



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS



CARLOS EDUARDO GONÇALVES DE SOUZA

**AÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE PIMENTA-ROSA (*Schinus terebinthifolius*) NO
CONTROLE *in vitro* DE *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, AGENTE CAUSAL DA
SIGATOKA-NEGRA EM BANANEIRAS (*Musa sp.*)**

ARARAS

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIA AGRÁRIAS



CARLOS EDUARDO GONÇALVES DE SOUZA

**AÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE PIMENTA-ROSA (*Schinus terebinthifolius*) NO
CONTROLE *in vitro* DE *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, AGENTE CAUSAL DA
SIGATOKA-NEGRA EM BANANEIRAS (*Musa* sp.)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Agroecologia como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em
Agroecologia

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula de Oliveira Amaral Mello

ARARAS

2024

O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.

José de Alencar

*"Ao meu querido irmão Luiz Gustavo
Gonçalves de Souza - GG (in memoriam), que
nos deixou há pouco tempo, e que sempre se
orgulhou de mim e me inspirou compreensão
sobre todas as coisas..."*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maria de Fátima e Eduardo, por jamais medirem esforços para estarem ao meu lado, me apoiando e incentivando a seguir em frente, desde os meus primeiros passos. Os meus mais valentes heróis e meu melhor porto seguro em meio as tempestades da vida.

Aos meus queridos avós Otília, Agostinho (*in memorian*), Maura (*in memorian*) e Braulino (*in memorian*).

À minha grande esposa Josiely, por me proporcionar o sabor da dádiva de se amar e ser amado; pela paciência, carinho e pelo sorriso encantador que me conquista todos os dias, sem pedir nada em troca, apenas complacente enfim.

À minha sogra Maria Aparecida, que me faz o genro mais amado do mundo, me apoiando em todas as minhas decisões.

À Profa. Dra. Ana Paula de Oliveira Amaral Mello, que o destino a fez presente em minha vida de forma inusitada e que hoje me orgulho de ser orientado por esta profissional altruísta e paciente, detentora da arte do ensino.

Aos professores do curso de graduação em Agroecologia, aos técnicos e funcionários da UFSCar e do Centro de Ciências Agrárias, por tornarem tudo possível.

Em especial, *in memorian*, dedico minha pesquisa e formação acadêmica ao meu irmão Luiz Gustavo Gonçalves de Souza, altruísta e paciente por essência, dono da arte de se “querer o bem sem olhar a quem”, obrigado pelo seu amor.

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	9
2. SÍNTESE DA BIBLIOGRAFIA	10
2.1. Características da Pimenta rosa (<i>Schinus terebinthifolius</i>) e potencial para o uso como inibidora de crescimento de fungos	10
2.2. Importância e características culturais e fitossanitárias da cultura da Banana....	11
2.3. Manejo de doenças e importância do uso de alternativas ao agrotóxico	12
3. OBJETIVO.....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	13
4.1. Obtenção das amostras	13
4.2. Obtenção do óleo essencial	14
4.3. Desinfestação superficial.....	14
4.4. Tratamentos	14
4.4. Plaqueamento do fungo	15
4.5. Delineamento experimental.....	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
6. CONCLUSÃO.....	18
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

RESUMO

A bananicultura é uma atividade de extrema importância econômica, social e cultural, atrelada fortemente à agricultura familiar e conseqüentemente às questões da permanência do homem no campo. Para que este entenda a razão de sua intersubjetividade com o meio rural e que faça dela o sujeito de suas aspirações e expectativas futuras, os cultivos de base agroecológica podem ser um ponto a favor deste auto entendimento, uma vez que visam a obtenção de métodos de cultivo eficientes, seguros e com diminuição de riscos à saúde do homem e ao ambiente. Nesse sentido, este trabalho avaliou o efeito do óleo essencial da pimenta-rosa ou aroeira-mansa (*Schinus terebinthifolius*) no crescimento *in vitro* de colônias do fungo fitopatogênico *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, agente causal da Sigatoka-negra, que foi isolado de folhas de Bananeira (*Musa* sp) com sintomas da doença. O trabalho foi realizado com quatro tratamentos, realizados em placas de petri contendo meio de cultura batata-dextrose-agar (BDA) sendo: T1 (controle) sem aplicação do óleo, T2 com óleo adicionado ao meio BDA antes de solidificação, T3 óleo na superfície do meio já solidificado, e T4 óleo em papel filtro na tampa da placa. O óleo essencial de pimenta-rosa foi eficiente em inibir ou atrasar o crescimento micelial de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, em todos os métodos testados (tratamentos), porém a maior porcentagem de inibição ocorreu em T3 na concentração 400 µL/20 mL. Este resultado indica que o uso de óleo de pimenta rosa pode ser uma alternativa promissora no manejo da doença em contraposição ao uso excessivo de agrotóxicos na bananicultura.

