



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

GUILHERME VELOSO DA SILVA

TÁTICAS DE CONTROLE DE *Dolichotetranychus floridanus* (BANKS, 1900)
(ACARI: TENUIPALPIDAE) NA CULTURA DO ABACAXI (*Ananas comosus* L.
MERRIL)

RIO LARGO-AL

2024

GUILHERME VELOSO DA SILVA

**TÁTICAS DE CONTROLE DE *Dolichotetranychus floridanus* (BANKS, 1900)
(ACARI: TENUIPALPIDAE) NA CULTURA DO ABACAXI (*Ananas comosus* L.
MERRIL)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, do *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Proteção de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Edmilson Santos Silva
Coorientadora: Dra. Denise Navia

RIO LARGO-AL

2024

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

S586t Silva, Guilherme Veloso da.

Táticas de controle de *Dolichotetranychus floridanus* (BANKS, 1900) (acari: tenuipalpidae) na cultura do abacaxi (*Ananas comosus* L. merril). / Guilherme Veloso da Silva. – 2025.

100f.: il.

Orientador(a): Edmilson Santos Silva.

Coorientador(a): Denise Navia.

Tese (Doutorado em Proteção de plantas) – Programa de Pós -Graduação em Proteção de plantas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia.

1. Bromeliaceae. 2. Tenuipalpidae. 3. Uniformidade genética. 4. Controle Biológico. I. Título.

CDU: 632.9 : 634.774

GUILHERME VELOSO DA SILVA


**TÁTICAS DE CONTROLE DE *Dolichotetranychus floridanus* (BANKS, 1900)
(ACARI: TENUIPALPIDAE) NA CULTURA DO ABACAXI (*Ananas comosus* L.
MERRIL)**

Tese submetida à banca avaliadora como requisito para obtenção do título de Doutor em Proteção de Plantas aprovada dia 29 de outubro de 2024.


Documento assinado digitalmente
 **EDMILSON SANTOS SILVA**
Data: 28/01/2025 17:09:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador - Prof. Dr. Edmilson Santos Silva
Universidade Federal de Alagoas


Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **ELIO CESAR GUZZO**
Data: 29/01/2025 13:55:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador Interno Prof. Dr. Elio César Guzzo
Universidade Federal de Alagoas

Documento assinado digitalmente
 **RAPHAEL DE CAMPOS CASTILHO**
Data: 30/01/2025 07:47:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador Externo – Dr. Raphael de Campos Castilho
Universidade de São Paulo/ESALQ

Documento assinado digitalmente
 **RENATA SANTOS DE MENDONÇA**
Data: 30/01/2025 11:42:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinadora Externa – Dra. Renata Santos de Mendonça
Universidade de Brasília

Me escrevo essa carta em primeira pessoa
Pelo exercício de me ver assim, livre
Nessa estrada longa, o destino que ainda não sei como será
Mas que acredito veementemente
Porque agora eu aprendi a andar depois de ficar de pé
Hoje eu aprendi a correr
E é por isso que eu acordei e quis me colocar num ônibus com direção ao futuro
E eu pretendo passar o dia me observando atento
E peço, no fundo do pensamento
"Tomara que hoje faça um dia de sol, e se houver neblina, que eu seja um sol interno"
De olhos abertos, eu observo o movimento na estrada
E penso na minha trajetória até aqui
Nas inúmeras coisas que meus olhos já viram
E eu me percebo sendo um grande colecionador de boas memórias
É claro, dentro dessas memórias, também existem os equívocos
Os deslizes, alguns tombos, precipícios
Mas é impressionante que mesmo com esses declínios
Eu ainda lembro como voar...

LINIKER (CAJU: Take your time e relaxe)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder força, coragem e sabedoria para a realização deste sonho.

À minha família, por todo o amparo e por não terem medido esforços para a concretização dos meus objetivos. À minha mãe **Severina Travassos**, meu pai **Gilberto Veloso**, meus irmãos **Gilberto Junio**, **Eline Veloso** e **Lucas Ferreira**.

Ao Professor **Edmilson Santos Silva**, expresso minha eterna gratidão por todos os valiosos ensinamentos que recebi. Agradeço pela confiança depositada em mim, pela autonomia concedida e por todo o apoio durante a condução desta pesquisa.

À minha coorientadora, **Denise Navia**, sou profundamente grato pela confiança, paciência e por todos os ensinamentos. Muito obrigado por proporcionar a melhor experiência profissional e pessoal da minha vida. Muito obrigado professor **Gilberto de Moraes** por compartilhar seu conhecimento e experiência e suas valiosas contribuições.

Agradeço à **CAPES** pela concessão da bolsa de estudos, fundamental para a conclusão desta etapa, especialmente pela oportunidade de participar do intercâmbio na França (Doutorado Sanduíche).

Ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, sou grato a todos os professores pelos ensinamentos adquiridos, especialmente ao professor **Gildemberg Amorim** e à professora **Sarah Jacqueline**. Aos meus amigos da Pós-graduação, **Camila Alexandre**, **Cecília**, **Euzanyr** e **Kleitton**, minha gratidão por sua amizade e apoio.

Aos meus amigos de longas jornadas **Tibério Henrique**, **Augusto Limão**, **Erick Gomes**, **Kelly Oliveira**, **Sayonara Costa**, **Jocimar Junior**, **Ester Santos**, e aos amigos do laboratório, **Renato Almeida**, **Jânio Pedro**, **Àvyla Albuquerque**, **Janiele Almeida**, **Rosineide Costa** e todos os colegas de profissão que tive a oportunidade de conhecer nesta caminhada, muito obrigado.

Aos meus novos amigos do intercâmbio, minha gratidão pelo acolhimento, paciência, amizade sincera e aprendizado. Todos de nacionalidades diferentes, mas com grandes corações: **Lurdes Borges**, **Daniel Poveda**, **Julien Saisset**, **Mouna Bezze** e **Thais do Padro**, **Halima Rajoul** *Merci beaucoup pour votre aide*.

Com o coração cheio de gratidão, encerro este ciclo, reconhecendo a beleza das jornadas concluídas e agradecendo a todos que estiveram ao meu lado.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. *Dolichotetranychus floridanus* (A); Margem posterior do idiossoma, setas dorsais f3, h1, h2 e e3 (B).....34

CAPÍTULO II

Figura 1. Mapa de Alagoas com destaque para o município de Arapiraca-AL.....55

Figura 2. Mudanças do tipo filhote em áreas de cultivo, distribuídas de acordo com os tratamentos..... 56

Figura 3. Corte transversal de mudas do tipo filhote para avaliação de danos (A); Colônias de *Dolichotetranychus floridanus* em tecidos com clorose e necrose (B); Folhas basais de mudas com presença de lesões necróticas (C).....58

Figura 4. Número total de ácaros vivos em tecidos com clorose e necrose após tratamento de mudas de abacaxi.....66

CAPÍTULO III

Figura 1. Área de coleta de mudas tipo filhote (A); Mudanças tipo filhote (B).....74

Figura 2. Mudanças do tipo filhote (A); Mudanças seccionadas para manuseio (B); Base da folha com colônias de *Dolichotetranychus floridanus* (C). Arapiraca-AL, 2023.....75

Figura 3. Colônia de nematoides à esquerda e inhamo seccionado à direita como fontes de alimentos (A); Arenas de criação com respectivos alimentos (B); Detalhe ventral do ácaro *Cosmolaelaps* sp. feita com auxílio de microscópio estereoscópico (C). Arapiraca-AL, 2023.....76

Figura 4. Unidades experimentais (A); Cortes da parte basal das mudas de abacaxi (B); Fêmeas adultas de *Cosmolaelaps* sp. (C). Arapiraca-AL, 2023.76

Figura 5. Unidades experimentais com grupo 1 consumidos (A) e grupo 2 predados (B). Arapiraca-AL, 2023.77

Figura 6. Número médio para o consumo do ácaro predador <i>Cosmolaelaps</i> sp. em relação às fêmeas adultas de <i>Dolichotetranychus floridanus</i> , em um intervalo de tempo de 24, 48, 72 e 96 horas. Arapiraca-AL, 2023.....	79
Figura 7. Número médio para taxa de predação de <i>Cosmolaelaps</i> sp. sobre <i>D. floridanus</i> . Arapiraca-AL, 2023.....	80
Figura 8. Ácaros <i>Cosmolaelaps</i> sp. consumidos por <i>Dolichotetranychus floridanus</i> , (A) e exoesqueleto e partes não nutritivas cobrindo os ovos do predador (B). Arapiraca-AL, 2023.....	81
Figura 9. Número médio para capacidade predatória total de <i>Cosmolaelaps</i> sp. sobre <i>Dolichotetranychus floridanus floridanus</i> em intervalos de tempo de 24, 48, 72 e 96 horas.....	82

CAPÍTULO IV

Figura 1. Colônia de <i>D. floridanus</i> em mudas de abacaxi (A); microscopia de fêmea adulta de (B).....	89
Figura 2. Extração de DNA de <i>D. floridanus</i>	90
Figura 3. Termociclador Mastercycler (A); Gel de agarose (B); E letroforese (C).....	91
Figura 4. Árvore filogenética da região COI de <i>Dolichotetranychus floridanus</i> coletados em diferentes estados produtores de abacaxi. Construída através do programa Molecular Evolutionary Genetic Analysis versão 10.0.5 (MEGA).....	93
Figura 5. Árvore filogenética da região ITS de <i>Dolichotetranychus floridanus</i> coletados em diferentes estados produtores de abacaxi. Construída através do programa Molecular Evolutionary Genetic Analysis versão 10.0.5 (MEGA).....	94

LISTAS DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1. Produtos químicos utilizados no controle de *Dolichotetranychus floridanus* e em campo e especificações.....60

