

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS ARAPIRACA
CURSO DE AGRONOMIA

JORDANA DE LIMA LUCENA

**CONTROLE DO ÁCARO *Raoiella indica* HIRST (ACARI: TENUIPALPIDAE) COM
FUNGO PATOGÊNICO**

ARAPIRACA – AL
2024

JORDANA DE LIMA LUCENA

CONTROLE DO ÁCARO *Raoiella indica* HIRST (ACARI: TENUIPALPIDAE) COM
FUNGO PATOGÊNICO

Monografia apresentada como requisito final,
para conclusão do curso de Agronomia da
Universidade Federal de Alagoas – UFAL,
Campus de Arapiraca para obtenção do título
de bacharel em Agronomia.

Orientador: prof. Dr. Edmilson Santos Silva.

Coorientador: Dr. Emanuel Junior Pereira da
Silva.

ARAPIRACA – AL

2024



Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
Biblioteca Setorial Campus Arapiraca - BSCA

L935c Lucena, Jordana de Lima
Controle do ácaro *Raoiella indica* Hirst (acari: tenuipalpidae) com fungo patogênico/
Jordana de Lima Lucena. – Arapiraca, 2024.
33 f.: il.

Orientador: prof. Dr. Edmilson Santos Silva.
Coorientador: Dr. Emanuel Junior Pereira da Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia). - Universidade Federal de Alagoas, *Campus* Arapiraca, Arapiraca, 2024.
Disponível em: Universidade Digital (UD) – UFAL (*Campus* Arapiraca).
Referências: f. 32-33.

1. Ácaros de plantas 2. Pragas agrícolas 3. Pragas - Controle biológico 4. Fungos entomopatogênicos I. Silva, Edmilson Santos II. Silva, Emanuel Junior Pereira da III. Título.

CDU 63

Bibliotecária responsável: Gerlane Costa Silva de Farias
CRB - 4 / 1802

JORDANA DE LIMA LUCENA

CONTROLE DE ÁCAROS *Raoiella indica* Hist (Acari: TENUIPALPIDAE) COM FUNGO PATOGENICO

Monografia apresentada como requisito final, para conclusão do curso de Agronomia da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus de Arapiraca, sob a orientação do Professor Edmilson Santos Silva.

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **EDMILSON SANTOS SILVA**
Data: 05/03/2024 10:57:33-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Orientador: Prof. Dr. Edmilson Santos Silva
(UFAL Campus de Arapiraca)

Documento assinado digitalmente
 **RICARDO BARROS SILVA**
Data: 05/03/2024 11:04:45-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Ricardo Barros Silva
(UFAL Campus de Arapiraca)

Documento assinado digitalmente
 **RENATO DE ALMEIDA SILVA**
Data: 05/03/2024 11:20:46-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Me. Renato de Almeida Silva
(UFAL Campus CECA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me acompanhando em cada passo ao longo do curso.

Sou grata a minha família por ter contribuído para a conclusão deste curso, meu sonho realizado.

Agradeço a todos os amigos e colegas de turma por ter trilhado comigo essa jornada linda!

De uma forma especial quero agradecer ao meu orientador Edmilson Santos Silva pela orientação dedicada, paciência e valiosas contribuições que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Sou grata ao prof. Dr. Ricardo Brainer Martins por ter permitido a realização de parte dos trabalhos práticos no Laboratório de Fitopatologia, por todos os materiais cedidos e pelas orientações. À profa. Dra. Ana Paula por ter cedido às cepas de fungos. Ao Dr. Emanuel Júnior Pereira da Silva pela coorientação no trabalho e ao monitor e colaborador João Lucena de Deus Filho pela ajuda no desenvolvimento dos trabalhos práticos. A monitorar Emilly Queiroz pela ajuda dos trabalhos práticos. Ao pessoal da Pós Graduação, Me Renato Almeida pela ajuda no desenvolvimento do trabalho, a Me Roseneide Costa pela ajuda no trabalho, a Janiele Almeida pela ajuda no trabalho, ao Me Guilherme Veloso pela ajuda. Ao pessoal do PIBIC, Maria Laiane da Silva, pela ajuda no desenvolvimento do trabalho, ao Fernando Silva pela ajuda e ao Rubens Eduardo Silva pela ajuda.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para o meu crescimento acadêmico e pessoal ao longo dessa jornada. Este trabalho reflete não apenas meu esforço, mas a soma do apoio e colaboração de muitos, pelos quais sou profundamente grata.

RESUMO

O ácaro *Raoiella indica* também chamado de ácaro-vermelho-das-palmeiras, têm causado sérios danos em várias culturas, representando um desafio para a agricultura. O controle de ácaros tem sido tradicionalmente realizado por meio da utilização de agrotóxicos, todavia, esses métodos são prejudiciais ao meio ambiente, à saúde humana e à biodiversidade. Deste modo, o uso de agentes de controle biológico, como os fungos patogênicos, surge como uma alternativa promissora e sustentável. Os fungos entomopatogênicos têm sido estudados por sua capacidade de infectar e controlar insetos pragas, e recentemente tem sido investigado quanto à sua eficácia contra ácaros, incluindo *R. indica*. Por isto, a aplicação de fungos patogênicos específicos é uma estratégia eficaz no controle populacional do ácaro *R. indica*. Dessa forma, os fungos patogênicos infectam e causa mortalidade nos ácaros, reduzindo assim sua população e mitigando os danos causados às culturas hospedeiras. O objetivo deste estudo foi testar o fungo de *Fusarium fujikuroi*, em diferentes concentrações sobre o ácaro *R. indica*, visando o efeito acaricida. O experimento foi realizado no laboratório de Entomologia/Acarologia e Fitopatologia localizados na Universidade Federal de Alagoas (UFAL), *Campus* de Arapiraca, durante os meses de março a agosto de 2023, no que diz respeito à obtenção dos ácaros para os bioensaios, foram realizadas criações de *R. indica* em mudas de coqueiro *Cocos nucifera* (Arecaceae) para realização dos testes com fungo entomopatogênico. Obteve-se o fungo da espécie *F. fujikuroi* fornecido pela Profa. Dra. Ana Paula, da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Unidade de Penedo. Onde foi possível a partir desse micro-organismo fazer a repicagem do material para posteriormente preparar as concentrações no laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), *Campus* de Arapiraca. Para a obtenção do material vegetal, as folhas utilizadas nos bioensaios foram obtidas a partir de um bananal implantado, em uma área experimental da UFAL *Campus* de Arapiraca. Folhas de bananeiras da cultivar 'Prata Gorutuba' foram coletadas e logo em seguida encaminhadas ao laboratório para sua utilização nos experimentos. De acordo com os dados obtidos, a partir das concentrações 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 e 10^7 e controle proporcionaram mortalidade de 2,60%, 4,00%, 5,00%, 7,20%, 10,60%, 0,80%, respectivamente, na população dos ácaros testados. Os resultados apontam para um potencial elevado do fungo patogênico como agente biológico de regulação da população dessa praga. Este agente poderá ser mais uma ferramenta no manejo integrado do ácaro *R. indica*, proporcionando uma abordagem sustentável e segura para o controle dessas pragas em diferentes sistemas agrícolas. Por isto, conclui-se que o fungo *F. fujikuroi* teve efeito acaricida no controle de *R. indica* em bananeira.

Palavras-chave: manejo; bananicultura; *Raoiella indica*.