Palavras-chave: manejo ecológico, fungo fitopatogênico, agricultura familiar,

ABSTRACT

Banana farming is an activity of extreme economic, social and cultural importance, strongly linked to family farming and consequently to the issues of man's permanence in the countryside. For man to understand the reason for his intersubjectivity with the rural environment and to make it the subject of his future aspirations and expectations, agroecological crops can be a point in favor of this self-understanding, since they aim to obtain efficient and safe cultivation methods that reduce risks to human health and the environment. In this sense, this study evaluated the effect of the essential oil of pink pepper or aroeira-mansa (*Schinus terebinthifolius*) on the in vitro growth of colonies of the phytopathogenic fungus *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, the causal agent of Sigatoka-negra, which was isolated from banana leaves (*Musa* sp) with symptoms of the disease. The study was carried out with four treatments, carried out in petri dishes containing potato dextrose agar (PDA) culture medium: T1 (control) without application of oil, T2 with oil added to the PDA medium before solidification, T3 oil on the surface of the already solidified medium, and T4 oil on filter paper on the plate lid. Pink pepper essential oil was efficient in inhibiting the mycelial growth of *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, in all methods tested (treatments), but the highest percentage of inhibition occurred in T3 at a concentration of 400 μ L/20 mL. This result indicates that the use of pink pepper oil may be a promising alternative in disease management as opposed to the excessive use of pesticides in banana farming.

Keywords: ecological management, phytopathogenic fungus, family farming

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A Banana é a quarta cultura alimentar economicamente mais importante depois do arroz, trigo e milho. Seu cultivo ocorre em mais de 120 países e tem a Índia como o maior produtor e o Equador como maior exportador (CHURCHILL, 2011). No Brasil, a bananicultura produz em torno de 8% do total mundial, ainda assim, apenas 1% é destinado à exportação (LICHTEMBERG & LICHTEMBERG, 2011).

A bananicultura é uma atividade de grande importância social e econômica no agronegócio brasileiro, e sua presença se dá principalmente pela agricultura familiar, embora haja atualmente uma crescente inserção de pequenos, médios e grandes empresários na cadeia produtiva desta cultura (LICHTEMBERG & LICHTEMBERG, 2011). Há, em seu cenário agrônomico, inúmeros entraves que dificultam o sucesso de sua produção entre os agricultores familiares, principalmente devido à fatores abióticos como a chuva, que propicia a proliferação de diversos patógenos, aumentando o uso de defensivos agrícolas e conseqüentemente seu custo de produção (CONAB, 2019).

Dentre os agentes patogênicos da Banana (*Musa* spp.), a Sigatoka Negra - *Mycosphaerella fijiensis* (anamorfose *Pseudocercospora fijiensis*) é o mais destrutivo do “complexo de doença da Sigatoka”, no entanto sua ação não mata as plantas imediatamente, mas as enfraquecem devido à redução de suas capacidades fotossintéticas, causando redução na quantidade e qualidade dos frutos (CHURCHILL, 2011).

Neste sentido, o enfoque agroecológico chega quando há a necessidade de se obter alternativas ao modelo mecanicista e reducionista adotado a partir da década de 1950, empregando grandes quantidades de agroquímicos. Conforme citado por Ramos (2001), a deriva quando da aplicação de um defensivo agrícola está diretamente relacionada à contaminação do aplicador, do meio ambiente e de culturas vizinhas. Além de causar prejuízos ao agricultor, já que boa parte do produto aplicado sofre deriva, não atingindo o alvo desejado e reduzindo a eficiência da aplicação, o que onera os custos de produção (RAMOS, 2001).