Tabela 2. Número (médias \pm EP) de colônias de *Dolichotetranychus floridanus* vivos em tecido com clorose. Laboratório de Entomologia/Acarologia da Universidade Federal de Alagoas *Campus* Arapiraca-AL, 2022.....62

Tabela 3. Número (médias \pm EP) de colônias do de *Dolichotetranychus floridanus* vivos em tecido com necrose. Laboratório de Entomologia/Acarologia da Universidade Federal de Alagoas *Campus* Arapiraca.....65

CAPÍTULO III

Tabela 1. Valores médios para número de ovos e ninfas do ácaro *Cosmolaelaps* sp. nas arenas em diferentes períodos de avaliação. Arapiraca-AL, 2023.....83

CAPÍTULO VI

Tabela 1. Fragmentos amplificados e primers utilizados nas reações de PCR e no seqüenciamento do DNA de *Dolichotetranychus floridanus*.....94

SÚMARIO

LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO GERAL.....	xiii
GENERAL ABSTRACT.....	xv
1 INTRODUÇÃO GERAL	15
CAPITULO I.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Origem e Botânica (<i>Ananas comosus</i> L. Merrill).....	18
2.2 Importância nutricional e terapêutica	19
2.3 Uso e aplicações	21
2.4 Cultivo de abacaxi	22
2.5 Cultivares de abacaxizeiro.....	24
2.6 Aspectos gerais dos ácaros	26
2.7 Ácaros fitófagos.....	27
2.8 Família Tenuipalpidae	28
2.8.1 Ácaro <i>Dolichotetranychus floridanus</i>	29
3 Ácaros edáficos no controle biológico	30
4 Controle químico	32
5 Utilização de ferramentas moleculares na identificação de ácaros	36
6 REFERÊNCIAS	38
CAPÍTULO II EFICÁCIA DO TRATAMENTO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO NO CONTROLE DO ÁCARO-PLANO-ALARANJADO (<i>Dolichotetranychus floridanus</i> BANKS, 1900) (PROSTIGMATA: TENUIPALPIDAE)	53
RESUMO	54
1 INTRODUÇÃO.....	56
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	57
2.1 Local de condução do experimento	57
2.2 Implantação da Cultura.....	58
2.3 Tratamento químico.....	59
2.4 Avaliação laboratorial	60
2.5 Delineamento experimental e análise estatística	60
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4 CONCLUSÃO.....	67
5 REFERÊNCIAS	67

CAPITULO III CAPACIDADE PREDATÓRIA DO ÁCARO EDÁFICO <i>Cosmolaelaps</i> sp. (ACARI: LAELAPIDAE), NO CONTROLE DE <i>Dolichotetranychus floridanus</i> (ACARI: TENUIPALPIDAE).....	71
1 INTRODUÇÃO.....	76
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	77
2.1 Local de condução do experimento.....	77
2.2 Origem do Material vegetal.....	77
2.3 Triagem de material.....	77
2.4 Criação e manutenção de <i>Cosmolaelaps</i> sp.....	78
2.5 Teste de predação.....	79
2.6 DIC- Delineamento experimental.....	81
2.7 Análise estatística.....	81
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
4 CONCLUSÃO.....	87
5 REFERÊNCIA.....	87
CAPITULO VI: CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE <i>Dolichotetranychus floridanus</i> ORIUNDOS DE DIFERENTES ESTADOS PRODUTORES DE ABACAXI DO NORDESTE.....	90
1 INTRODUÇÃO.....	92
2. MATERIAIS E METÓDOS.....	94
2.1 Local de coleta.....	94
2.2 Extração de DNA, amplificação por PCR.....	95
2.2.1 Amplificação da região COI.....	96
2.2.2 Amplificação da região ITS.....	96
2.3 Sequenciamento e alinhamento dos fragmentos de DNA.....	97
2.4 Análises filogenéticas.....	98
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	99
4 CONCLUSÕES.....	101
5 REFERÊNCIAS.....	101

RESUMO GERAL

O cultivo de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) é uma atividade de grande importância econômica em diversos estados brasileiros, mas enfrenta sérios desafios devido ao ataque de Arthropodes, especialmente o ácaro-plano-alaranjado (*Dolichotetranychus floridanus* Banks, 1900), que causa injúrias significativas. No entanto, faltam estudos detalhados sobre os ácaros que atacam essa cultura e sobre estratégias de controle eficazes. Este trabalho visa desenvolver táticas de controle para *D. floridanus*, utilizando métodos químicos, biológicos e ferramentas moleculares para uma identificação precisa da espécie, com o objetivo de aprimorar as estratégias de manejo. Para o controle químico, foi utilizado um delineamento experimental em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Os produtos testados foram: Abamectin®, Orthene®, Lorsban®, Pirate® e água (controle). As doses aplicadas variaram entre 50 mL/50 L e 75 mL/50 L. Quatro avaliações laboratoriais foram realizadas após 2, 4, 8 e 16 dias. Lorsban® e Pirate® mostraram-se mais eficazes, com destaque para Lorsban®, que ocasionou 100% de mortalidade dos ácaros no segundo dia. No controle biológico, colônias de ácaros predadores do gênero *Cosmolaelaps* foram estabelecidas em recipientes plásticos, alimentadas com fitonematoides, e a umidade foi mantida com a adição diária de água. A capacidade predatória foi avaliada em períodos de 24, 48, 72 e 96 horas, e observou-se que as fêmeas adultas de *Cosmolaelaps* sp. consumiram um número médio de 35,5 de *D. floridanus*, mostrando-se uma opção promissora para o controle biológico. Para a caracterização molecular, mudas de abacaxi foram coletadas em cinco estados do Nordeste (Alagoas, Bahia, Paraíba, Pernambuco e Sergipe). O material foi armazenado a -20°C e submetido à extração de DNA. Utilizaram-se os marcadores genéticos COI e ITS, cujas regiões foram amplificadas por PCR, e os dados sequenciados foram comparados com o banco de dados NCBI. As análises filogenéticas, realizadas no software MEGA v. 7, indicaram uniformidade genética entre as populações de *D. floridanus* das diferentes regiões, sugerindo uma alta estabilidade populacional. Os resultados indicam que tanto o controle químico quanto o biológico, aliado à caracterização molecular, podem auxiliar no manejo de *D. floridanus*, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias mais eficientes e sustentáveis no controle dessa praga na cultura do abacaxi.

Palavras-chave: Bromeliaceae, Tenuipalpidae, uniformidade genética, Controle biológico

GENERAL ABSTRACT

The cultivation of pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill) is an economically significant activity in several Brazilian states, but it faces serious challenges due to pest attacks, particularly the false spider mite (*Dolichotetranychus floridanus* Banks, 1900), which causes substantial losses. However, detailed studies on the mites affecting this crop and effective control strategies are lacking. This study aims to develop control tactics for *D. floridanus* using chemical, biological, and molecular tools for accurate species identification to improve management strategies. For chemical control, a randomized block experimental design with five treatments and four replications was used. The products tested were Abamectin®, Orthene®, Lorsban®, Pirate®, and water (control). The application doses ranged from 50 mL/50 L to 75 mL/50 L. Laboratory evaluations were conducted at 2, 4, 8, and 16 days after treatment. Lorsban® and Pirate® were the most effective, with Lorsban® achieving 100% mite mortality by the second day. For biological control, colonies of predatory mites from the genus *Cosmolaelaps* were established in plastic containers, fed with phytophagous nematodes, and maintained with daily water additions to ensure proper humidity. Predatory capacity was evaluated at intervals of 24, 48, 72, and 96 hours, and adult females of *Cosmolaelaps* sp. consumed an average of 35.5 *D. floridanus* mites, showing promise as a biological control option. For molecular characterization, pineapple seedlings were collected from five northeastern states (Alagoas, Bahia, Paraíba, Pernambuco, and Sergipe). The material was stored at -20°C and subjected to DNA extraction. The genetic markers COI and ITS were used, with regions amplified via PCR, and the sequenced data were compared to the NCBI database. Phylogenetic analyses performed using MEGA v. 7 indicated genetic uniformity among *D. floridanus* populations from different regions, suggesting high population stability. The results indicate that combining chemical and biological control with molecular characterization can aid in managing *D. floridanus*, contributing to the development of more efficient and sustainable strategies for controlling this pest in pineapple cultivation.

Key-words: Bromeliaceae, Tenuipalpidae, genetic uniformity, biological control

1 INTRODUÇÃO GERAL

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) é uma planta monocotiledônea da família Bromeliaceae, originária da América do Sul, especialmente das regiões Sul e Sudeste do Brasil. Devido sua notável capacidade de adaptação a climas tropicais e subtropicais, o abacaxi é cultivado em praticamente todos os estados do Brasil (Souza *et al.*, 2015). O estado do Pará lidera o ranking nacional, com uma produção anual de 426.780 milhões de frutos. Na região Nordeste, destaca-se a Paraíba, com 307,1 milhões de frutos. No estado de Alagoas, a produção de abacaxi chegou a 48.813 mil frutos. Nesse estado a produção se concentra principalmente na região do Agreste, especialmente nos municípios de Arapiraca, Taquarana, Coité do Nóia e Limoeiro de Anadia (IBGE, 2022).

Nos últimos anos, tem-se observado um expressivo aumento no consumo de frutas tropicais tanto nos mercados nacionais quanto internacionais. Esse incremento é resultado do reconhecimento das propriedades sensoriais atraentes dessas frutas, além da conscientização quanto aos seus valores nutricionais e terapêuticos (OECD/FAO, 2020). O abacaxi é particularmente rico em sais minerais e vitaminas, incluindo A, B1, B2 e C, o que o torna um alimento versátil. Pode ser consumido *in natura* ou ser processado para a produção de diversos produtos, tais como sucos, doces, conservas, passas, pickles, além de servir como ingrediente na elaboração de sorvetes, cremes, balas, bolos, licores, vinhos, vinagres e diversas outras aplicações (Souza *et al.*, 2012).