ABSTRACT

The *Raoiella indica* mite, also called red palm mite, has caused serious damage to several crops, representing a challenge for agriculture. Mite control has traditionally been carried out through the use of pesticides, however, these methods are harmful to the environment, human health and biodiversity. Therefore, the use of biological control agents, such as pathogenic fungi, appears as a promising and sustainable alternative. Entomopathogenic fungi have been studied for their ability to infect and control insect pests, and have recently been investigated for their effectiveness against mites, including *R. indica*. Therefore, the application of specific pathogenic fungi is an effective strategy for population control of the *R. indica* mite. It is believed that pathogenic fungi can infect and cause mortality in mites, thus reducing their population and mitigating damage to host crops. The objective of this study was to test the *Fusarium fujikuroi* fungus, in different concentrations, on the *R. indica* mite, aiming for the acaricidal effect. The experiment was carried out in the Entomology/Acarology and Phytopathology laboratory located at the Federal University of Alagoas (UFAL), Arapiraca Campus, during the months of March to August 2023, with regard to obtaining the mites for the bioassays, creations of *R. indica* in coconut seedlings *Cocos nucifera* (Arecaceae) to carry out tests with entomopathogenic fungus. The fungus of the species *F. fujikuroi* was obtained, provided by Profa. Dr. Ana Paula, from the Federal University of Alagoas (UFAL), Penedo Unit. Where it was possible to use this microorganism to subculture the material to later prepare the concentrations in the Phytopathology laboratory of the Federal University of Alagoas (UFAL), Arapiraca Campus. To obtain the plant material, the leaves used in the bioassays were obtained from a banana plantation located in an experimental area of the UFAL Campus of Arapiraca. Banana leaves from the cultivar 'Prata Gorutuba' were collected and then sent to the laboratory for use in experiments. According to the data obtained, from concentrations 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 and 10^7 and control provided mortality of 2.60%, 4.00%, 5.00%, 7.20%, 10.60%, 0.80%, respectively, in the population of mites tested. The results point to a high potential of the pathogenic fungus as a biological agent for regulating the population of this pest. This agent could be another tool in the integrated management of the *R. indica* mite, providing a sustainable and safe approach to control these pests in different agricultural systems. Therefore, it is concluded that the fungus *F. fujikuroi* had an acaricidal effect on the control of *R. indica* on banana tree.

Keywords: management; banana farming; *Raoiella indica*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 Histórico do <i>Raoiella indica</i> no Brasil	9
2.1.1 Biologia e ecologia de <i>Raoiella Indica</i>	12
2.2 Aspectos gerais dos ácaros	14
2.3 Desafios no controle de <i>Raoiella Indica</i>	15
2.3.1 Resistência a pesticidas convencionais	16
2.3.2 Impactos ambientais e preocupações com a saúde humana	17
2.4 Fungos patogênicos como alternativa de controle do <i>Raoiella Indica</i>	18
2.5 Eficácia contra <i>Raoiella Indica</i>	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Montagem do bioensaio	22
3.2 Avaliações	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

O ácaro *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) é conhecido por causar danos significativos em várias culturas agrícolas, incluindo plantações de palmeiras e outras plantas ornamentais e frutíferas.

É importante destacar que a busca por alternativas sustentáveis ao uso de pesticidas químicos são indispensáveis para a preservação dos ecossistemas agrícolas, e também para a preservação da saúde humana, sustentabilidade agrícola, resistência a pesticidas, minimização de danos às culturas, conservação da biodiversidade, impacto social e econômico, dentre outros (Fontes; Valadares, 2020).

De acordo com Freitas (2023), espécies de fungos patogênicos têm o potencial de controlar populações de ácaros, incluindo *R. indica*. Então, compreender melhor o mecanismo de ação desses fungos e sua eficácia sobre a praga, leva ao desenvolvimento de estratégias de controle mais eficientes.

O controle inadequado de ácaros pode levar a sérias consequências sociais, como: a redução da renda do produtor e perdas econômicas como a baixa produtividade da cultura, para comunidades agrícolas, especialmente em regiões onde as culturas afetadas têm importância econômica significativa. Por isto, pesquisar métodos de controle eficazes proporciona a melhoria e o sustento de agricultores e comunidades rurais (Barroso, 2019) elevando a produtividade.

Ressalta-se que o controle do ácaro na bananeira geralmente envolve uma combinação de métodos culturais, como poda e remoção de folhas afetadas, bem como o uso de práticas de manejo integrado de pragas, incluindo o uso de pesticidas quando necessário. A bananicultura tem grande importância econômica e social no mundo, pois além de ser um alimento complementar da alimentação humana, gera emprego, renda e contribui para a permanência do homem no campo (Ferreira, 2016).

O ataque de pragas está entre os fatores limitantes da produtividade mundial na cultura da banana, pois estas podem retardar o crescimento, desenvolvimento e produção das plantas atacadas, ou até mesmo, ocasionar a sua morte. Nesse contexto, o ácaro-vermelho-das-palmeiras (AVP), *R. indica*, tem sido relatado como uma das novas ameaças à cultura da bananeira no Brasil.

Apesar da importância de *R. indica* como potencial praga, no Brasil não há acaricidas registrados para o seu controle, em nenhuma cultura (Agrofit, 2023). No país, existe apenas um produto biológico registrado no MAPA (Ministério da

Agricultura, Pecuária e Abastecimento) para o controle desse ácaro-praga. Consiste no ácaro predador *Neoseiulusbarkeri* Hughes (Acari: Phytoseiidae) indicado em todas as situações com ocorrência do ácaro-vermelho-das-palmeiras (Agrofit, 2023). Vista a escassez de produtos fitossanitários no controle dessa praga, os fungos entomopatogênicos são importantes aliados no controle de pragas.

Esses microrganismos, embora passem despercebidos na lavoura, atuam no controle natural de diversas pragas. Os fungos entomopatogênicos são organismos capazes de colonizar diversas espécies de pragas, causando epizootias (enfermidades que podem causar a morte ou interferir na alimentação e reprodução de insetos e ácaros) (Aegro, 2023).

Uma alternativa para o controle de *R. indica* seria o uso de fungos entomopatogênicos. Assim, *fujikuroi* é uma espécie de fungo do gênero *Fusarium* é um dos mais importantes na fitopatologia mundial tendo nos últimos anos adquirido também importância devido à produção de micotoxinas responsáveis por doenças em pessoas e animais além de algumas espécies serem responsáveis por infecções oportunistas em pessoas, principalmente naqueles com deficiência imunológica.

A falta de métodos de controle integrado é considerada como um grande desafio, pois a implementação de abordagens de manejo integrado de pragas, que envolvem o uso combinado de métodos biológicos, culturais, físicos e químicos, pode ser limitada devido à falta de pesquisa e desenvolvimento de estratégias específicas para *R. indica*. Isso ressalta a necessidade de investimento em pesquisas para identificar e implementar medidas de controle sustentáveis e eficazes (Freitas, 2023).

Portanto, o controle de *R. indica* representa um grande desafio devido à sua rápida reprodução, resistência a agrotóxicos, impactos econômicos e ambientais, dificuldades logísticas e falta de métodos de controle integrado eficazes. Para lidar com essa praga de forma eficaz, é indispensável adotar uma abordagem abrangente e colaborativa, envolvendo pesquisa, monitoramento, educação e cooperação entre produtores, autoridades e especialistas em controle de pragas.

O objetivo deste estudo foi testar o fungo de *Fusarium fujikuroi*, em diferentes concentrações sobre o ácaro *R. indica*, visando o efeito acaricida.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A proliferação de ácaros fitófagos representa um desafio importante para a agricultura global, causando danos extensos às culturas e resultando em perdas econômicas substanciais. Entre esses ácaros, *R. indica* conhecido também como ácaro-vermelho-das-palmeiras, emergiu como uma ameaça particularmente preocupante devido à sua capacidade de infestar uma ampla gama de hospedeiros e sua rápida dispersão geográfica. O controle efetivo desse ácaro tornou-se uma prioridade para proteger os ecossistemas agrícolas e naturais (Fontes; Valadares, 2020).

No entanto, abordagens tradicionais de controle, como o uso intensivo de pesticidas, enfrentam desafios crescentes devido à resistência desenvolvida pelos ácaros, bem como as preocupações ambientais e de saúde humana associadas ao uso desses produtos químicos. Nesse contexto, a busca por alternativas de controle mais sustentáveis e ecologicamente viáveis é de suma importância (Bin, 2019).