Estudos desenvolvidos com extratos vegetais ou óleos essenciais, obtidos a partir de plantas medicinais têm demonstrado grande potencial no controle de fitopatógenos (CUNICO et al., 1999). Tais produtos, apresentam ações

antimicrobianas e antifúngicas, e são relativamente seguros e largamente aceitos pelos consumidores (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2013), além de haver a possibilidade da diminuição dos custos de produção e dos impactos negativos ao meio ambiente.

A Pimenta rosa (*S. terebinthifolius*) não só é utilizada como condimento alimentar, mas traz também resultados satisfatórios referentes ao efeito de seu óleo essencial na inibição do crescimento micelial e na germinação de alguns fungos. (BASTOS et al, 2017).

Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo investigar a atividade antifúngica do óleo essencial de Pimenta rosa (*S. terebinthifolius*) frente ao patógeno *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, agente causal da Sigatoka negra da Bananeira (*Musa* spp.).

2. SÍNTESE DA BIBLIOGRAFIA

2.1. Características da Pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius*) e potencial para o uso como inibidora de crescimento de fungos

A pimenta rosa ou aroeira (*Schinus terebinthifolius*) pertencente à família Anacardiaceae, é uma espécie pioneira e nativa do Brasil, de casca fina e escamosa. Suas folhas são compostas por folíolos lanceolados e pontiagudos, abundantes flores, dispostas em pedículos, pequenas e brancas ou amarelo esverdeadas, cujo florescimento ocorre de setembro a janeiro. Seu perfume se assemelha ao da pimenta e são atrativos para abelhas e outros animais. O fruto é drupa vermelha e lustrosa com polpa comestível sendo muito procurada pela avifauna, frutificando de janeiro a julho (CLEMENTE, 2006; SANTOS et al., 2010; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2013).

As plantas produzem muitos dos metabólitos usados para suas funções vitais e contra micro-organismos e insetos predadores (MALAMUD, 2015).

De modo geral, podemos dividir os compostos químicos produzidos pelas plantas em dois grupos: 1. Metabólitos primários (ácidos graxos, açúcares e aminoácidos), espécies químicas essenciais à manutenção das funções vitais da planta; 2. Metabólitos secundários (terpenos, alcaloides e taninos, por exemplo), compostos de distribuição restrita, sem função clara na manutenção de seu ciclo de vida, mas relevantes em sua interação com o meio ambiente (CASTRO et al., 2001).

Segundo Cole (2008), a Aroeira é uma planta rica em óleos essenciais, podendo EM seus frutos chegarem a 10% no peso do fruto seco, enquanto galhos, folhas e inflorescências apresentam de 0,08 a 0,15% de óleo essencial. A casca contém, óleos essenciais, taninos, resinas e saponinas: as cascas frescas contêm 0,12% de óleo essencial e 13,9% de taninos.

O extrato etanólico das folhas da Pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius*) possui capacidade de inibição do crescimento de certas bactérias e fungos, tais como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Candida albicans*. O óleo essencial da planta é usado topicamente no tratamento de micoses e candidíases, sendo esta atividade atribuída à sua alta concentração de monoterpenos (LIMA et al., 2006)

Ensaios da atividade antifúngica evidenciaram que, dependendo da concentração e do patógeno, o crescimento de fungos fitopatogênicos pode ser inibido pela ação de diluições de óleo essencial da *Schinus terebinthifolius*. Dentre os fungos avaliados, admitiu-se que para o controle de uma população de *Alternaria spp.* é necessária uma concentração de 50% de óleo essencial (SANTOS, 2008).

2.2. Importância e características culturais e fitossanitárias da cultura da Banana

A bananeira (*Musa spp.*) é uma planta monocotiledônea e herbácea, apresenta caule subterrâneo (rizoma), de onde saem as raízes primárias, a parte externa constitui o pseudocaule, formado por bainhas foliares, a inflorescência sai do centro da copa e de cada conjunto de flores formam-se as pencas (7 a 15), segundo OLIVEIRA, R. L.; SANTOS, R. L.; LÚCIA, T. M. (2007). É encontrada geralmente em terrenos planos a levemente ondulados, não aceitando-se práticas culturais em terrenos com declividade acima de 30%. É importante que o solo seja bem areado e profundo, com mais de 75 cm para evitar o tombamento. A temperatura ideal para o desenvolvimento normal da planta situa-se em torno de 28°C. O nível de precipitação e umidade relativa do ar também influencia no nível de produção da bananeira, uma vez que sua morfologia requer constante hidratação de seus tecidos. A bananeira requer alta luminosidade, o que irá antecipar seu período de frutificação (OLIVEIRA et al, 2007). O cultivo da banana é por vezes desvantajoso, pois a planta frequentemente sofre com alterações climáticas, pestes e patógenos, de acordo com sua variedade ou cultivar (LIMA et al., 2006).