O cultivo de abacaxi representa uma atividade potencialmente lucrativa, em função da versatilidade de uso do fruto (Franco *et al.*, 2014). No entanto, diversos desafios, como a carência de práticas de manejo e tratos culturais inadequados, impactam negativamente no desenvolvimento dessa cultura (Andrade Neto *et al.*, 2011a). A principal doença que afeta a cultura é de origem fúngica, conhecida como fusariose, e é causada pelo fungo *Fusarium guttiforme*. As cultivares mais amplamente difundidas no país, como a Pérola e a Smooth Cayenne, são suscetíveis a esse patógeno. Além disso, a ação do patógeno é intensificada pela presença do o ácaro-plano-alaranjado (*Dolichotetranychus floridanus* Banks), essa espécie foi inicialmente descrito na Flórida, Estados Unidos. Este ácaro é classificado na subordem Prostigmata, família Tenuipalpidae. Ele se caracteriza por ter um corpo alongado em todos os estágios de desenvolvimento, além de ter uma coloração caracteristicamente alaranjada. Essa espécie

é encontrada em quase todas as regiões produtoras de abacaxi no mundo (Noronha *et al.*, 2013).

Os ácaros fitófagos provocam consideráveis perdas econômicas na agricultura, principalmente devido aos danos causados pela sucção de conteúdo celular das folhas. Esse processo resulta na perda de clorofila, o que compromete a capacidade fotossintética das plantas e, conseqüentemente, reduz sua produtividade (Havasi *et al.*, 2022). O uso de acaricidas químicos tem desempenhado um papel importante no controle de ácaros por um longo período. No entanto, a aplicação frequente de produtos com os mesmos mecanismos de ação tem comprometido a eficácia do controle (Li *et al.*, 2017). Pesquisas indicam que ácaros desenvolveram resistência a esses acaricidas em mais de 60 países (Motazedian *et al.*, 2012). Além da resistência, os riscos ambientais e os efeitos negativos sobre populações de organismos não alvo têm incentivado a busca por métodos alternativos de controle (Kheradmand *et al.*, 2022).

O reconhecimento dos ácaros fitófagos associados a culturas agrícolas assume um papel de grande relevância, uma vez que contribui para apoiar os programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP). Além disso, aumenta a eficácia das medidas de controle adotadas contra os fitófagos e facilita o reconhecimento dos inimigos naturais, garantindo, desse modo, sua sobrevivência (Al-Atawi, 2011; Al-Atawi; Halawa, 2011).

De acordo com Cabo (2005), a identificação das espécies de Tenuipalpidae é uma tarefa desafiadora devido à variação natural nos padrões morfológicos de cada espécie. Nesse contexto, a implementação de medidas fitossanitárias, como o tratamento químico de mudas, pode ser uma maneira eficaz de prevenir complicações resultantes do ataque do ácaro (Matos *et al.*, 2018).

Diversas espécies de ácaros edáficos têm sido objeto de investigação em virtude de seu potencial para serem empregadas como agentes de controle biológico contra pragas ou parasitos de importância agropecuária (Castilho; Venancio; Narita, 2015). Conforme Moreira e Moraes (2015), certos ácaros edáficos têm sido utilizados como agente de controle biológico, e algumas espécies já são comercializadas como *Gaeolaelaps aculeifer* Canestrini, *Stratiolaelaps miles* Berlese e *Stratiolaelaps scimitus* Womersley (Laelapidae).

Levando em consideração a relevância da frutífera no âmbito nacional e o amplo potencial socioeconômico para o estado de Alagoas, é importante destacar os desafios fitossanitários enfrentados pelos produtores de abacaxi, especialmente no que se refere ao controle de pragas.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo estabelecer diferentes táticas de controle, bem como caracterizar e molecularmente populações de *D. floridanus* provenientes de diferentes áreas de cultivo de abacaxi.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem e Botânica (*Ananas comosus* L. Merrill).

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) é uma planta tropical, classificada na família Bromeliaceae, abriga aproximadamente 58 gêneros e 3.352 espécies (Luther, 2012). Os centros de origem da espécie são as regiões central e Sul do Brasil, Nordeste da Argentina e Paraguai (Crestani *et al.*, 2010). A designação popular "abacaxi" tem origem etimológica na palavra indígena "iuaka'ti", que traduz-se como "fruta cheirosa." Este termo encontra respaldo no notável aroma presente em frutos maduros (Py *et al.*, 1984). Essa família também contempla espécies de notável valor ornamental, das quais 1.067 são exclusivas do território brasileiro (Luther, 2012; Forzza *et al.*, 2013).

O abacaxi é uma fruta muito apreciada em função das suas características, como aroma, sabor e suculência. Esta fruta representa a espécie mais cultivada dentro da família Bromeliaceae, destacando-se o gênero *Ananas*, que exibe uma ampla diversidade genética, principalmente no Brasil (Souza *et al.*, 2012; Lopes Neto *et al.*, 2015). Devido à sua adaptação às regiões tropicais, espécies de Bromeliaceae estão presentes em todo o território brasileiro, estendendo-se das regiões Norte ao Sul. Destaca-se, especialmente, a Mata Atlântica, onde se encontra uma riqueza notável de biodiversidade (Leme; Siqueira Filho, 2006).

A planta do abacaxi é uma monocotiledónea de porte médio, com uma altura que varia de 1 m a 1,2 m e um diâmetro que oscila entre 0,8 m a 1,5 m. Em comparação com outras frutas tropicais, o abacaxi se destaca por ser uma planta de porte relativamente baixo. Devido às suas características morfológicas, anatômicas e fisiológicas, essa espécie possui mecanismos intrínsecos que a capacitam a sobreviver em ambientes adversos, como regiões com escassa disponibilidade de água (Reinhardt *et al.*, 2000).

O sistema radicular do abacaxizeiro é caracterizado como fasciculado, com uma profundidade de 30 a 60 cm em relação ao solo, o que o torna relativamente superficial. A parte aérea do abacaxizeiro é composta por um caule do tipo escapo, que pode medir até 40 cm de comprimento e tem um diâmetro de 2 cm ou mais e é cercado por inserção de folhas (Reinhardt *et al.*, 2000).

As folhas do abacaxizeiro são caracterizadas por sua coloração geralmente verde e com um limbo que se assemelha a uma calha estreitas, sendo rígidas e dotadas de uma textura cerosa. Cada folha possui aproximadamente 40 a 80 espinhos ao longo das bordas, com uma largura média de cerca de 5 cm ou até mais. É relevante observar que algumas

variedades de abacaxizeiro podem ser semi-espinhosas ou isentas de espinhos nas bordas, como é o caso da variedade "*Smooth Cayenne*" (Sanches; Matos, 2013).

Conforme Souza *et al.*, (2017), as flores do abacaxizeiro formam uma inflorescência característica em forma de espiga longa e compacta. Esta espiga é composta por numerosas flores, cada uma envolta por brácteas florais que podem apresentar margens parcial ou completamente serrilhadas. Essas brácteas florais se abrem prematuramente, expondo os ápices dos ovários. O fruto é resultado da gema terminal, também denominado como fruto múltiplo ou infrutescência, uma vez que agrega centenas de pequenos frutos. A polpa do abacaxi é carnosa e sua coloração pode variar conforme a cultivar, podendo exibir-se em tons de branco, amarelo ou laranja-avermelhado. O fruto tem formato cilíndrico ou cônico de acordo com a cultivar, assim como o tamanho é variável, originado da fusão do ovário de múltiplas flores, sendo caracterizado pela presença de uma roseta de brácteas foliáceas bem desenvolvida no ápice do fruto, que é conhecida como coroa (Souza, *et al.*, 2012).

2.2 Importância nutricional e terapêutica

A composição nutricional do abacaxi tem atraído considerável atenção por parte da indústria alimentícia, ampliando assim as possibilidades de utilização deste fruto como um alimento funcional, bem como direcionando o foco para a formulação de diversos outros produtos derivados do abacaxi. O interesse crescente por este fruto é motivado pelos seus compostos aromáticos, teor de nutrientes e vitaminas. (Martínez *et al.*, 2012; Abu Bakar, *et al.*, 2013;).

A diversidade de nutrientes presentes na fruta contribui para evitar doenças. O abacaxi contém principalmente carboidratos e água que são conteúdos vitais para composição de fibra dietética, açúcares, ácidos orgânicos, vitaminas A, C, B1, B2, B3, B5, B6, B9 e minerais como: magnésio, manganês e cobre (Ancos *et al.*, 2016).

Neres *et al.* (2015), constataram a presença de minerais em uma proporção aproximada de 4,74% e fibras alimentares em torno de 17,92% no abacaxi. Esses componentes demonstram propriedades antioxidantes, contribuem para o processo de digestão e desempenham um papel relevante como agentes anti-inflamatórios, por conter uma enzima proteolítica denominada bromelina, que auxilia no processo digestivo, facilitando a absorção de nutrientes pelo intestino delgado. A mesma têm propriedades terapêuticas notáveis e diversas aplicações potenciais, tais como a sua atuação como agente anti-

inflamatório, antioxidante, inibidor de atividade cancerígena e cardioprotetor (Zdrojewicz, *et al.*, 2018).

Pesquisas realizadas por Khalid *et al.* (2016), mostrou que a bromelina é eficaz no tratamento de infecções bacterianas, bronquite, pneumonia, sinusite e infecções gastrointestinais causadas por parasitas. Ela desempenha um papel importante no combate a endoparasitas intestinais, como tênias e nematoides (Siow; Lee, 2012).