Segundo Freitas (2023) uma estratégia emergente e promissora é o uso de fungos patogênicos como agentes de controle biológico contra o ácaro *Raoiella indica*. Esses fungos entomopatogênicos têm demonstrado eficácia na redução das populações de ácaros, oferecendo uma abordagem mais segura e sustentável para o controle de pragas agrícolas. Além disso, sua especificidade de hospedeiros minimiza o impacto sobre organismos não-alvo e preserva a biodiversidade local.

2.1 Histórico do *Raoiella indica* no Brasil

No Brasil, o *R. indica* foi identificado em 2009, em Boa Vista (RR). A partir daí, avançou para as regiões Nordeste, Sudeste e Sul. Logo, houve uma descoberta que ocorreu durante um levantamento para avaliar a presença desse ácaro em Santa Catarina, após sua identificação em várias outras regiões do Brasil nos anos de 2015, 2016 e 2017, em colaboração com outras instituições.

Em 2015, os pesquisadores da Unidade Tabuleiros Costeiros (SE) da Embrapa encontraram o mesmo ácaro em plantações de bananeiras em Aracaju, capital de Sergipe. A identificação dessa praga ocorreu quando os pesquisadores examinaram folíolos (parte das folhas) de diversas bananeiras que apresentavam sintomas de amarelecimento em vários bairros da cidade (Freitas, 2023).

Analisa-se um estudo de caso, no qual o ácaro *R. indica* foi detectado atacar coqueiros, dendezeiros e mais de noventa espécies de plantas, principalmente bananeiras, causando o amarelecimento severo e necrose das folhas e consequentemente a redução drástica da produtividade, principalmente em plantas novas. Diante disso, foi pela primeira vez que os técnicos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) registraram a presença do ácaro-vermelho-das-palmeiras *R. indica* em solo catarinense, mais especificamente no município de Tubarão (Costeiros, 2018).

Tal espécie representa uma ameaça tanto para a bananicultura quanto para a produção de palmeiras destinadas à obtenção de palmito, atividades econômicas importantes na região litorânea. Ildelbrando Nora, pesquisador da Epagri na Estação Experimental de Itajaí, que liderou o estudo, ressalta que esse ácaro possui o potencial de prejudicar as cadeias produtivas do estado, podendo causar danos a uma variedade de hospedeiros (Fig. 2).

Em 2017, o *R. indica* foi descoberto em amostras coletadas pela Cidasc, em um estabelecimento comercial em Tubarão, que vendia flores e plantas ornamentais. Este ácaro estava presente em palmeiras fênix (*Phoenix roebelenii* O'Brien) e palmeiras leque (*Licuala grandis* (hort. ex W. Bull) H. Wendl.), ambas plantadas em vasos para venda no varejo (Costeiros, 2018).

Figura 1 – Bananeira com a presença do *Raoiella indica*



Fonte: <https://alavoura.com.br/agricultura/fruticultura/alerta-vermelho-para-ataques-de-especie-de-acaro-em-cultivos-de-banana/>.

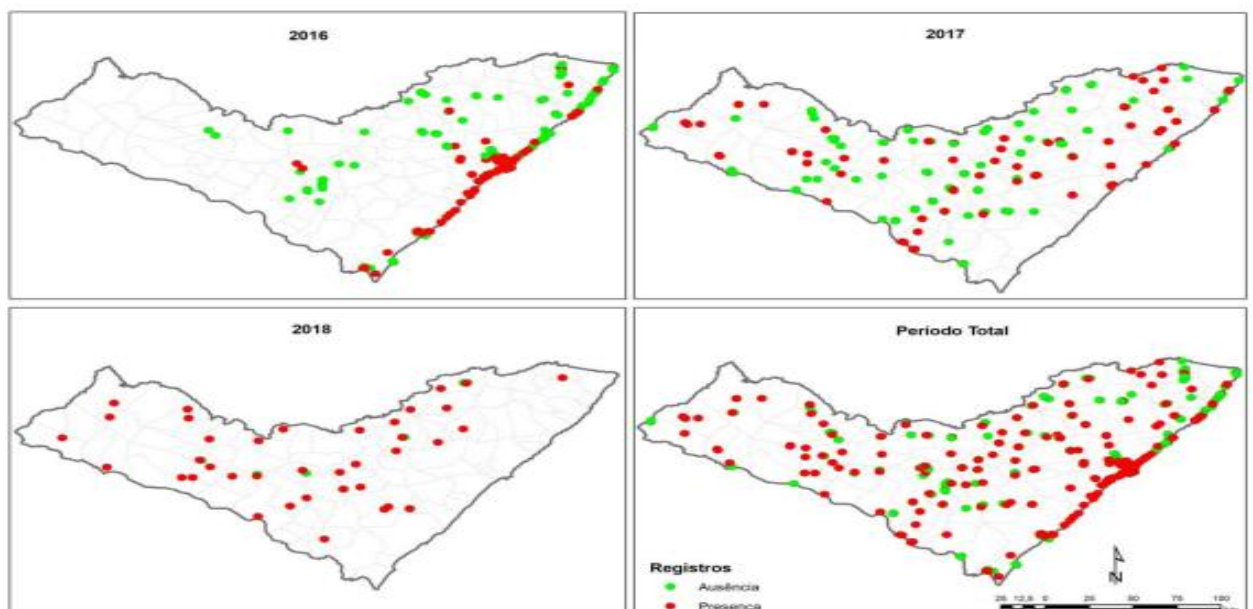
Dessa forma, mediante figura acima é facilmente visível que a bananeira acometida pelo ácaro *R. indica* enfrenta vários problemas que afetam tanto a planta quanto seus frutos. Algumas das principais consequências negativas são os danos nas folhas, a redução de frutos, o impacto na saúde das plantas e o prejuízo econômico (Domingos, 2015).

Na sequência analisam-se mais um estudo de caso com a presença do *R. indica* em todos os Municípios de Alagoas (Figura 2 e 3). A avaliação da distribuição temporal anual das inspeções revela que a maioria dos locais analisados no ano inicial (2016) correspondeu aos municípios litorâneos de Alagoas, próximos a Maceió, onde o primeiro caso da praga foi identificado (Souza, 2018).

No ano subsequente (2017), a presença do ácaro se alastrou para as cidades próximas à capital, adentrando o interior do estado, e houve um significativo aumento no número de ocorrências ao longo do litoral, tanto em direção ao norte quanto ao sul. Na terceira coleta anual (2018), foram registradas situações em municípios da região da mata alagoana, agreste e sertão, alcançando até a parte oeste do estado (Souza, 2018).

Observa-se a seguir os mapas das amostras realizadas entre 2016 a 2018, por Souza (2018):

Figura 2 – Mapas da distribuição anual e acumulada de *R. indica* no estado de Alagoas, com coletas de amostras realizadas entre 2016 e 2018



Fonte: Souza (2018).

Ressalta-se que as primeiras inspeções em Alagoas se concentraram nos municípios produtores de bananas e cocos, os quais corresponderam aos primeiros registros do ácaro-vermelho-das-palmeiras no estado. Todavia, nos dias atuais, o ácaro já está presente em todos os 102 municípios de Alagoas e, portanto, nas três mesorregiões do estado (Leste, Agreste e Sertão alagoanos) gerando uma grande preocupação a população em geral (Viana, 2021).

Neste viés, ressalta-se que o ácaro *R. indica* se alimenta perfurando e sugando os tecidos das folhas da bananeira. Isso resulta em descoloração, necrose e deformação das folhas, comprometendo sua capacidade de realizar fotossíntese. Como consequência, a planta pode apresentar sintomas de deficiência nutricional, como folhas amareladas e queda prematura (Viana, 2021).