Dentre os problemas que afetam a bananicultura, o que causa mais prejuízo é o da Sigatoka negra, causada pelo fungo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, tendo como forma anamórfica *Pseudocercospora fijiensis* Deighton. Doença foliar que causa grandes perdas na produção, pois enfraquece a planta devido a sua completo necrose foliar, reduzindo suas capacidades fotossintéticas e aumentando o uso de fungicidas, contaminando o solo e causando danos principalmente à saúde de quem aplica, geralmente, o pequeno agricultor (HORA, 2009).

A Sigatoka-negra é, portanto, a mais grave e temida doença da bananeira no Mundo, e no Brasil, está presente nos Estados do Acre, Rondônia, Pará, Roraima, Amapá, Mato Grosso, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Minas Gerais. (BORGES & SOUZA, 2004)

Conforme descreve OLIVEIRA et al (2007), o fungo causador da Sigatoka-negra é o ascomiceto *Mycosphaerella fijiensis* Morelet (fase teliomórfica) / *Paracercospora fijiensis* (Morelet) Deighton (fase anamórfica). O esporo assexual de *Paracercospora fijiensis* (conídio) está presente durante as fases de estrias ou manchas jovens da doença, onde se observam conidióforos saindo dos estômatos da folha. A fase sexuada é considerada a mais importante na proliferação da doença, uma vez que os ascósporos (esporos sexuais) são produzidos em estruturas denominadas pseudotécios, na face superior da folha, durante as fases de pico da doença e em períodos de alta umidade e temperatura favorável. Fatores ambientais como umidade, temperatura e vento propiciam o aparecimento de lesões na planta, principal caminho para a disseminação dos esporos. Não há distâncias limitantes para sua disseminação, pois o vento, juntamente com a umidade em forma de chuva, dissemina a doença a pequenas e longas distâncias.

2.3. Manejo de doenças e importância do uso de alternativas ao agrotóxico

O aumento da produtividade é proporcional ao uso intensivo de produtos fitossanitários sintéticos, causando o aumento de problemas ambientais, já que muitos produtos são de amplo espectro de ação e persistentes no ambiente, o que causa desequilíbrio biológico, devido à ação sobre organismos não-alvo, incluindo agentes de controle biológico (MAMPRIM et al., 2013).

Para minimizar esses problemas, diversas pesquisas com produtos fitossanitários alternativos (PFA) têm sido desenvolvidas envolvendo biofertilizantes

(MEDEIROS et al., 2007), indutores de resistência e de produtos naturais com partes de plantas, caldas, extratos cítricos, que possuem ação inseticida, antimicrobiana e repelência. Esses produtos, em relação à produção agrícola, mostram ser mais seguros e viáveis do ponto de vista da sustentabilidade, visto que podem ser mais seletivos aos inimigos naturais (DANTAS et al., 2004).

Defensivos naturais podem ser classificados como de baixa toxicidade (grupo toxicológico IV), não sendo agressivo ao ser humano e à natureza, podendo ser eficientes no combate a insetos e micro-organismos fitopatogênicos. Além disso, apresentam custo reduzido para aquisição e simplicidade quanto ao manejo e à aplicação (PENTEADO, 2001).

Sendo assim, uso de óleo essencial torna-se uma medida alternativa de manejo, contrapondo ao uso de produtos agrícolas sintéticos, de forma a reduzir a dependência dos agricultores por insumos, especialmente aos danosos à saúde do agroecossistema (MONJELAT et al., 2018; ALBUQUERQUE, 2017).

Vale salientar sobre tudo, que o enfoque sistêmico tem sido aplicado na agricultura em resposta às crescentes críticas e falhas de projetos reducionistas, ao esgotamento do modelo convencional de interpretação e a uma análise da realidade com uma visão mais holística e multidisciplinar (PINHEIRO, 2000).

3. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi investigar a atividade antifúngica do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* no desenvolvimento *in vitro* de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, agente causal da Sigatoka negra em Bananeiras (*Musa* sp).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Obtenção das amostras

As amostras de folhas de bananeira foram coletadas em uma área produtora da região de Registro-SP, que há mais de 60 anos produz bananas nanica e prata, ambas do subgrupo *Musa acuminata*, e que, nos últimos anos, tem convivido com a presença deste fungo em suas plantações, e sofrido perdas significativas de produção devido a esta doença.

4.2. Obtenção do óleo essencial

O óleo essencial, extraído da semente de pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi) foi adquirido da empresa Terra Flor Aromaterapia. É rico em monoterpenos como α -pineno, d-limoneno e 3-careno e seus componentes têm potencial antimicrobiano, anti-inflamatório e antioxidante. Este óleo é extraído através de destilação a vapor (hidrodestilação) dos frutos maduros, um método que, conforme (Silva et al., 2005), permite a extração de uma maior quantidade de componentes ativos do óleo.

4.3. Desinfestação superficial

Foram coletados discos de folhas infectadas naturalmente com *Mycosphaerella fijiensis* Morelet de regiões sintomáticas na interface tecido doente/ tecido sadio, de aproximadamente 1 cm². Após o processo de retirada das amostras das folhas da banana nanica, iniciou-se a etapa da desinfestação superficial, que consiste na imersão dos discos em álcool 70%, para a quebra da tensão superficial da folha, com o objetivo de facilitar a ação do agente desinfestante, seguido de solução de hipoclorito de sódio (2,0-2,5% de cloro ativo) por 5-10 min., seguido de uma lavagem em água destilada autoclavada.

Logo após a desinfestação, os discos foliares foram depositados no centro de placas de Petri contendo 20 mL de meio de cultura BDA (Agar Batata Dextrose), em condições assépticas, na câmara de fluxo laminar. Após 3 dias, os discos de micélios foram repicados para novas placas contendo BDA que foram mantidas em BOD a 28°C por aproximadamente 5 dias.

4.4. Tratamentos

Tratamento 01 – Controle

Repicagem do fungo em placa de Petri contendo apenas meio de cultura BDA (Agar Batata Dextrose) – 20mL BDA

Tratamento 02 – Adição do óleo em meio de cultura antes da solidificação

Repicagem do fungo em placa de Petri, contendo BDA com óleo essencial de Pimenta Rosa acrescentado antes da solidificação – 20mL de BDA + 500 μ L de óleo essencial

Tratamento 03 – espalhamento superficial

Repicagem do fungo em placa de Petri contendo BDA e óleo essencial de Pimenta Rosa espalhado sobre a superfície do meio após solidificação – 20mL de BDA + 500 µL de óleo essencial

Tratamento 04 – Papel filtro embebido em óleo essencial

Repicagem do fungo em placa de Petri contendo BDA e, sob sua tampa, um disco de papel de filtro embebido em óleo essencial de Pimenta Rosa - 20mL de BDA + 500 µL de óleo essencial no filtro

4.4. Plaqueamento do fungo

Com a ajuda de um furador, os discos de micélio foram retirados do meio de cultura e plaqueados no centro das placas de Petri de cada teste, como descrito anteriormente.

As placas contendo as colônias foram então mantidas em câmara BOD a 28°C por até 12 dias e, ao final deste período, um novo plaqueamento era feito, porém com concentrações menores de óleo essencial de Pimenta Rosa (*Schinus terebinthifolius*), diminuindo-se 100 µL em cada ciclo de testes. Os testes foram conduzidos inicialmente com 800 µL/20mL do óleo essencial até 400 µL/20mL.

4.5. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi realizado em blocos inteiramente casualizados contendo 3 repetições de 4 tratamentos, cada totalizando 12 parcelas. Cada repetição consistiu-se em uma placa de Petri. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, seguido de aplicação de teste de comparação de médias de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, por meio do “software” AgroEstat (<https://www.agroestat.com.br/>).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos foram avaliados de três em três dias realizando-se medições do diâmetro do crescimento micelial da colônia com uso de régua, registradas em uma planilha e com fotografias e, aos 12 dias, finalizado (Figura 1). Para fins de análise estatística foram adotados os dados registrados aos 9 dias de avaliação.