O ácido ascórbico presente nos frutos de abacaxi é conhecido por ser um bom antioxidante. A concentração de ácido ascórbico pode variar conforme estágio de maturação do fruto, sendo possível observar uma redução nos teores de ácido ascórbico ao comparar com os estágios iniciais de desenvolvimento. Em contrapartida, a quantidade total de antioxidantes tende a aumentar com o avanço da maturação (George *et al.*, 2016). Nesse contexto, é importante ressaltar que diferentes estágios de maturação do abacaxi provocam mudanças na sua composição química e originam perfis aromáticos distintos na fruta, sobretudo ao longo do processo de armazenamento (Hussein, 2016).

As propriedades encontradas no fruto do abacaxi têm sido reconhecidas pelo seu valor bioativo significativo e aplicações terapêuticas devido às suas propriedades fitoquímicas. Hossain (2016), destacou a eficácia do abacaxi como um agente contraceptivo, diurético e como um recurso para a eliminação de vermes intestinais. As atividades terapêuticas são justificadas devido a identificação de componentes no extrato das folhas como: flavonóides, taninos, carboidratos, glicosídeos e fenóis, que possuem potencial atividade anti-inflamatória (Kargutkar; Brijesh, 2018). Além de efeitos benéficos na redução do risco de diabetes, câncer de colo e doenças cerebrovasculares, assim como atuam no alívio dos sintomas da diarreia (Hossain; Rahman, 2011).

De acordo com Cannon e Ho (2018), o teor de vitamina B1, no abacaxi exerce importante função no sistema nervoso. A adição dessa vitamina na dieta de pacientes com problemas no sistema nervoso promove diversos benefícios porque através de suas funções coenzimáticas, ela promove a redução dos níveis de glicose, atuando na conversão de carboidratos ingeridos, em energia (ATP), desta forma auxiliando no tratamento de diabetes, também estimulando a produção de glóbulos vermelhos.

Os compostos antioxidantes identificados no abacaxi desempenham um papel crucial na preservação da saúde humana, exercendo sua função primordial na proteção das células e do material genético contra processos oxidativos, mediante sua habilidade em neutralizar radicais livres (Damara *et al.*, 2018). Conforme destacado por Chaudhary *et*

al. (2019), a presença de antioxidantes nos frutos desempenha um papel significativo na preservação da saúde humana, atuando na prevenção da formação de células malignas, trombose e processos inflamatórios. Portanto o abacaxi é um fruto que possui alto valor nutricional e terapêutico com inúmeras possibilidades e aplicações comerciais, em virtude da sua composição química que propicia diversos benefícios para a saúde (Ali *et al.*, 2020).

2.3 Uso e aplicações

A produção de frutos de abacaxi no Brasil vem aumentando ao longo dos anos, colocando o país entre os principais exportadores da fruta, em razão da versatilidade de uso, seja através do consumo *in natura* ou por meio da elaboração de diversos produtos (Agriannual, 2018). A elevação na demanda por frutos de abacaxi é atribuída à sua aplicação frequente na produção de diversos itens alimentícios. O sabor caracteristicamente doce e picante da fruta viabiliza sua utilização em saladas de frutas, sorvetes, geleias, bolos, doces, tortas, compotas, além de sua incorporação em composições de pratos salgados (Phoophuangpairoj; Srikun, 2014; Ali *et al.*, 2020).

O suco do abacaxi figura entre os produtos de significativo interesse na indústria de alimentos processados, em virtude de sua composição nutricional que é essencial para o consumo humano. A polpa do abacaxi tem elevado teor de umidade, açúcares e uma composição nutricional considerada uma fonte substancial de fibra alimentar, propiciando uma crescente demanda para sua aplicação em produtos enlatados minimamente processados (Barretto *et al.*, 2013).

Apesar do vasto potencial da polpa, alguns estudos indicam que outras partes da planta podem servir como fontes notáveis de nutrientes. A casca do abacaxi, por exemplo, contém elevados teores de proteínas, lipídios, fibras, vitaminas e minerais, como cálcio, potássio e fósforo, em comparação com a polpa (Zanella, 2006). Conforme discutido por Ali *et al.* (2020), os rebentos jovens e tenros do ananás, bem como os brotos jovens de abacaxi, são comercializados como vegetais e podem ser consumidos crus ou cozidos em pratos salgados nas Filipinas.

A polpa do abacaxi é frequentemente sujeita a processamento, constituindo uma alternativa promissora em diversos setores industriais. Contudo, esse procedimento resulta na geração de um volume substancial de resíduos, originados de partes da planta que não são comercialmente exploradas, tais como a casca e a coroa (Botelho *et al.*, 2002).

A utilização potencial dos resíduos de abacaxi em aplicações industriais representa uma alternativa promissora para a elaboração de subprodutos, considerando que aproximadamente 25% do peso total do abacaxi consiste em resíduos, incluindo a coroa (Prado; Spinacé, 2019). Dessa maneira, as partes não comestíveis (resíduos) podem ser empregadas na extração de óleos essenciais, uma vez que esses compostos aromáticos voláteis podem ser obtidos de todas as partes da planta, constituindo uma matéria-prima de considerável interesse econômico para as indústrias de perfumaria, cosmética e farmacêutica (Trancoso *et al.*, 2013). Devido à presença de compostos voláteis no abacaxi, sua utilização tem sido aplicada na produção de vinhos de abacaxi. A bebida é elaborada mediante a fermentação do suco, na presença de microrganismos e leveduras (Cannon; Ho, 2018).

As propriedades químicas contidas nos resíduos de abacaxi têm sido exploradas na produção de farelo destinado à alimentação animal, caracterizado por 87,11% de matéria seca, 93,81% de matéria orgânica e 7,70% de matéria mineral (Valadares *et al.*, 2014). Conforme Heuzé *et al.* (2013), este farelo constitui-se em uma fonte de aminoácidos, com teores de proteína bruta distribuídos em componentes como 1,8% de isoleucina, 3,3% de treonina, 3,0% de triptofano e 0,5% de metionina, além de conter minerais como cálcio e fósforo. A viabilidade do uso do farelo de abacaxi em dietas para leitões desmamados foi demonstrada por Ramos (2015), resultando em melhor ganho de peso em comparação com suínos que não consumiram o farelo.

A composição de fibras dietéticas presente em diferentes partes do abacaxi, incluindo aquelas consideradas resíduos, como casca, talo e coroa, está sendo implementada na alimentação de gado em conjunto com ração. Devido à sua alta acidez, em alguns casos, o abacaxi é ensilado, armazenado e posteriormente utilizado como volumoso adicional na alimentação de gado leiteiro (Chaudhary *et al.*, 2019). Adicionalmente, os resíduos de abacaxi têm sido empregados na produção de biogás e fertilizantes, conforme observado por Namsree *et al.* (2012).

2.5 Cultivo de abacaxi

O cultivo do abacaxi é realizado por meio de mudas, as quais são obtidas mediante a remoção de brotações vegetativas da própria planta, utilizando a reprodução assexuada. Existem vários tipos de mudas para propagação, como coroa, filhote, filhote rebentão, rebentão, plântula e mudas de cultura de tecidos. Cada uma dessas formas de propagação tem um tempo específico para a produção de frutos. No Brasil, os filhotes são as mudas

mais comuns em áreas de cultivo, pois proporcionam maior uniformidade facilitando o controle da floração (Matos *et al.*, 2014; Souza *et al.*, 2017).

O plantio de mudas de abacaxi pode ser feito abrindo covas ou sulcos, com recomendação de profundidade entre 10 a 15 cm (Souza *et al.*, 2017). Os solos ideais para o cultivo de abacaxi têm uma textura predominantemente areno-argilosa ou arenosa e devem possuir uma boa capacidade de aeração e drenagem, para um desenvolvimento ótimo do sistema radicular da planta. Em termos de atributos químicos do solo, o abacaxizeiro adapta-se bem a solos ácidos, com um pH ideal entre 4,5 e 5,5. Esta cultura tem alta exigência nutricional, requerendo teores adequados de nutrientes essenciais, especialmente uma matéria orgânica entre 50% e 60%. A presença adequada de cálcio e magnésio é crucial para o desenvolvimento saudável da planta (Oliveira; Rosa; Souza, 2013).

As condições climáticas exercem significativa influência no cultivo do abacaxizeiro, caracterizando-se como um dos fatores limitantes para o crescimento, desenvolvimento e produção de frutos (Nascente *et al.*, 2005). A faixa de temperatura ideal para o cultivo de abacaxi é de 22 a 32 °C, com um ótimo desenvolvimento em áreas de alta incidência de radiação solar, preferencialmente entre 2500 a 3000 horas de sol por ano. Temperaturas acima de 40 °C ou abaixo de 5 °C prejudicam o crescimento da cultura devido à sensibilidade do abacaxizeiro a geadas, mostrando sua adaptação a ambientes mais quentes. (Reinhardt, 2002; Cardoso; Ambrosini; Favreto, 2018).

O abacaxizeiro tem o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), uma estratégia adaptativa para enfrentar condições áridas. Esse metabolismo é caracterizado pelo fechamento dos estômatos durante o dia, o que impede a transpiração e a absorção de CO₂. Embora as plantas com metabolismo CAM não acumulem uma grande quantidade de matéria seca, elas conseguem otimizar o uso da água, sendo a única via fotossintética que proporciona adaptação à seca (Osmond ; Holtum, 1981). Apesar de possuir o metabolismo CAM, estudos indicam que os melhores rendimentos e qualidade de frutos são obtidos com precipitações anuais entre 1.000 e 1.500 mm, distribuídas de maneira adequada, embora a cultura tolere precipitações anuais de até 600 mm, em regiões com longos períodos de seca (Reinhardt, 2002).

O abacaxizeiro requer absorção contínua de água, principalmente durante o crescimento vegetativo e a floração, pois a falta de água pode afetar o peso e a qualidade dos frutos. Portanto, a irrigação na cultura do abacaxi em regiões de clima semiárido,

constitui uma ferramenta crucial para promover a uniformidade do plantio e possibilitar a produção ao longo de todo o ano (Almeida; Oliveira, 2001).