Além dos danos causados diretos às folhas, a infestação por *R. indica* afeta negativamente a produção e a qualidade dos frutos da bananeira. A redução na capacidade de fotossíntese das folhas leva a uma diminuição na produção de carboidratos, afetando o crescimento e o desenvolvimento dos frutos. Além disso, a presença do ácaro nos cachos de banana causa danos diretos aos frutos, resultando em deformações, manchas e redução na qualidade comercializável (Freitas, 2023).

Dessa forma, enfatiza-se que os danos causados pelo ácaro *R. indica* podem enfraquecer a bananeira e torná-la mais suscetível a outras pragas e doenças. Plantas estressadas pela infestação de ácaros podem ser mais vulneráveis a infecções fúngicas e bacterianas, comprometendo ainda mais sua saúde e vigor (Souza, 2018).

Portanto, além dos impactos diretos na saúde e produção da planta, a infestação por *R. indica* pode resultar em prejuízos econômicos significativos para os produtores de banana. A redução na qualidade e quantidade dos frutos pode levar a perdas financeiras consideráveis, afetando a rentabilidade das plantações (Souza, 2018).

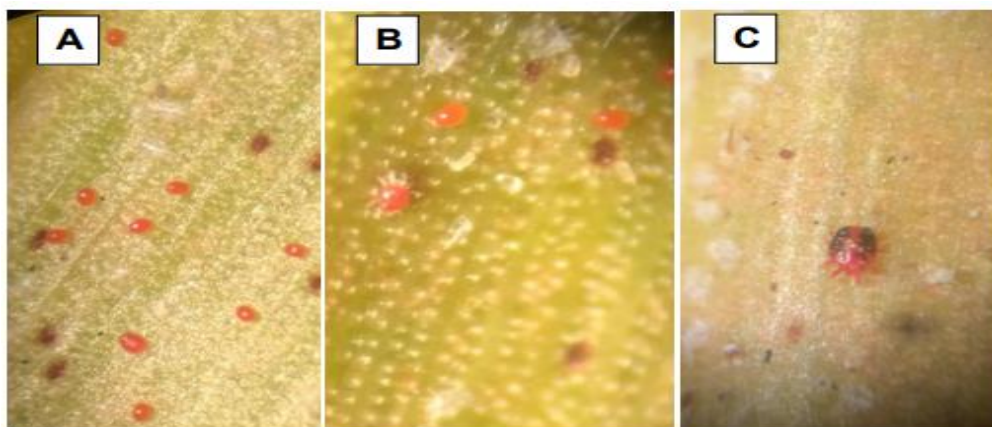
2.1.1 Biologia e ecologia de *Raoiella indica*

Raoiella indica também conhecido como ácaro-vermelho-das-palmeiras, é uma espécie de ácaro da família Tenuipalpidae originária do sudeste da Ásia. Este pequeno artrópode tornou-se uma praga globalmente importante devido à sua capacidade de causar danos sérios em uma ampla variedade de plantas hospedeiras,

principalmente em palmeiras ornamentais e culturas agrícolas tropicais e subtropicais (Freytez, 2012).

Observa-se na imagem o desenvolvimento do ácaro *R. indica* até a fase adulta:

Figura 3 - O ácaro-vermelho-das-palmeiras *R. indica* A) Ovos; B) Forma Jovem; C) Adulto



Fonte: (Souza, 2018).

Morais, Reis e Oliveira (2014) relatam em seu trabalho que em termos de biologia, *R. indica* é um ácaro extremamente prolífico e de rápido ciclo de vida. As fêmeas depositam seus ovos em grupos na parte abaxial das folhas de plantas hospedeiras, onde eclodem larvas e seguindo o ciclo com fases ninfas, que se desenvolvem rapidamente em adultos, completando o ciclo de duas a quatro semanas. Essa rápida taxa de reprodução permite que as populações de ácaros aumentem rapidamente em condições favoráveis (Santos, 2019).

Um estudo ecológico sobre *R. indica* mostra que essa espécie é altamente adaptável, capaz de prosperar em uma ampla variedade de ambientes e hospedeiros, com rápida capacidade de dispersão. Nesse delineamento, Santos (2019) comenta:

Raoiella indica prefere climas quentes e úmidos, mas também pode sobreviver em condições mais secas e em diferentes tipos de vegetação. Além disso, é capaz de se dispersar facilmente através do vento, roupas de pessoas, animais e equipamentos agrícolas, o que contribui para sua rápida disseminação e estabelecimento em novas áreas (Santos, 2019, p. 65).

Dessa forma, os danos causados por *R. indica* resultam da sua alimentação, que consiste na perfuração de células das folhas e tomada do conteúdo extraviado das plantas hospedeiras. Isso leva a morte celular e consequentemente observa

aclorose, necrose e queda precoce das folhas, reduzindo a capacidade da planta de realizar fotossíntese e absorver nutrientes, o que por sua vez afeta seu crescimento e produção (Santos, 2019).

2.2 Aspectos gerais dos ácaros

De acordo com Freitas (2023) os ácaros são organismos microscópicos classificados como Chelicerata, estreitamente relacionados às aranhas e carrapatos. Apesar de seu pequeno tamanho, eles desempenham funções significativas em vários ecossistemas, influenciando desde a decomposição de matéria orgânica até a saúde humana e animal.

As características morfológicas dos ácaros podem ser destacadas em eles possuírem 4 pares de pernas, corpo indiviso e a presença de queliceras, de estiletes, de rutela, setas, escudos, dorsais e ventrais. Em outros grupos ocorre a presença de somente 3 pares de pernas, outro com dois pares. Além disso, os ácaros mais bem estudados são aqueles que incluem espécies que parasitam ou causam danos diretos a seres humanos ou animais domésticos, além daqueles que causam danos em plantas cultivadas (Moraes; Flechtmann; 2008).

De modo geral, os ácaros seguem um padrão básico de reprodução, com a fertilização da fêmea e geração de descendentes que incluem machos e fêmeas. A fertilização pode ocorrer por meio da transferência indireta ou direta de esperma do macho para a fêmea. A transferência indireta é observada em diversos grupos de ácaros, como Prostigmata (Adamystidae, Anystidae, Bdellidae, Eriophyoidea, Erythraeidae, alguns Parasitengona aquáticos, Labidostommatidae e Tydeidae-Tydeinae) e nos Oribatida (Moraes; Flechtmann; 2008).

Nestes casos, os espermatozoides são depositados em estruturas em forma de cápsulas, chamadas espermatóforos, deixadas no ambiente. Ao encontrar os espermatóforos, as fêmeas os recolhem através de um poro específico, o oóporo (Moraes; Flechtmann; 2008).

O ciclo de vida dos ácaros é caracterizado por metamorfoses simples, geralmente envolvendo estágios de ovo, larva, ninfas e adulto. Em condições ideais de temperatura e umidade, seu ciclo de vida pode ser incrivelmente rápido, resultando em populações numerosas em um curto espaço de tempo. A reprodução pode ser

tanto sexuada quanto assexuada, dependendo da espécie e das condições ambientais (Oliveira, 2015).

Por fim, os hábitos alimentares dos ácaros variam bastante de acordo com as variadas espécies. Muitos são detritívoros, alimentando-se de matéria orgânica em decomposição, como restos vegetais e animais. Outros são parasitas, alimentando-se do sangue de animais ou se alimentando de fluidos. Algumas espécies de ácaros são conhecidas por causar danos a cultivos agrícolas e infestar produtos armazenados (Oliveira, 2015).

Ressalta-se que no controle biológico são usados diversos tipos de inimigos naturais, classificados como organismos combatentes. Os predadores, também são importantíssimos no controle biológico, pois eles se alimentam das pragas e não apresentam risco ao ecossistema (Oliveira, 2015).