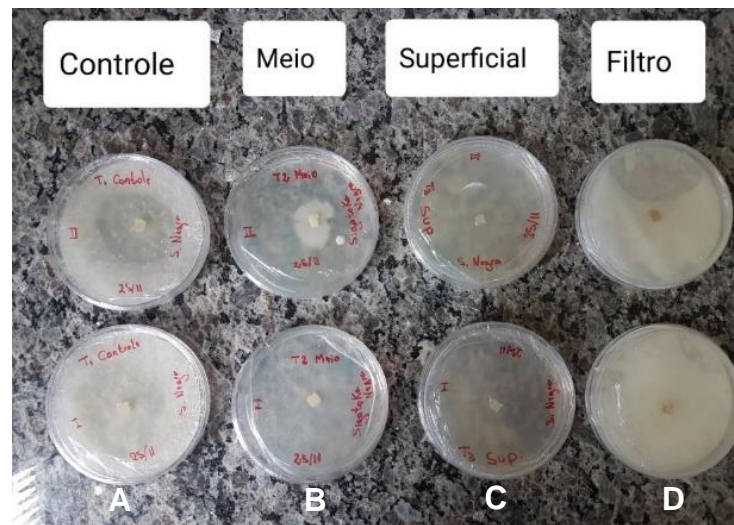


Figura 1 Colônias de *M. fijiensis* sob diferentes tratamentos de óleo essencial *Schinus terebinthifolius*, respectivamente A (T1 - controle), B (T2 – óleo adicionado ao meio antes da solidificação), C (T3 – óleo adicionado após solidificação do meio) e D (T4 – óleo em papel de filtro na tampa da placa) - 400 μ L/20mL

O resultado das medidas do diâmetro de crescimento micelial mostrou que os tratamentos T2 e T3, diferiram do controle, em todas as repetições do experimento. Diversas diluições foram testadas e os melhores resultados na eficácia do óleo em conter ou atrasar o crescimento micelial do patógeno ocorreram usando 400 μ l do óleo essencial / 20mL de BDA (Tabela 1). O extrato etanólico das folhas da Pimenta Rosa (*Schinus terebinthifolius*) possui capacidade de inibição do crescimento de certas bactérias e fungos, tais como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Candida albicans*. O óleo essencial da planta é usado topicamente no tratamento de micoses e candidíases, sendo esta atividade atribuída à sua alta concentração de monoterpenos (LIMA et al., 2006).

Os resultados do presente trabalho corroboram os estudos de SANTOS et al. (2010) que, avaliando a atividade antifúngica evidenciaram que dependendo da concentração e do patógeno, o crescimento de fungos fitopatogênicos pode ser inibido pela ação de diluições de óleo essencial da *Schinus terebinthifolius*.

O crescimento micelial de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet avaliado ao longo dos dias de avaliação (0 a 12), evidenciou a eficácia do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* em impedir completamente o crescimento micelial do patógeno no T3 (Tabela 2), parcialmente em T2 e atrasou seu crescimento no T4 (dados não

apresentados). Nota-se que o desenvolvimento do fungo ocorre rapidamente na placa controle, porém no T2, o crescimento é bastante lento e no T4, que avalia possível efeito volátil do óleo essencial, o crescimento se inicia lento e ao final da avaliação os micélios do fungo atingiram toda a extensão da placa. Essa inibição e/ou atraso no crescimento vegetativo do fungo, pode ter implicações em sua esporulação e consequentemente em sua patogenicidade.

Houve uma ação positiva do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* no atraso ou na inibição do crescimento micelial do patógeno (Figura 2). O contato direto do óleo essencial com o fungo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet foi capaz de inibir 100% do seu crescimento micelial. Na prática isso representa um potencial valor para o emprego na lavoura. Estudos futuros devem ser conduzidos para avaliar a capacidade de esporulação dos fungos que tiveram seu crescimento micelial reduzido.

Figura 2. Crescimento micelial de *M. fijiensis* no período de avaliação do experimento em tratamentos à concentração de 400 µL/20 mL de óleo essencial de pimenta-rosa.