2.6 Cultivares de abacaxizeiro

A produção de abacaxi, até o momento, exhibe uma diversidade de variedades de espécies de *Ananas*, abrangendo distintas colorações, formas, dimensões e sabores. De maneira geral, os frutos de abacaxi têm tamanho médio de 16 cm, exibindo diversos padrões de maturação (Montero *et al.*, 2010). Atualmente, mais de 100 variedades de abacaxi são identificadas, entretanto, apenas 8 delas são cultivadas comercialmente (Steingass *et al.*, 2020). No cenário da produção brasileira de abacaxi, são utilizadas seis cultivares, com ênfase nas variedades Pérola e Smooth Cayenne, destacando-se como as mais plantadas em território nacional (Berilli *et al.*, 2014). No âmbito global, as cultivares mais propensas ao cultivo incluem Smooth Cayenne, Singapore Spanish, Queen, Rede Spanish, Pérola e Perolera (Gonçalves, 2000).

As unidades de conservação de material genético, por meio dos Bancos Ativos de Germoplasma (BAG), desempenham um papel fundamental na preservação hereditária e têm sido empregadas com sucesso na cultura do abacaxi, proporcionando o desenvolvimento de variedades resistentes à fusariose (Cabral; Matos, 2009). No Brasil, a Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada em Cruz das Almas, Bahia, mantém um Banco Ativo de Germoplasma com mais de 800 acessos, representando a diversidade genética do país (Cunha, 2007; Souza *et al.*, 2015). A qualidade dos frutos é um fator crucial para atender às demandas dos consumidores e garantir retorno financeiro aos produtores de abacaxi. Esses profissionais têm optado por variedades de frutos de formato cilíndrico coroa pequena, polpa firme, coloração amarela, sabor doce e levemente ácido, além de serem resistentes às principais pragas e doenças (Chitarra; Chitarra, 2005; Siti *et al.*, 2019)

A cultivar Smooth Cayenne assume posição de destaque entre as variedades comerciais, abrangendo mais de 70% da produção global de abacaxi. Sua predominância é atribuída à sua aptidão industrial e às características físicas e químicas distintivas (Hossain, 2016). A planta, de porte semiereto, contém espinhos apenas nas extremidades apicais e basilares do bordo das folhas. O fruto, de formato ovoide, pesa entre 1,5 e 2,5 kg, com casca amarelo-alaranjada quando maduro, polpa amarela, teor de açúcares entre 13 e 17 °Brix, e acidez média a alta (Souza *et al.*, 2017).

Hossain (2016) destaca que, em alguns países, a cultivar Smooth Cayenne está sendo gradualmente substituída pela variedade MD-2, originária do cruzamento dos híbridos PRI 58-1184 e 59-443. Essa variedade se caracteriza por seu elevado teor de açúcar, maior durabilidade pós-colheita e aroma mais pronunciado em comparação com outras variedades. Essa transição ressalta as mudanças dinâmicas no cenário das preferências e demandas globais no cultivo de abacaxi.

A composição físico-química desempenha papel crucial na seleção de variedades de abacaxi, sendo a cultivar Pérola a mais amplamente cultivada no Brasil. Esta planta apresenta porte médio e crescimento ereto, com folhas de coloração verde-escura e comprimento variando entre 1,0 m e 1,2 m, caracterizadas pela presença de espinhos nos bordos. Notavelmente, a Pérola gera um número significativo de filhotes (entre 5 e 15) anexados ao pedúnculo. O fruto, de formato cônico, pesa de 1,2 a 2,0 kg, e sua casca mantém predominantemente a coloração verde mesmo quando maduro. A polpa é branca, succulenta, com teor de açúcares variando entre 13 e 16 °Brix e contém baixa acidez. A preferência pelo consumo desta variedade no Brasil é impulsionada pelo sabor agradável, conforme documentado por Souza *et al.* (2017).

A cultivar BRS Imperial, resultante do cruzamento entre as variedades Perolera e Smooth Cayenne, foi desenvolvida em 2003 pela Embrapa Mandioca e Fruticultura. A sua utilização têm representado uma alternativa eficaz para o controle da fusariose na cultura do abacaxi, uma vez que a BRS Imperial exhibe resistência a essa enfermidade, resultando na diminuição dos custos de produção por hectare devido à eliminação da necessidade de aplicação de fungicidas (Cabral; Matos, 2009). Conforme evidenciado por Cabral e Matos (2009), a cultivar BRS Imperial se caracteriza por exibir porte médio, folhas de coloração verde-escura desprovidas de espinhos nas margens. O fruto exhibe forma cilíndrica, com casca de tonalidade amarela e peso médio aproximado de 1,2 kg. A polpa, de coloração amarela, destaca-se pelo elevado teor de açúcar, situando-se na faixa de 14 a 18 °Brix, acompanhada por uma acidez moderada.

Segundo Rios *et al.* (2018), devido à predominância de outras cultivares nas regiões Norte e Nordeste, o cultivo da BRS Imperial segue as mesmas recomendações de adubação estabelecidas para as variedades anteriormente cultivadas. Estas limitações técnicas impedem a expressão plena do potencial desta cultivar, bem como sua expansão para novas áreas. Em um estudo realizado por Caetano *et al.* (2015), que avaliou o desempenho de genótipos de abacaxizeiro resistentes à fusariose em comparação com cultivares comerciais suscetíveis, observou-se que a BRS Imperial tem características

marcantes em termos de qualidade de fruto, manifestando valores superiores de sólidos solúveis (SS) e acidez total em comparação com as cultivares comerciais analisadas.

Outra cultivar originária do programa de melhoramento genético da Embrapa Mandioca e Fruticultura é o abacaxi BRS Vitória, obtido por meio do cruzamento entre Primavera e Smooth Cayenne. Essa cultivar destaca-se por sua resistência à fusariose, possui folhas lisas e um perfilhamento robusto. O fruto, com peso médio em torno de 1,5 kg e formato cilíndrico, possui polpa branca, casca que adquire coloração amarela durante a maturação e um elevado teor de açúcar que atinge 15,8 °Brix (Ventura *et al.*, 2009). A cultivar BRS Vitória reúne atributos vantajosos, como o diâmetro reduzido do eixo central do fruto, baixos índices de aderência de mudas filhote e uma boa taxa de produção de mudas (Caetano *et al.*, 2015).

A utilização restrita de variedades propicia uma maior vulnerabilidade à abacaxicultura, devido à escassa diversidade nos plantios. Este cenário acarreta consequências graves, refletindo-se na suscetibilidade a pragas e doenças, bem como na perda de variabilidade genética, conforme observado por Cabral *et al.* (1999).

2.7 Aspectos gerais dos ácaros

A morfologia geral do corpo dos ácaros varia de formas ovoides a achatadas ou vermiformes. Embora a maioria dos ácaros tenha quatro pares de pernas na fase adulta, algumas espécies podem ter apenas dois pares de pernas como: superfamília Eriophyoidea. O corpo dos ácaros é indiviso, sendo também denominado idiossoma. No entanto, para facilitar a identificação taxonômica, o corpo é subdividido em duas regiões principais: a anterior, chamada gnatossoma, e a posterior, denominada idiossoma. O gnatossoma abriga as peças bucais, enquanto a cabeça, juntamente com a massa nervosa central, está localizada no idiossoma (Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024).

O idiossoma é subdividido, para fins taxonômicos, em três regiões distintas: o propodossoma, que compreende a área onde estão inseridas as pernas I e II; o metapodossoma, que se refere à parte mediana onde estão inseridas as pernas III e IV; e o opistossoma, que é a região posterior às pernas (Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024). Essa divisão anatômica permite uma análise mais detalhada e específica, facilitando a classificação taxonômica desses organismos.

A grande maioria dos ácaros exibe um ou dois pares de olhos simples, conhecidos como ocelos, localizados lateralmente no propodossoma. A superfície corpórea dos ácaros é caracterizada pela expressão abundante de receptores sensoriais,

predominantemente configurados na forma de setas ou cerdas. As setas táteis podem assumir diferentes formas, como simples, expandidas, com aspecto semelhante a folhas ou plumosas. Algumas setas especializadas possuem uma terminação que está associada a células nervosas, ampliando a diversidade e especialização do sistema sensorial desses organismos (Flechtmann, 1985).

A capacidade de adaptação dos ácaros a diferentes ambientes está intrinsecamente relacionada às diversas estratégias de reprodução, que pode ocorrer de forma sexuada ou assexuada, tais como a telítoca, arrenótoca e deuterótoca. A reprodução assexuada, predominantemente observada em ácaros, caracteriza-se pela geração de machos haploides a partir de ovos não fertilizados, enquanto os ovos fertilizados resultam em fêmeas diploides. Os ácaros, de modo notável, possuem uma diversidade de modos de reprodução. No cenário da reprodução sexuada, também conhecida como diplodiploidia, os machos e os filhotes são biparentais e diploides. Este método promove uma maior variabilidade genética, conforme discutido por Norton *et al.* (1993).

2.8 Ácaros fitófagos

As principais famílias de ácaros fitófagos incluem Tetranychidae, Tenuipalpidae, Eriophyidae, Tarsonemidae e Tuckerellidae. Essas famílias são responsáveis por diversos tipos de danos, podendo ser classificados como diretos ou indiretos. Os danos diretos manifestam-se de forma evidente, com perdas de clorofila devido à formação de pontilhados ou ao bronzeamento da folhagem. Esses efeitos prejudicam significativamente o crescimento das plantas, culminando em desfolhamento severo e redução no rendimento. Em espécies folhosas, esses danos diretos podem resultar na diminuição do valor comercial das plantas afetadas. Além disso, os ácaros fitófagos, especialmente pertencentes às famílias Tetranychidae e Eriophyidae, são capazes de causar danos indiretos atuando como vetores de doenças. Essa capacidade de transmissão de patógenos contribui para a disseminação de enfermidades nas plantas hospedeiras (Bostanian; Trudeau; Lasnier, 2003; Gulati, 2014).