Portanto, pode-se concluir que os ácaros são organismos notáveis que desempenham papéis importantes em uma variedade de ecossistemas. Suas características morfológicas únicas, ciclo de vida diversificado e hábitos alimentares variados destacam sua adaptação ecológica impressionante (Oliveira, 2015).

Todavia, sua capacidade de se reproduzir rapidamente e sua propensão para se tornarem pragas em ambientes domésticos e agrícolas ressaltam a necessidade de entender melhor sua biologia e comportamento para mitigar seus impactos negativos quando necessário (Freitas, 2023).

2.3 Desafios no controle de *Raoiella indica*

Segundo Oliveira (2015) uma única fêmea pode produzir centenas de ovos em questão de semanas, resultando em um rápido aumento populacional. Esse rápido ciclo de reprodução torna essencial a implementação de medidas de controle eficazes e rápidas (Oliveira, 2015).

Outro ponto, que chama bastante atenção é a resistência aos pesticidas. Isso porque o uso excessivo e indiscriminado de pesticidas levou ao desenvolvimento de resistência em algumas populações de *R. indica* de acordo com Quevedo (2018). Em suma, isso significa que alguns produtos químicos que anteriormente eram considerados eficazes no controle do ácaro podem não ser mais tão úteis atualmente, exigindo o desenvolvimento e a aplicação de novas estratégias de manejo integrado de pragas (Quevedo, 2018).

No mesmo sentido, Quevedo (2018) afirma que os danos causados por *R. indica* também são considerados desafios graves que podem ser devastadores para plantações de Palmaceae e Musaceae especialmente para bananeiras, coqueiros, pois eles conseguem afetar a produção de frutas, óleo de palma e outros produtos.

2.3.1 Resistência de pragas a pesticidas convencionais

A resistência das pragas a pesticidas convencionais é um grande desafio enfrentado na agricultura. As bananeiras são alvos de várias pragas e doenças que podem afetar tanto a qualidade quanto a produção de frutos (Botonn; Garrido, 2021).

Diante disso, é importante enfatizar que para combater esses problemas, é essencial que os agricultores recorram ao uso de pesticidas convencionais com o fim de evitar que as pragas afetem o desenvolvimento da planta bem como a produção de frutos (Quevedo, 2018).

Todavia, é importante destacar que ao longo dos anos, o uso repetido desses produtos pode levar ao desenvolvimento da resistência por parte das pragas, incluindo insetos e patógenos que afetam, principalmente, a cultura da bananeira (Botonn; Garrido, 2021).

Quando um único pesticida é usado repetidamente para controlar determinada praga ou doença, as populações dessa praga gradualmente desenvolvem resistência ao produto químico específico. Isso ocorre porque os organismos mais suscetíveis são eliminados, enquanto os resistentes sobrevivem e se reproduzem, passando seus genes de resistência para as gerações seguintes (Quevedo, 2018).

Por outro lado, como já explicado, o uso excessivo ou indiscriminado de pesticidas acelera o desenvolvimento de resistência nas populações de pragas. Logo, quando os pesticidas são aplicados em doses inadequadas ou em intervalos muito curtos, isso pode aumentar a pressão de seleção sobre as pragas, favorecendo o desenvolvimento de resistência (Viana, 2021).

Segundo Viana (2021) algumas pragas têm uma capacidade inata de metabolizar ou excretar os pesticidas antes mesmo que eles possam causar danos. Esses mecanismos de resistência genética podem ser selecionados quando os pesticidas são usados repetidamente, levando ao desenvolvimento de populações de pragas resistentes.

Para enfrentar os problemas referentes a resistência de pragas aos agrotóxicos, os agricultores precisam adotar táticas de manejo integrado de pragas, que envolvem o uso combinado de várias estratégias, como rotação de pesticidas, utilização de produtos biológicos, práticas culturais, como rotação de culturas e manejo adequado da irrigação, e monitoramento constante das populações de pragas (Viana, 2021).

2.3.2 Impactos ambientais e preocupações com a saúde humana

A disseminação e o controle de pragas agrícolas representam um grande desafio não somente para a agricultura como também para o meio ambiente, principalmente quando se trata de organismos invasores como *R. indica*. Esta praga tem sido uma fonte crescente de preocupação devido aos seus impactos ambientais e às implicações para a saúde humana (Adaime, 2018).

Nesse contexto, Adaime (2018) estabelece que:

Os impactos ambientais causados por *Raoiella indica* se destacam nas plantações afetadas. Este ácaro consegue acarretar danos significativos às folhas das árvores, principalmente das bananeiras e reduz a capacidade das plantas de realizar fotossíntese, e produzir seus frutos (Adaime, 2018, p. 20).

É importante destacar que as preocupações com a saúde humana também surgem devido aos métodos de controle que são utilizados para controlar a população do ácaro. Muitas vezes, pesticidas e outros produtos químicos são empregados para combater infestações de *R. indica*, mas não são eficazes para impedir a infestação (Adaime, 2018).

Nesse contexto, ressalta-se ainda que esses produtos podem ter impactos negativos na saúde humana, causando problemas respiratórios, dermatites e outros problemas relacionados à saúde. Além disso, o uso excessivo de pesticidas pode contaminar o solo e a água, afetando não apenas a saúde das pessoas, mas também a saúde dos ecossistemas locais (Quevedo, 2018).

O controle eficaz de *R. indica*, requer uma abordagem equilibrada que leve em consideração tanto os impactos ambientais quanto as preocupações com a saúde humana. Isso pode envolver o desenvolvimento e a implementação de estratégias de manejo integrado de pragas que minimizem o uso de produtos químicos e promovam práticas agrícolas sustentáveis. Ou seja, um desafio complexo que requer uma

abordagem holística e colaborativa para mitigar seus impactos ambientais e proteger a saúde humana (Adaime, 2018).

2.4 Fungos entomopatogênicos como alternativa de controle de *Raoiella indica*

Os fungos entomopatogênicos têm sido cada vez mais reconhecidos como uma alternativa promissora e sustentável no controle de pragas agrícolas, incluindo o *R. indica*. Assim, ao contrário dos produtos químicos convencionais, esses fungos oferecem um controle biológico que é mais segura para o meio ambiente e para a saúde humana (Freitas, 2023).

Deste modo, uma das principais vantagens dos fungos entomopatogênicos é sua capacidade de infectar e matar as pragas de forma seletiva, sem afetar negativamente outras espécies não alvo, como insetos benéficos e polinizadores. Isso reduz os efeitos variados sobre os ecossistemas agrícolas e promove a conservação da biodiversidade (Costa; Lopes; Diniz, 2022).

No mais, destaca-se que os fungos entomopatogênicos têm sido amplamente estudados quanto à sua eficácia no controle de pragas específicas, principalmente o *R. indica* (Costa; Lopes; Diniz, 2022).

De acordo com Costa, Lopes e Diniz (2022) certas espécies de fungos, como por exemplo, *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, infectam e reduzem significativamente as populações de *R. indica* proporcionando uma alternativa eficaz aos pesticidas convencionais.

Por outro lado, outra vantagem dos fungos entomopatogênicos é sua capacidade de se multiplicar e persistir no ambiente, proporcionando um controle contínuo das pragas mesmo após a aplicação inicial. Isso pode ter reduções sustentáveis nas populações de ácaros ao longo do tempo, ajudando a manter a saúde das plantas e a produtividade das culturas (Adaime, 2018).

Os fungos entomopatogênicos são seguros para os seres humanos e outros organismos não alvo, tornando-os uma opção atraente para agricultores preocupados com a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental. Eles também são compatíveis com outras práticas agrícolas, como a rotação de culturas e o uso de culturas de cobertura, contribuindo para sistemas agrícolas mais resilientes e sustentáveis (Andrade, 2009). Todavia, é importante reconhecer que o uso de fungos entomopatogênicos como alternativa de controle de pragas ainda enfrenta desafios,

incluindo a necessidade de mais pesquisas para otimizar sua eficácia e a aceitação e adoção por parte dos agricultores. Além disso, é importante considerar a regulamentação e o manejo adequado para garantir que esses organismos sejam utilizados de forma segura e responsável (Costa; Lopes; Diniz, 2022).