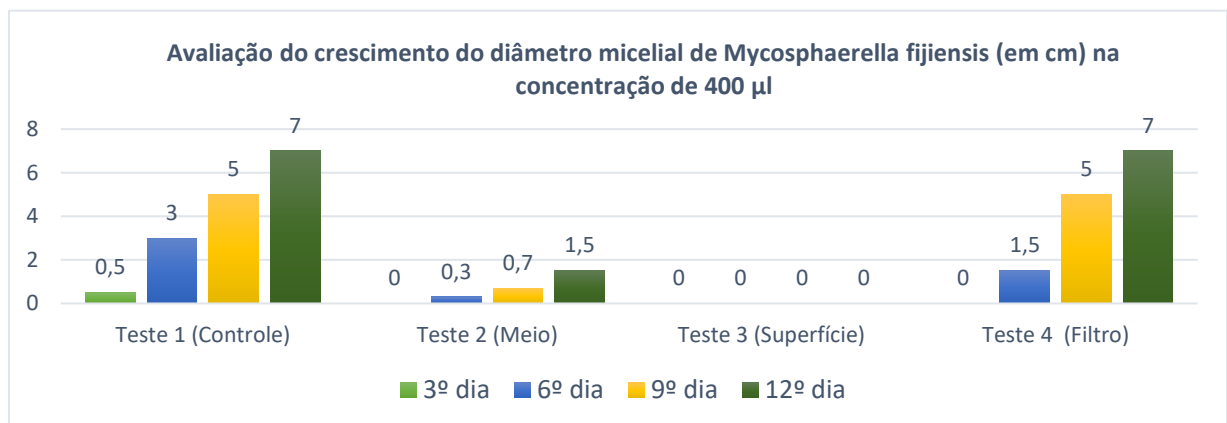


Tabela 2. Diâmetro médio (cm) e porcentagem de inibição (%) de *M.fijiensis* nos diferentes tratamentos com óleo essencial de *S. terebinthifolius* (400 µL/20mL) e controle

Tratamento	Média	% inibição
Controle (T1)	5 ^a	0
Meio (T2)	0,87b ¹	78,58
Superfície (T3)	0b ¹	100
Filtro (T4)	4,7 ^a	32,86
C.V.	32,43	%

¹ Médias seguidas por letra diferente diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Valor do coeficiente de variação = 32,43%.

Defensivos naturais podem ser classificados como de baixa toxicidade (grupo toxicológico IV), não sendo agressivo ao ser humano e à natureza, podendo ser eficientes no combate a insetos e microrganismos fitopatogênicos. Além disso, apresentam custo reduzido para aquisição e simplicidade quanto ao manejo e à aplicação (PENTEADO, 2001), abrangendo o acesso a todos os agricultores.

Sendo assim, o uso de óleo essencial pode tornar-se uma medida de manejo importante reduzindo a dependência dos agricultores por insumos externos e prejudiciais à saúde do homem e meio ambiente.

6. CONCLUSÃO

O óleo essencial de pimenta rosa *Schinus terebinthifolius*, em contato direto com o fungo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, na concentração de 400L/20mL foi eficiente em inibir 100% de seu crescimento micelial

A continuidade deste estudo em testes *in vivo* é de extrema importância para entender a dinâmica da ação antifúngica deste óleo em condições de campo, para que se possa afirmar seu uso como uma alternativa ecológica, segura à saúde e ao meio ambiente e acessível aos produtores comparado ao uso de agrotóxicos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, B. E. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana. Revista Brasileira de Fruticultura, [s.l.], v. 29, n. 5, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/fb/v29n5/21869.pdf>. Acesso em: 10 de Fev. 2024.

BASTOS, C. N.; SÉRGIO, P.; ALBUQUERQUE, B. E. Efeito do óleo de Piper aduncum no controle em pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana. Revista Brasileira de Fruticultura, [s.l.], v. 29, n. 5, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/fb/v29n5/21869.pdf>. Acesso em: 07 de março 2024

BORGES, J. A.; SOUZA, L. F. Ocorrência da Sigatoka Negra em bananeira causada por *Mycosphaerella fijiensis* no Estado de Mato Grosso. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 329-331, 2004.

CASTRO, H. F.; FERREIRA, F. A.; SILVA, D. J. H.; MOSQUIM, P. R. Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2001.

CHURCHILL, A. C. L. *Mycosphaerella fijiensis*, the black leaf streak pathogen of banana: progress towards understanding pathogen biology and detection, disease development, and the challenges of control. Molecular Plant Pathology, v. 12, n. 4, p. 307–328, 1 maio 2011.