Os ácaros fitófagos são responsáveis por uma série de perdas econômicas na agricultura, resultantes dos danos decorrentes da sucção do conteúdo celular das folhas. Além disso, a dificuldade no controle é agravada pelo uso frequente de acaricidas que compartilham mecanismos de ação semelhantes. Estudos indicam que os ácaros desenvolveram resistência a acaricidas em mais de 60 países (Motazedian *et al.*, 2012).

Segundo Whalon *et al.* (2017), foram documentados 501 casos de resistência de *Tetranychus urticae* (KOCK, 1836), a 95 ingredientes ativos presentes em acaricidas.

O padrão de distribuição de ácaros nas plantas pode variar em função da disponibilidade limitada de recursos na planta hospedeira. Algumas famílias como os Tetranychidae e Tenuipalpidae, preferem folhas mais velhas com menor quantidade de água. Por outro lado, os Eriophyidae têm preferência por folhas jovens, pois são mais flexíveis e contêm maior teor de água, facilitando a sucção devido ao tamanho do estilete (Morais; Castilho; Flechtmann, 2024). Essas particularidades de cada família de ácaros podem influenciar na distribuição dos mesmo na planta.

2.9 Família Tenuipalpidae

A família Tenuipalpidae possui ampla distribuição global incluindo mais de 1.100 espécies descritas, distribuídas em 40 gêneros. No entanto, muitas outras espécies ainda precisam ser descobertas e descritas (Castro *et al.*, 2020). Os ácaros que compõem a família Tenuipalpidae são pequenos, com idiossoma dorsoventralmente plano e movimentação lenta e pertencem à superfamília Tetranychoida.

Os Tenuipalpidae se distinguem dos demais Tetranychoida devido aos seus palpos simples e pequenos, com segmentação reduzida. Possuem as bases das quelíceras fundidas, formando um estilóforo, e seus dígitos móveis são substituídos por longos estiletos, recurvados na base, sem a estrutura conhecida como "unha-dedão". A abertura do sistema traqueal ocorre junto à base das quelíceras, comumente acompanhada por peritremas desenvolvidos. Os tarsos têm unhas e empódio, podendo ter pelos conjuntos, caracterizando-os como espécies exclusivamente fitófagas (Flechtmann, 1976).

As ninfas e adultos de Tenuipalpidae geralmente possuem 4 pares de pernas, com exceção do gênero *Larvacarus*, no qual apenas as fêmeas as possuem, e algumas espécies do gênero *Phytoptinalnus*, que têm apenas três pares de pernas. Alguns gêneros seguem o padrão quetotáxico nas pernas, enquanto em outros pode ocorrer variação. O integumento frequentemente pode ser constituído por estrias e reticulações (Cabo, 2005).

De acordo com Cabo (2005), nos adultos de Tenuipalpidae, eventualmente, pode ocorrer uma separação por um sulco sejugal entre o propodossoma e o histerossoma. O propodossoma geralmente tem 3 pares de setas e 2 pares de ocelos. O histerossoma contém de 9 a 13 pares de setas, incluindo 1 a 3 pares de dorsocentrais, 1 par de humerais, 5 a 6 pares de dorsolaterais e 1 a 4 pares de dorsosublaterais. No propodossoma, é

encontrado 1 par de setas medioventrais, bem como 1 par de setas medioventrais anteriores e 1 ou mais pares de setas medioventrais posteriores no metapodossoma.

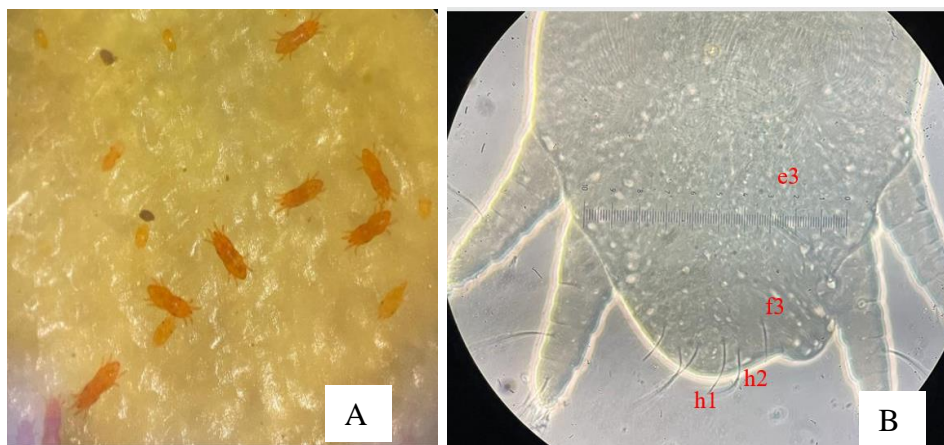
A região ventral do opistossoma da fêmea tem um escudo genital que pode ser estriado, reticulado ou liso, contendo 2 pares de setas; o ânus é guarnecido por um par de valvas, cada uma equipada com 2 setas. Em relação aos machos de Tenuipalpidae, embora sejam pouco comuns, são heteromórficos, e os aspectos do tegumento assemelham-se aos da fêmea. O opistossoma do macho geralmente é distalmente afilado. Apesar da ausência de placas genitais e ventrais nos machos, eles têm um edeago estiletiforme e alongado (Welbourn *et al.*, 2003).

De acordo com Cabo (2005), a identificação das espécies de Tenuipalpidae tem sido bastante dificultada devido à variação nos padrões morfológicos naturais de cada espécie. Além disso, as informações taxonômicas da família Tenuipalpidae estão dispersas na literatura internacional, o que dificulta o processo de identificação das espécies. Os sintomas resultantes do ataque dos ácaros Tenuipalpidae nas folhas manifestam-se inicialmente através do surgimento de pontuações amareladas, as quais rapidamente evoluem para lesões necróticas. Com o passar do tempo, essas lesões tendem a aumentar em extensão, comprometendo quase toda a superfície foliar. Esses danos são predominantemente observados nas folhas mais velhas da planta (Beard *et al.*, 2012).

2.9.1 Ácaro *Dolichotetranychus floridanus*

O ácaro *D. floridanus* é caracterizado por um idiossoma alongado e ornamentado, sendo distintamente mais longo do que largo. O corpo dos ácaros adultos varia, mas normalmente mede cerca de 0,2 mm de largura. O comprimento do corpo é tipicamente maior, variando entre 0,30 e 0,37 mm. Sua coloração vibrante facilita a observação a olho nu. Uma característica marcante é o dimorfismo sexual, evidenciado pela afilação pronunciada na região opistossomal do macho, em contraste com a forma mais arredondada na fêmea. Além disso, a fêmea se distingue por seu maior tamanho e largura em relação ao macho. Os machos possuem leves constrições na região mediana entre o prossoma e metapodossoma, conforme documentado por Sanches e Flechtmann (1982). Em relação às setas presentes em *D. floridanus* as mesmas encontram-se na margem posterior do idiossoma, com 3 pares de setas dorsais (*f3*, *h1*, *h2* e *e3*) e setas (*e1*, *e2* e *f2*) ausentes, como observado na figura 1B.

Figura 1. *Dolichotetranychus floridanus* (A); Margem posterior do idiossoma, setas dorsais *f3*, *h1*, *h2* e *e3* (B).



Fonte: Autor

O ácaro *D. floridanus* provoca danos diretos ao se alimentar do conteúdo celular, resultando na morte dos tecidos foliares. Além disso, desencadeia danos indiretos ao causar necrose nas axilas das folhas, proporcionando uma porta de entrada para patógenos, com destaque para a fusariose, considerada a principal doença associada (Moraes;Castilho; Flechtmann, 2024).

No território brasileiro, a constatação da presença de *D. floridanus* em áreas destinadas ao cultivo de abacaxi revela uma notável densidade populacional, especialmente em períodos caracterizados por condições climáticas secas e quentes. Esta ocorrência é preponderante nos estados da Bahia, Minas Gerais, Paraíba e Pernambuco. Apesar de registros documentados em outras unidades federativas, a presença dessa praga acarreta desafios fitossanitários substanciais para os produtores, impondo limitações significativas para comercialização do abacaxi, afetando de forma direta sua competitividade e receptividade nos mercados internacionais (Matos *et al.*, 2000).

3 Ácaros edáficos no controle biológico

A fauna edáfica engloba uma parcela considerável de organismos que habitam o solo ou passam uma ou mais fases de suas vidas dentro dele. Estes organismos desempenham um papel ecológico de grande importância (Araújo *et al.*, 2009). Dentro da expressiva diversidade presente no solo, os ácaros edáficos da ordem Oribatida se destacam por sua significativa contribuição na ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica e

fragmentação da serapilheira. Enquanto isso, os ácaros edáficos pertencentes à ordem Mesostigmata agem como predadores vorazes (Carrillo; Moraes; Peña, 2015).

A ordem Mesostigmata abriga um dos grupos mais prevalentes de ácaros no solo, predominantemente compostos por predadores com uma dieta diversificada, englobando uma ampla gama de presas. Estes ácaros têm a capacidade de preda outros ácaros, pequenos insetos, nematoides e alimentar-se de fungos, englobam uma variedade de hábitos alimentares (Lindquist, Krantz, Walter, 2009). Dentro dos ácaros Mesostigmata pertencentes à coorte Gamasina, os mais reconhecidos e estudados são aqueles da família Phytoseiidae, destacando-se por sua preferência por habitar a parte aérea das plantas, apesar de também serem encontrados no solo (Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024). Nos últimos 50 anos, ocorreu uma notável dedicação à pesquisa direcionada à família Phytoseiidae. Nesse intervalo temporal, várias espécies de fitoseídeos foram identificadas e desenvolvidas com objetivos comerciais, com a finalidade específica de promover o eficaz controle de pragas (McMurtry *et al.*, 2015; Knapp *et al.*, 2018).