Em síntese, compreende-se que os fungos patogênicos representam uma alternativa promissora e sustentável no controle de pragas agrícolas, incluindo o *R. indica*. Assim, com mais estudos e pesquisas acerca da temática em questão, bem como, educação e adoção por parte dos agricultores, esses organismos possuem um potencial gigante para desempenhar uma função de suma importância na promoção da agricultura sustentável e na redução do uso de pesticidas químicos (Quevedo, 2018).

2.5 Eficácia contra *Raoiella indica*

A eficácia no controle do *R. indica* tem sido uma preocupação crescente na sociedade como um todo devido aos prejuízos que causa às bananeiras e às plantações em geral. Inúmeras abordagens tais como: novas tecnologias de aplicação, manejo integrado de pragas, controle biológico, rotação de culturas, e feromônios para atração e eliminação de pragas, têm sido exploradas para combater essa praga, com diferentes níveis de sucesso e alguns insucessos (Passos, 2015).

Conforme acima mencionado, algumas espécies de fungos podem infectar e reduzir significativamente as populações de ácaros, proporcionando uma alternativa eficaz contrária aos pesticidas convencionais. Esses fungos atacam os ácaros, penetrando em seus corpos e causando infecções fúngicas, levando à mortalidade (Coelho, 2017).

Afirma-se ainda que além dos fungos, outros métodos de controle biológico têm sido explorados, como o uso de predadores. A introdução desses organismos na área afetada pode ajudar a regular as populações de *R. indica* de forma mais equilibrada e sustentável (Costa; Lopes; Diniz, 2022).

No entanto, é importante reconhecer que a eficácia dessas táticas pode variar, dependendo das condições ambientais, do estágio de infestação e de outros fatores. Além disso, o sucesso no controle do *R. indica* muitas vezes requer uma estratégia integrada, que combina diferentes métodos de controle, como o uso de agentes biológicos em conjunto com práticas culturais e medidas preventivas (Viana, 2021).

Dessa forma, outras medidas de controle, como o uso de acaricidas químicos, também podem ser consideradas, embora sua utilização deva ser cuidadosamente monitorada devido aos potenciais impactos ambientais e à resistência desenvolvida pelos ácaros ao longo do tempo (Costa; Lopes; Diniz, 2022).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no laboratório de Entomologia e Acarologia e Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), *Campus* de Arapiraca, durante os meses de março a agosto de 2023.

No que diz respeito a obtenção dos ácaros para possibilitar a montagem dos bioensaios foi necessário realizadas criações do ácaro *R. indica* em mudas de coqueiro *Cocos nucifera* (Arecaceae) para realização dos testes com fungo entomopatogênico.

Com mudas de coqueiro já estabelecidas em vasos no entorno do Lab. De Entomologia e Acarologia, procedeu-se a infestação das mudas com ácaros advindos das coletas em campo. A criação foi mantida em condições não controladas, as mudas foram cultivadas em vasos com capacidade para 20 L e dimensões de 97 cm (circunferência) e de 28,5 cm (altura). As mudas foram plantadas em vaso com solo arenoso e adubação convencional para a cultura. A irrigação era feita diariamente.

A cepa do fungo entomopatogênico *Fusarium fujikuroi* foi fornecido pela Profa. Dra. Ana Paula da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Unidade de Penedo e a repicagem do mesmo, ocorreu no laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), *Campus* de Arapiraca. Uma pequena fração do fungo do estoque foi retirada com o auxílio de uma alça de metal e adicionado em uma placa contendo meio de cultura BDA (Batata, Dextrose e Ágar). Após esse procedimento as placas foram fechadas com plástico firme e adicionada a etiqueta.

Figura 4 - Preparo das placas com BDA para repicagem do fungo *Fusarium fujikuroi*



Fonte: Autora (2023).

Figura 5 - Procedimento de repicagem do fungo *Fusarium fujikuroi*



Fonte: Autora (2023).

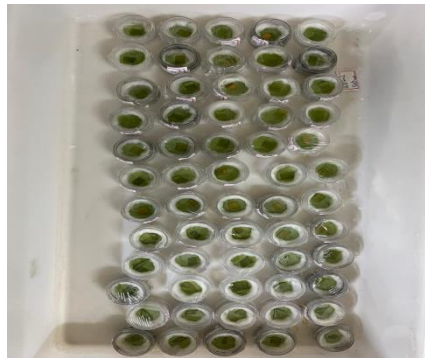
3.1 Montagem do bioensaio

Para a realização do bioensaio utilizou-se folhas de bananeira oriundas de plantas do pomar de bananas na área experimental da UFAL *Campus* de Arapiraca.

As folhas de bananeiras foram retiradas da cultivar 'Prata Gorutuba' e logo em seguida encaminhadas ao laboratório para utilização nos experimentos. Posteriormente, os folíolos da cultivar Prata Gorutuba foram transferidos para unidades experimentos, sobre os discos de algodão umedecido com água destilada estéril.

Sobre os discos de folhas de bananeira da cultivar uma secção de folhas de coqueiros infestada com os ácaros para os quais foram quantificados, mantendo em cada disco 10 fêmeas adultas de idade desconhecida. Para evitar o contato direto do pincel com as fêmeas e para não haver estresse dos mesmos optou-se pelo corte da folha de coqueiro infestada com os ácaros. Essas unidades experimentais receberam pedaços de algodão umedecidos com água destilada para evitar a perda da turgescência dos discos foliares.

Figura 6 - Folhas de bananeiras da cultivar 'Prata Gorutuba'



Fonte: Autora (2023).

Dessa forma, para fazer o teste de mortalidade, as suspensões foram preparadas a partir de fungos produzidos em BDA (Batata, Dextrose e Ágar). Depois que os fungos já estavam com conídios suficientes para fazer as concentrações de 10^7 foi realizada a diluição do fungo com água destilada estéril (ADE), com o auxílio de um bastão de vidro foi possível passar pela camada de conídios da placa, posteriormente foi feita a contagem dos conídios em câmara de Neubauer. Quando a suspensão com a concentração padrão estava preparada foi feita a diluição das demais concentrações a partir da 10^7 . E assim obteve-se as diluições 10^6 , 10^5 , 10^4 e 10^3 .

Figura 7 - Processo do preparo da suspensão com água destilada estéril



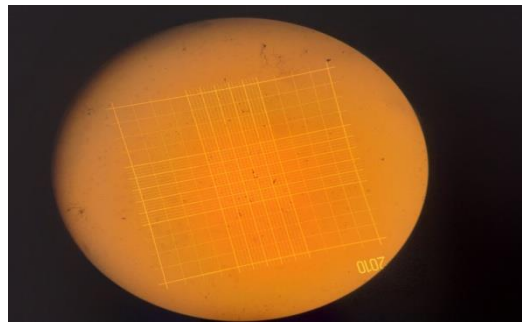
Fonte: Autora (2023).

Figura 8 - Preparo da lâmina de Neubauer para contagem de esporos



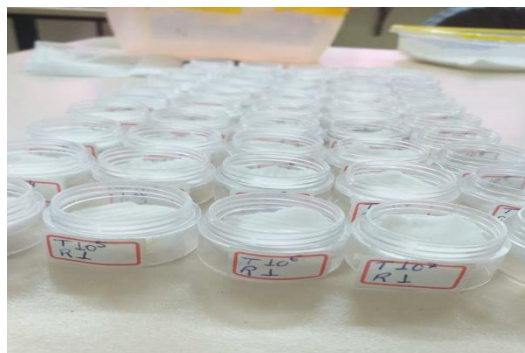
Fonte: Autora (2023).

