem ideal e possíveis efeitos sobre a qualidade dos frutos e do solo. Assim, conclui-se que o uso de substâncias naturais representa uma estratégia viável e sustentável para o manejo de doenças, contribuindo para o desenvolvimento de sistemas agrícolas mais equilibrados e menos dependentes de agroquímicos.

Recomenda-se, para trabalhos futuros, a realização de testes em condições de campo e pós-colheita, bem como análises relacionadas à estabilidade dos compostos naturais, viabilidade econômica e possível formulação de biofungicidas comerciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. Plant pathology. 5. ed. **Burlington: Elsevier Academic Press**, 2005.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. **Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente**, 2009.

CARVALHO, F. P. Pesticides, environment, and food safety. **Food and Energy Security**, v. 6, n. 2, p. 48–60, 2017.

FAO. FAOSTAT: Crops and livestock products. **Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2020.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. **Viçosa: UFV**, 2013.

GHINI, R.; KIMATI, H.; BETTIOL, W. Impactos ambientais do uso de agrotóxicos. **Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente**, 2016.

HERMOSA, R. *et al.* The genus *Fusarium*: biology and applications. **Microbiology Research**, v. 167, n. 1, p. 1–12, 2012.

IBGE. Produção Agrícola Municipal 2023. **Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2023.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides in the twenty-first century: fulfilling their promise? **Annual Review of Entomology**, v. 65, p. 233–249, 2020.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. The *Fusarium* Laboratory Manual. **Ames: Blackwell Publishing**, 2006.

MOSTAFALOU, S.; ABDOLLAHI, M. Pesticides and human chronic diseases: evidences, mechanisms, and perspectives. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 268, p. 157–177, 2013.

NICOLOPOULOU-STAMATI, P. *et al.* Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. **Frontiers in Public Health**, v. 4, p. 148, 2016.

RAVEAU, R.; FONTANA, A.; LEBRUN, M. Plant extracts as potential alternatives to synthetic fungicides in crop protection. **Plants**, v. 9, n. 3, p. 365, 2020.

ROMANAZZI, G. *et al.* Recent advances on the use of natural compounds to control postharvest diseases of fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 122, p. 1–10, 2016.

SHARMA, A. *et al.* Essential oils as green pesticides: potential and constraints. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 31, p. 101–111, 2021.

SUMMERELL, B. A.; LESLIE, J. F.; BACKHOUSE, D.; BRYDEN, W. L.; BURGESS, L. W. (eds.). *Fusarium: Paul E. Nelson Memorial Symposium*. **St. Paul: APS Press**, 2010.

TRIPATHI, P.; DUBEY, N. K. Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 32, n. 3, p. 235–245, 2004.

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

² Agente Educacional. 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](#)