No solo, há uma considerável diversidade de famílias pertencentes à ordem Mesostigmata, que exibem potencialidades para o controle de pragas. Além da família Phytoseiidae, outros grupos de ácaros edáficos têm sido objeto de investigação, como Laelapidae, Macrochelidae, Ascidae, Parasitidae e Rhodacaroidea (Castilho; Venancio; Narita, 2015). Castro *et al.* (2021), ao realizar um estudo da diversidade e abundância edáfica no sudoeste da Amazônia brasileira, especialmente em parcelas destinadas à produção de grãos, geridas sob sistemas convencional e agrossilvipastoril (ASPS), constataram, que as famílias mais abundantes foram Rhodacaridae (37,3%), Macrochelidae (20,9%), Laelapidae (18,8%) e Ascidae (12%), mantendo-se essa distribuição em ambos os sistemas de produção.

Dentre a coorte Gamasina, a família Laelapidae se destaca como uma das mais comuns no solo. Constituindo o segundo grupo de ácaros mais utilizado para o controle biológico de artrópodes pragas, sua aplicação tem ganhado proeminência devido à capacidade intrínseca de suprimir populações de pragas de maneira natural (Azevedo *et al.*, 2015). Os ácaros pertencentes à família Laelapidae alimentam-se de uma variedade de organismos, incluindo fungos, colêmbolos, pupas de tripes, pequenos insetos e ácaros da subordem Prostigmata (Moreira; Moraes, 2015). O uso de agentes biológicos como estratégia de controle não apenas minimiza a necessidade de agrotóxicos, mas também contribui para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Os ácaros pertencentes à família

Laelapidae constituem um conjunto diversificado de predadores, compreendendo mais de 1.300 espécies distribuídas em 90 gêneros (Beaulieu, 2011).

Além disso, estudos recentes demonstram registro de novas espécies descritas nas Américas e na Ásia, de ácaros predadores pertencentes à família Laelapidae (Moreira *et al.*, 2015). Os ácaros da família Laelapidae têm características distintas que os tornam predadores eficazes. Eles são adaptados para se movimentar rapidamente no ambiente, possuem um sistema olfativo bem desenvolvido que lhes permite localizar suas presas, e são geralmente mais robustos e fortes em comparação com outros ácaros predadores (Karg, 1993).

Dentre as especificidades, pode-se destacar sua habilidade em se alimentar de uma ampla variedade de presas, incluindo ácaros fitófagos, ovos de insetos, pequenos artrópodes. Os ácaros da família Laelapidae são considerados generalistas e polívoros, o que significa que eles têm uma dieta diversificada, tornando-os capazes de se adaptar a diferentes condições ambientais e oferecendo uma ampla gama de opções para controle de pragas (Evans *et al.*, 2003).

Os ácaros da família Laelapidae têm uma taxa de reprodução relativamente alta, o que lhes permite aumentar suas populações rapidamente quando há disponibilidade de presas (Athias-Henriot, 1971). Algumas espécies dessa família tem demonstrado sobreviver de 20 a 150 dias sem alimento, esse comportamento aumentam a eficiência do uso dessas espécies em programas de controle biológico (Moreira *et al.*, 2015). De acordo com Barbosa *et al.* (2017), algumas espécies de ácaros já estão disponíveis para comercialização como agentes de controle biológico. Entre elas incluem-se: *Gaeolaelaps aculeifer* Canestrini, *Stratiolaelaps miles* Berlese e *Stratiolaelaps scimitus* Womersley.

Conforme Castilho *et al.* (2019), as espécies pertencentes à família Laelapidae, como *S. scimitus*, destacam-se como predadores reconhecidos por sua eficácia na diminuição populacional de diversas pragas. Esse organismo é documentado para o controle de larvas do "fungus gnat", *Bradysia matogrossensis* Lane (Diptera: Sciaridae), bem como para tripes (Thysanoptera).

4 Controle químico

Os ácaros fitófagos têm a capacidade de provocar danos significativos em diversas culturas agrícolas, resultando em prejuízos econômicos em escala global. Este impacto decorre de seu hábito alimentar, que ocasiona danos tanto na parte aérea quanto na subterrânea de frutíferas, hortaliças, plantas ornamentais, florestais e também em plantas

daninhas (Roggia *et al.*, 2008). O surgimento de populações de ácaros em níveis elevados, a ponto de causar perdas econômicas, frequentemente demanda a utilização de acaricidas sintéticos para o seu controle. No mercado, encontram-se disponíveis produtos comerciais com diversas combinações e modos de ação distintos, tais como neonicotinoides, piretroides, organofosforados e carbamatos (Agrofit, 2023).

De acordo com os dados apresentados pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2022), registrou-se um aumento de 30% no uso global de pesticidas entre os anos 2000 e 2020, totalizando 2,7 milhões de toneladas no ano de 2020. Paralelamente, observou-se um aumento significativo de 52% na produção global das principais culturas durante o mesmo período. A hipótese que fundamenta o incremento na produtividade agrícola ao longo do século XX é ancorada na utilização de inseticidas notadamente os organofosforados e os piretroides (Can, 2014). Este cenário é reiterado por Zhang (2018), que destaca a aplicação sistemática de agentes pesticidas como uma estratégia essencial para a preservação das culturas contra os danos provocados por insetos. Em um contexto mais amplo, verifica-se que pequenos agricultores em escala global têm predominantemente empregado os organofosforados e os piretroides para tal finalidade, corroborando assim a relevância desses compostos na prática agrícola contemporânea.

O termo "organofosforados" abrange todos os inseticidas que contêm fósforo em sua composição. Estes compostos derivam de um dos ácidos fosforosos e, enquanto classe, são geralmente os pesticidas mais tóxicos para vertebrados. Os organofosforados, constituem-se como o grupo mais extenso e diversificado de pesticidas, com centenas de compostos pertencentes a essa classe, onde sua aplicação sistemática é considerada crucial para mitigar os prejuízos causados por pragas nas culturas agrícolas (Can, 2014).

O mecanismo de ação dos pesticidas organofosforados está intimamente associado à ligação irreversível à acetilcolinesterase (AChE), uma enzima crucial no sistema nervoso. Estes compostos atuam inibindo a atividade da AChE, resultando na fosforilação irreversível da enzima quando esta se une à porção fosforada do pesticida. Tal inibição conduz ao acúmulo de acetilcolina (ACh) nas junções sinápticas entre neurônios e nas sinapses neurônio/músculo. Esse acúmulo de ACh desencadeia espasmos rápidos nos músculos, culminando, por fim, na paralisia (Naughton; Terry, 2018; Richardson *et al.*, 2019).

O clorpirifós, como princípio ativo presente nos inseticidas organofosforados, manifesta potencial de alta toxicidade por contato, exercendo efeitos diretos em ácaros.

Tais efeitos compreendem a indução de mortalidade, a diminuição da longevidade e a redução da fecundidade (Kovach ; Gorsuch 1986). Essas observações são cruciais para a compreensão dos impactos específicos desse composto na ecologia dos ácaros, fornecendo informações relevantes para avaliações de riscos e estratégias de manejo adequadas em contextos agrícolas e ambientais.

As avermectinas e as milbemicinas são amplamente empregadas em agroecossistemas para o controle parasitário na pecuária. A biossíntese das avermectinas ocorre intrinsecamente por cepas de um actinomiceto presente no solo, do gênero *Streptomyces* (Burg *et al.*, 1979). Estas avermectinas compartilham uma característica farmacofórica distintiva, constituída por uma estrutura de lactona macrocíclica composta por 16 membros (Shoop; Soll, 2002). Esses compostos encontram uma ampla aplicação em setores como agricultura, medicina e veterinária, devido à sua notável eficácia como agentes anti-helmínticos e suas propriedades pesticidas (Putter *et al.*, 1981).

As avermectinas são constituídas por quatro principais unidades estruturais (A1a, A2a, B1a e B2a) e quatro frações estruturais menores (A1b, A2b, B1b e B2b), diferenciadas por substituições em C5, posições C22 C23 e C25. Dentre estas, a avermectina B1a, identificada como a mais predominante e bioativa, tem demonstrado as atividades inseticidas e acaricidas mais robustas, com reduzida toxicidade quando empregada em práticas agrícolas e pecuárias (Zhang; Hu, 2007).

A abamectina é um produto obtido por meio da fermentação natural de *Streptomyces avermitilis* sendo a ivermectina seu derivado sintético (Bu'Lock *et al.*, 1986). Suas estruturas químicas diferem apenas na ligação entre os átomos de carbono C-22 e C-23, onde a abamectina tem uma ligação dupla, enquanto a ivermectina exibe uma ligação simples, com a adição de dois átomos de hidrogênio (Lankas; Gordon, 1989). A abamectina, constituída por 80% de avermectina B1a e 20% de avermectina B1b, desempenha o papel de precursor da ivermectina. A ivermectina é um antiparasitário amplamente utilizado tanto na medicina veterinária quanto na humana para tratar uma variedade de infecções parasitárias. Demonstrando eficácia frente a nematoides e ácaros, a abamectina persiste até o momento como a única avermectina ou milbemicina empregada tanto na saúde animal quanto na indústria agrícola (Shoop; Mrozik; Fisher, 1995). A abamectina figura como um dos acaricidas de maior relevância empregados para o manejo de ácaros fitófagos no Brasil (Agrofit, 2023).

Seu mecanismo de ação exerce um efeito agonista sobre o ácido γ -aminobutírico (GABA), amplificando a permeabilidade dos íons cloreto (Cl^-). Isso culmina em paralisia

muscular, uma vez que esses íons penetram nas células neurais e hiperpolarizam a membrana pós-sináptica, bloqueando a transmissão dos impulsos nervosos. Esse fenômeno é exclusivamente expresso, em canais de íons cloreto, encontrados em nematoides, insetos e ácaros. O desfecho desse processo é a paralisia, resultando na morte da praga (Hibbs ; Gouaux,2011).