Figura 9 - Imagem do campo de contagens da lâmina de Neubauer feita através do microscópio.



Fonte: Autora (2023).

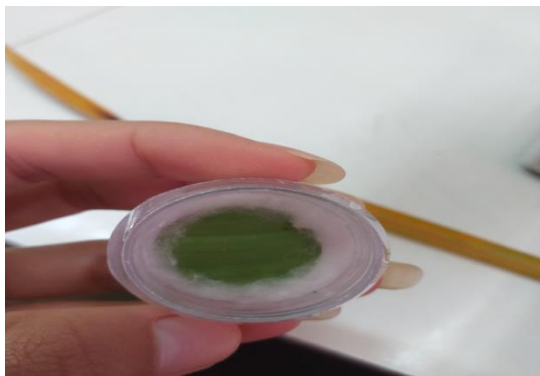
Figura 10 - Placas de acrílico utilizadas no experimento



Fonte: Autora (2023).

Sobre estes experimentos, foram colocados discos de folhas da cultivar 'Prata Gorutuba', em seguida, foram transferidas 10 fêmeas adultas do ácaro *R. indica* para cada arena.

Figura 11 - Folhas de bananeiras da cultivar 'Prata Gorutuba' em arena



Fonte: Autora (2023).

De cada concentração foi retirada uma dose de 2,5 mL das concentrações especificadas do fungo, as quais foram transferidas para o copo receptor de líquidos de um nebulizador.

Figura 12 - Tratamento submetido a uma concentração através de um nebulizador



Fonte: Autora (2023).

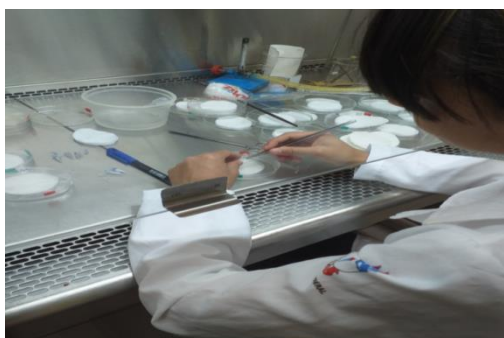
Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, constando de 5 tratamentos mais a testemunha e 10 repetições de cada tratamento, utilizando-se diferentes concentrações das suspensões fúngicas, na concentração de 10^7 conídios/mL até 10^3 conídios/mL e controle (água destilada estéril). O nebulizador estava acoplado a uma câmara plástica e no seu interior colocava-se as distribuições experimentais com os ácaros. Para receber a pulverização através de uma nevoa formada no nebulizador. Foi utilizado o nebulizador, pois proporciona uniformidade de aplicação dos conídios sobre os ácaros.

3.2 Avaliações

As avaliações foram feitas em 24, 48, 72, 96 e 120 horas após a nebulização de cada suspensão fúngica. A cada dia que as avaliações eram realizadas os ácaros mortos eram colocados em micro tubos ependorff com algodão. Os ácaros mortos eram separados por tratamento, repetição e horas, dos demais. Após as avaliações da mortalidade. Os ácaros foram encaminhados para o laboratório de fitopatologia para o procedimento da confirmação do agente casual. Foi necessário utilizar câmara de fluxo laminar para realizar o procedimento. Foram utilizadas placas de acrílicos, algodão, água destilada estéril, pincel de cerdas fina, papel filtro, plástico filme, tesoura, caneta.

Em uma placa de acrílico foi adicionado um disco de algodão umedecido com água destilada estéril, posteriormente era adicionada um disco de papel filtro por cima do algodão umedecido, após a câmara úmida feita os ácaros foram retirados dos micro tubos com o auxílio de um pincel de cerdas finas e colocados nas câmaras úmidas, após esse procedimento os recipientes foram fechadas com plástico filme. Posteriormente, as câmaras úmidas foram levadas para o laboratório de Entomologia e Acarologia da Universidade Federal de Alagoas, *Campus* de Arapiraca. Foram armazenadas na BOD. Após 4 dias foi possível analisar o desenvolvimento dos fungos sobre os ácaros. Desta forma as placas com desenvolvimento fúngico sobre os ácaros foram quantificadas e as demais sem o desenvolvimento do fungo foram descartadas.

Figura 13 - Procedimento para o preparo da câmara úmida



Fonte: Autora (2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença entre os tratamentos contendo as seguintes concentrações: 10^7 , 10^6 , 10^5 em relação à mortalidade mediado pelo efeito toxicológico do fungo entomopatogênico sobre *R. indica* em bananeira. Observa-se que as concentrações de 10^4 e 10^5 foram iguais estaticamente. Comparativamente tem-se que o tratamento controle e 10^3 foram semelhantes entre si.

Os resultados de mortalidade confirmam o efeito acaricida do fungo *F. fujikuroi* entomopatogênico sobre *R. indica* em bananeira, pois houve diferença estática entre os tratamentos, observa-se também que quanto maior a quantidade de esporos, mais elevada foi a mortalidade dos ácaros.

No tratamento controle houve uma pequena mortalidade, isto é previsto uma vez que os ácaros utilizados para tal objetivo não tinham idade conhecida, com isto pode ter ocorrido a mortalidade em função do aborçado ou pelo manuseio no momento de transferir os espécimes para as unidades experimentais.

Tabela 1. Resultados de mortalidade média do efeito toxicológico do fungo entomopatogênico sobre *Raoiella indica* em bananeira

Concentrações (%)	Mortalidade média (%)
10^3	2,60 d
10^4	4,00 c
10^5	5,00 c
10^6	7,20 b
10^7	10,60 a
Controle	0,80 d

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5%

Fonte: Autora (2023).

Nos testes de confirmação para se ter a certificação que os ácaros foram mortos pelo fungo, observou-se que todos os indivíduos submetidos à condição do

teste possibilitaram o crescimento do fungo no meio em que foram submetidos. Dessa forma atesta-se que de fato, os ácaros foram mortos pelo fungo em que foram submetidos.

Tabela 2. Resultados de mortalidade confirmada do efeito toxicológico do fungo entomopatogênico sobre *Raoiella indica* em bananeira

Concentrações (%)	Mortalidade média (%)
10^3	1,80 a
10^4	1,00 a
10^5	2,40 a
10^6	2,20 a
10^7	1,60 a
Controle	0,00 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5%

Fonte: Autora (2023).

Neste teste de confirmação da mortalidade dos ácaros, foram submetidos também todos os ácaros encontrados mortos na testemunha, porém observou-se que não houve crescimento micelial sobre os ácaros, reafirmando que a causa da morte dos mesmos foi por outras razões que não infecção por fungo.

Deste modo, a utilização de fungos patogênicos como agentes de controle biológico é altamente seletivo, visando especificamente os ácaros alvo sem afetar adversamente outros organismos não-alvo. Isso contribui para a conservação da biodiversidade e para o equilíbrio dos ecossistemas (Bin, 2019).

Assim sendo, estudar o controle de ácaros *R. indica* com fungos patogênicos é fundamental não apenas para proteger as culturas agrícolas, mas também para promover práticas agrícolas mais sustentáveis e mitigar os impactos negativos sobre o meio ambiente e a sociedade (Freitas, 2023).

Nesse sentido, é importante enfatizar que a bananeira *Musa* spp. (Musaceae) é uma das culturas de maior produção mundial e seu principal produto é a banana, considerada a fruta mais comercializada no mundo (Saabor, 2000). Além da fruta,

outras partes da planta são aproveitadas como as fibras para a produção de artesanato e o palmito na alimentação humana (Capitani; Garavello, 2007).

Compreende-se que na bananeira, *R. indica* é encontrado na superfície abaxial das folhas e, os danos causados em altas infestações são o amarelecimento severo das folhas, que evoluem posteriormente para necrose (Teodoro, 2016).