CLEMENTE, A. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE BIOLÓGICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA PIMENTA-ROSA (*Schinus terebinthifolius* Raddi). [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2077/texto_completo.pdf?sequence=1>. Acesso em: 07 de novembro de 2024

COLE, E.R. **Estudo Fitoquímico do Óleo Essencial dos Frutos da Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) e sua Eficiência no Combate ao Dengue.** 2008. 82p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória

CONAB. Boletim Hortigranjeiro, Brasília, v. 5, n. 12, dez. 2019. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/hortigranjeiros-prohort/boletim-hortigranjeiro/item/download/30030_e8c65c8a62d55a150ed0ac80053494c0. Acesso em: 7 mar. 2024.

CUNICO MM, Miguel OG, Carvalho, JLS, Peitz C, Stamgarlin JR, Schwan-Estrada KRF, Cruz MES, Nozaki, MH 1999. Plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. Biotecnol Cien Desenvol 11: 16-21.

DANTAS, S. A. F.; OLIVEIRA, S. M. A.; BEZERRA NETO, E.; COELHO, R. S. B.; SILVA, R. L. X. da. Indutores de resistência na proteção do mamão contra podridões pós-colheita. Summa Phytopathologica, Recife, v. 30, n. 3, p. 314-319, 2004.

HORA, B. R. DA. AÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE SIGATOKA-NEGRA. p. 22–31, 2009.

LICHTEMBERG, L.A.; LICHTEMBERG, P.S.F. Avanços na bananicultura brasileira. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 29-36, 2011.

- MALAMUD, L. G. Metabólitos secundários e suas funções nas plantas. São Paulo: Editora Agrícola, 2015.
- MAMPRIM, A.P., ALVES, L.F.A., BONINI, A.K., FORMENTINI, M.A. and MARTINS, C.C., 2013. Efeito de defensivos agrícolas naturais e extratos vegetais sobre parâmetros biológicos de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok.Semina: Ciências Agrárias, vol. 34, no. 4, pp. 1451-1466.
- MEDEIROS, M. B.; ALVES, S. B.; LOPES, R. B.; BARBOSA, A. da S.; GARCIA, M. O.; BERZAGHI, M. Associação de biofertilizante líquido e fungos entomopatogênicos no controle do pulgão *Aphis* sp. em aceroleira (*Malpighia glabra* L.). Resumos. Revista Brasileira de Agroecologia, Manaus, v. 2, n. 2, p. 821- 824, 2007.
- MONJELAT, N. et al. AÇÃO DO EXTRATO VEGETAL DE PIMENTA-ROSA (*Schinus terebinthifolius*) NO CRESCIMENTO in vitro DE *Cercospora beticola* ISOLADO DE BETERRABA (*Beta vulgaris*) EDITAL. Director, v. 15, n. 2, p. 2017–2019, 2018.
- OLIVEIRA JUNIOR, L. F. et al. Efeito fungitóxico do óleo essencial de aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius* RADDI) sobre *Colletotrichum gloeosporioides*. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 15, n. 1, p. 150–157, 2013.
- OLIVEIRA, R. L.; SANTOS, R. L.; LÚCIA, T. M. Uso da bananeira (*Musa* spp.) no controle de parasitas em animais domésticos: do empirismo à ciência. Revista de Ciências Ambientais, Bogotá, v. 19, n. 11, 2007. Disponível em: <https://www.lrrd.org/lrrd19/11/oliv19158.htm>. Acesso em: 7 mar. 2024.
- PENTEADO, S. R. A Utilização dos Defensivos Alternativos na Agricultura: Histórico e Perspectivas. In: HEIN, M. (Org.). Resumos do 1º Encontro de Processos de Proteção de Plantas: controle ecológico de pragas e doenças. Botucatu: Agroecológica, 2001. p. 13-21.
- PINHEIRO, S. L. G. "O enfoque sistêmico e o desenvolvimento rural sustentável: Uma oportunidade de mudança da abordagem hard-systems para experiências com soft-systems" 1. [s.l.: s.n.]. Disponível em: http://www.geocities.ws/grupopeap/artigos/Pinheiro_2000_ADS.pdf. Acesso em: 08 de outubro de 2024
- RAMOS H. H. Menos deriva | Grupo Cultivar. n. 6, p. 16–19, 2001.
- SANTOS, A. C. A. DOS et al. Efeito fungicida dos óleos essenciais de *Schinus molle* L. e *Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae, do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 20, n. 2, p. 154–159, maio 2010.