Nas localidades onde *R. indica* já foi encontrado, alguns métodos de controle estão sendo estudados, objetivando diminuir os impactos da praga (Barros, 2017) e manter o nível populacional desse ácaro em um limiar que não cause danos econômico (Domingos, 2015). Dentre estes, merecem destaque o controle químico (Rodrigues; Peña, 2012; Assis, 2013), o controle alternativo com acaricidas botânicos (Souza, 2018) e a resistência varietal. Outro método de controle que pode ser aplicado para *R. indica* é o biológico (Domingos, 2013; Carillo, 2011).

A utilização de fungos no controle de ácaros é uma estratégia importante na agricultura e na proteção de cultivos. Os ácaros são pequenos artrópodes que podem causar danos significativos às plantas, reduzindo a qualidade e o rendimento das colheitas. Os fungos entomopatogênicos, ou seja, fungos que infectam e matam insetos e ácaros, são utilizados como agentes de controle biológico para combater pragas de maneira sustentável e eficaz (Freitas, 2023).

O controle de ácaros *R. indica* com fungos patogênicos é fundamental para estabelecer uma base sólida de conhecimento sobre o tema. Nessa etapa, serão explorados estudos científicos, artigos acadêmicos e outras fontes relevantes para compreender a biologia e ecologia do ácaro *R. indica*, os métodos tradicionais de controle de ácaros em agricultura, bem como a eficácia e os benefícios do uso de fungos patogênicos no controle biológico de pragas (Bin, 2019).

O uso do fungo do gênero *Fusarium* no controle do ácaro *R. indica* tem sido objeto de interesse crescente devido à sua promessa como uma alternativa ecologicamente segura e eficaz aos pesticidas sintéticos. Pode-se verificar que existem diversas pesquisas com o objetivo de investigar sobre a eficácia deste fungo contra o ácaro, capaz de fornecer evidências encorajadoras de seu potencial como agente de controle biológico (Freitas, 2023).

O uso do fungo *Fusarium* no controle do ácaro *R. indica* representa uma promissora abordagem de manejo integrado de pragas. Embora existam desafios a serem superados, como a otimização das formulações e a avaliação dos riscos ambientais, o potencial deste método para reduzir a dependência de pesticidas

sintéticos e promover práticas agrícolas mais sustentáveis é evidente. Investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento são essenciais para aproveitar totalmente os benefícios desta estratégia e facilitar sua implementação em escala comercial (Bin, 2019).

5 CONCLUSÃO

O fungo *Fusarium fujikuroi* teve efeito na mortalidade de *R. indica* em bananeira.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Flávia Waneska Rodrigues de. **Ocorrência de doenças em bananeiras no estado de Alagoas**. Summa Phytopathol. v. 35, n. 4, p. 305-309, 2009.

BIN, Mateus. **Uso de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. no controle do *Tetranychus urticae* na cultura do morangueiro**. Trabalho de Conclusão de Curso como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo da Universidade de Caxias do Sul. Disponível em: repositorio.ucs.br. Acesso em: 09 de fev. 2024.

BOTONN, Marcos; GARRIDO, Lucas da Ressurreição. **Recomendações técnicas para evitar resistência de patógenos, insetos e ácaros-pragas a fungicidas e inseticidas na cultura da videira**. Bento Gonçalves, RS Abril, 2021. Disponível em: ainfo.cnptia.embrapa.br. Acesso em: 17 de fev. 2024.

COELHO, Carlos Ricardo. **Eficiência de ácaros predadores e de Acmelaoleraea (Asteraceae) no controle do ácaro - vermelho - das palmeiras *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae)**. 2017.

COSTEIROS, Tabuleiros. **Alerta vermelho para ataques de espécie de ácaro em cultivos de banana**. Portal Epagri, 2018. Disponível em: <https://alavoura.com.br/agricultura/fruticultura/alerta-vermelho-para-ataques-de-especie-de-acaro-em-cultivos-de-banana/>. Acesso em: 18 de fev. 2024.

DOMINGOS, Cleiton Araújo. **Biologia de *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) para controle de *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) e efeitos de agrotóxicos utilizados em fruteiras sobre ácaros no Submédio do Vale do São Francisco**. 2015.

FONTES, Eliana Maria Gouveia; VALADARES, Maria Cleria. **Controle biológico de pragas da agricultura**. Embrasa. Editora: Técnicas. Brasília, DF. 2020. Disponível em: ainfo.cnptia.embrapa.br. Acesso em: 09 de fev. 2023.

FREITAS, Marcelo Rodrigues Alves. **Efeito na preferência de *Amblyseius largoensis* experientes ou não em *Raoiella indica* na presença de pistas químicas**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: repositorio.ufpe.br. Acesso em: 09 de fev. 2024.

FREYTEZ, Carlos Luiz Vásquez. **Bioecologia do ácaro das palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) na Venezuela**. 2012.

MORAES, Gilberto José de; Flechtmann, Carlos Holger Wenzel. **Manual de Acarologia, Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil**. 2008.

MORAIS, Elisângela Gomes Fidelis De. **Biologia do ácaro-vermelho-das-palmeiras - *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) - em diferentes temperaturas**. Publicado em Revista Entomologia. 2014.

NAVIA, Davis. et al. First report of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Brazil. Neotropical **Entomology**, v. 40, p. 409-411, 2011.

NEVES, José Luiz. **Pesquisa qualitativa – características, usos e possibilidades**. Publicado no Portal Academia Edu. Adaptado: 2019. Disponível em: https://www.academiaedu/8171621/PESQUISA_QUALITATIVA_CARACTER%C3%80DISTICAS_USOS_E_POSSIBILIDADES. Acesso em: 08 de fev. 2024.

OLIVEIRA, A. R. **Hábitos alimentares em ácaros oribatídeos (acari: oribatida) feeding habits in oribatid mites (acari: oribatida)**. UNESP, SP. 2015.

PASSOS, Eliene. **Fique atento ao ácaro-vermelho-das-palmeiras**. Portal Notícias, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8356528/fique-atento-ao-acaro-vermelho-das-palmeiras>. Acesso em: 18 de fev. 2024.

QUEVEDO, Isadora Alexopoulos. **Variabilidade genética e filogeografia molecular comparativa entre populações do ácaro vermelho-das-palmeiras, *Raoiella Indica* Hirst, no Brasil e no mundo**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: bdm.unb.br. Acesso em: 17 de fev. 2024.

ROHRIG, B. **Fungos Entomopatogênicos no Controle de Pragas**. 2023.

SANTOS, César Gonçalves Dos. **Desenvolvimento Do Ácaro-Vermelho-Das-Palmeiras *Raoiella Indica* Hirst, 1924 (Acari: Tenuipalpidae) Em Seis Cultivares De Coqueiro Anão**. Publicado em Revista: Repositório. Disponível em: www.repositorio.ufal.br. 2019. Acesso em: 09 de fev. 2024.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **"Ácaros"**. Portal Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/acaro.htm>. Acesso em: 17 de fev. de 2024.

SILVA, M. C. **Efeito De Fungos Entomopatogênicos Sobre O Ácaro Vermelho Do Tomateiro (*Tetranychusevansi* Baker E Pritchard - Acari: Prostigmata)**. Arapiraca, 2021.

SOUZA, Izabel Vieira de. **Registro, distribuição geográfica, e hospedeiros do ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raioella indica*, 1924 em Alagoas e sua flutuação populacional em Sergipe**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Rio Largo, 2018.

TEODORO, Adenir Vieira . et al. **Ácaro-vermelho-das palmeiras *Raoiella indica*: nova praga de coqueiro no Brasil**. Documentos. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016.

VIANA, Paulo Afonso. **Manejo Integrado de Pragas**. Portal Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/pragas-e-doencas/pragas/manejo-integrado-de-pragas>. Acesso em: 07 de fev. 2023.