Ao final do século XX, uma nova classe de pesticidas, denominada pirróis, foi introduzida com o intuito de salvaguardar humanos e animais domésticos contra pragas zoofílicas (Black *et al.*, 1994; Li *et al.*, 2018). O clorfenapir é um pesticida pirrol de amplo espectro classificado no Grupo 13 do IRAC. Está registado em 19 países e desempenha um papel crucial na proteção de culturas contra insetos e ácaros (Rand, 2004; Ullah; Shah; Shad, 2016). Além de o clorfenapir ser um inseticida de elevada potência, tem-se evidenciado ausência de resistência cruzada com outros inseticidas neurotóxicos, tais como organofosforados e piretroides (Yuan *et al.*, 2015).

O clorfenapir, é um pró-acaricida, requer uma remoção oxidativa do grupo N-toximetil *in vivo* para ativar seu potencial pesticida, originando o metabólito tóxico tralopiril. Este último é caracterizado como um composto lipofílico com propriedades fracamente ácidas devido à presença de um próton ácido no anel pirrol, manifestando, assim, atividades protonofóricas. O mecanismo de ação do clorfenapir, ocorre por meio do transporte de prótons através da membrana mitocondrial, interferindo, desse modo, na fosforilação oxidativa mitocondrial. Essa interferência na síntese de ATP resulta em disfunção, afetando assim a capacidade das células de produzir ATP a partir do ADP, o que em última análise resulta na morte celular e na morte do organismo (Black *et al.*, 1994; Rand, 2004).

O controle dos ácaros fitófagos é um desafio contínuo, dada a rápida evolução de resistência por parte de algumas famílias de ácaros a diversas classes químicas de pesticidas, Stumpf e Nauen (2001) e Sato *et al.* (2005). Embora o controle frequentemente revele-se ineficaz para alguns grupos de ácaros (Tetranychidae) resistentes a alguns princípios ativos, o uso indiscriminado desses pesticidas resulta no desenvolvimento de resistência a múltiplas classes de pesticidas (Goergen *et al.* 2016). Diante desses desafios, torna-se necessário explorar abordagens racionais do uso desses produtos para minimizar a crescente resistência e garantir a eficácia no controle de pragas.

As formulações tradicionais de pesticidas têm desempenhado um papel significativo na promoção da segurança alimentar global. Quando aplicados de maneira responsável, esses pesticidas representam um elemento agrícola fundamental, desempenhando um

papel crucial na proteção contra pragas em áreas de cultivo agrícola (FAO, 2020). Essa eficácia, aliada à responsabilidade na aplicação, destaca a importância dos pesticidas como ferramenta vital no manejo integrado de pragas para garantir a segurança alimentar em escala global.

A busca por controle de forma racional inclui a adoção de novas medidas fitossanitárias, dentre as quais vale destacar o tratamento químico de mudas, uma medida de controle fundamental para a cultura do abacaxi. Este procedimento, desempenha um papel relevante no manejo de pragas, contribuindo para a produtividade da cultura. O tratamento fitossanitário de mudas por imersão, antes de seu plantio, representa uma prática altamente recomendada visando a diminuição das populações do ácaro *D. floridanus*. Em situações de elevada infestação por ácaros e cochonilhas, a aplicação de inseticida-acaricida constitui uma alternativa viável. O tratamento por imersão consiste na submersão das mudas de abacaxi em uma solução inseticida/acaricida, por um período de 3 a 5 minutos. Este método revela-se particularmente eficaz quando as mudas se encontram intensamente infestadas. Subsequentemente à imersão, as mudas são colocadas para secar, é sendo então possível proceder ao plantio em local definitivo (Sanches; Matos, 2013).

Conforme destacado por Sanches e Matos (2013), uma alternativa adicional para mitigar os efeitos decorrentes da presença de *D. floridanus* em áreas de cultivo de abacaxi é a destruição dos restos culturais, visando evitar a formação de novos focos de infestação. Portanto, a busca por novas alternativas de controle visando o manejo de pragas agrícolas é essencial, assim como a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, objetivando assegurar a segurança alimentar e a preservação ambiental a longo prazo.

5 Utilização de ferramentas moleculares na identificação de ácaros

Os estudos de biologia molecular são considerados importantes fontes de investigação na Acarologia e têm sido amplamente utilizados em diversas famílias de interesse econômico na agricultura, especialmente nas famílias Tetranychidae, Eriophyidae, Phytoseiidae e Tenuipalpidae (Navajas; Fenton, 2000). A ampliação dos dados moleculares é fundamental para melhorar a identificação e a compreensão da diversidade genética dessas famílias. Além disso, atualmente, há uma tendência crescente de incorporar uma variedade mais ampla de informações, como dados ecológicos, comportamentais, fisiológicos e moleculares, o que fortalece a precisão e a abrangência dos estudos taxonômicos (Lopes, 2009).

A identificação baseada apenas em caracteres morfológicos muitas vezes não é suficiente para garantir uma identificação precisa das espécies, devido ao polimorfismo que elas apresentam em diferentes regiões. Nesse contexto, a análise genética se torna indispensável para assegurar uma identificação mais exata e confiável (Niogret *et al.*, 2007). Isso se deve ao fato de que diferentes espécies podem exibir fenótipos semelhantes, resultado da expressão gênica influenciada pela interação com o ambiente. Essa interação pode gerar características fenotípicas semelhantes entre espécies distintas, que, apesar de apresentarem traços morfolologicamente parecidos, podem possuir variações sutis ou significativas em seus genes (Manceau *et al.*, 2010).

A identificação molecular é dificultada pela escassez de dados moleculares disponíveis no GenBank, o que limita a comparação de sequências genéticas. Essa falta de informação molecular representa um obstáculo significativo para a precisão e eficácia na identificação de espécies (Zhang *et al.*, 2021). Isso ocorre frequentemente porque as sequências depositadas no GenBank estão, em grande parte, limitadas à identificação no nível de gênero, o que compromete a eficácia dos estudos filogenéticos (Anjos, 2019).

Uma alternativa a ser considerada para complementar a identificação pela sistemática clássica é a técnica de DNA barcoding. Esta ferramenta molecular, baseada na sequência do gene COI presente no DNA mitocondrial, funciona como um 'bioidentificador', de forma análoga aos códigos de barras universais. O DNA barcoding tem se mostrado eficaz ao complementar métodos tradicionais, fornecendo maior precisão e confiabilidade na identificação de espécies (Carvalho *et al.*, 2008).

O marcador genético ITS (Internal Transcribed Spacer) é amplamente utilizado em estudos de filogenia molecular, especialmente para a identificação de espécies e análise de especiação críptica dentro da superfamília Tetranychoidae, na qual está a família Tenuipalpidae (Mendonça *et al.*, 2011). O ITS é composto por duas regiões principais: ITS1 e ITS2. A região ITS1 está localizada entre os genes 18S (subunidade menor do rRNA) e 5.8S (subunidade do rRNA), e é altamente variável entre as espécies, o que o torna um marcador valioso em estudos filogenéticos. A região ITS2 situa-se entre os genes 5.8S e 28S (subunidade maior do rRNA), também desempenhando um papel importante na discriminação de espécies próximas (Coleman, 2003).

5 REFERÊNCIAS

ABU BAKAR, B. H.; ISHAK, A. J.; SHAMSUDDIN, R.; WAN HASSAN, W. Z. Ripeness level classification for pineapple using RGB and HSI colour maps. **Journal of Theoretical and Applied Information Technology**. v. 57, n. 3, 587–593, 2013.

AGRIANUAL: **anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Informa Economics IEG/FNP, 2018. 440 p.

AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <[https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/agrofit](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos_agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/agrofit)> Acesso em: 20 dezembro 2023.

ALI, M.M.; HASHIM, N.; AZIZ, S.; LASEKAN, O. Pineapple (*Ananas comosus*): A comprehensive review of nutritional values, volatile compounds, health benefits, and potential food products. **Food Research International**, Malaysia, v. 137, n. 4, p. 109675–109688, 2020.

ALPER CAN. Quantitative structure–toxicity relationship (QSTR) studies on the organophosphate insecticides. **Toxicology Letters**. v. 230, n. 4, p. 434–443, 2014.

AL-ATAWI, F. J. Phytophagous and predaceous mites associated with vegetable crops from Riyadh, Saudi Arabia. Saudi. **Journal of Biological Sciences**. v.18, n. 3, p. 239–246, 2011.

AL-ATAWI, F. J.; HALAWA, A. M. New records of Eriophyoid mites (Acari: Prostigmata: Eriophyidae) from Saudi Arabia. Pakistan. **Journal of Biological Sciences**. v.14 n.2, p. 112–117, 2011.

ALMEIDA, O. A.; OLIVEIRA, L. A.; Irrigação. In: REINHARDT, D.H.; SOUZA, L.F. S.; CABRAL, J.R.S. **Abacaxi Irrigado em Condições Semiáridas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2001. p. 25–26.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen’s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p.711–728, 2014.

ANCOS, B.; SANCHEZ-MORENO, C.; GONZALEZ-AGUILAR, G. A. Pineapple composition and nutrition. Handbook of Pineapple Technology: **Postharvest Science, Processing and Nutrition**, 5 (1) 221–239, 2016.

ANDRADE NETO, R.C; NEGREIROS, J. R.; ARAÚJO NETO, S. E.; CAVALCANTE, M. J. B.; ALECIO, M. R.; SANTOS, R. S. **Gargalos Tecnológicos da Fruticultura no Acre**. Documentos, nº 123, Série Embrapa, dezembro, 2011a, 36p.

ANJOS, K. A. **Caracterização morfológica e molecular de ácaros da família Macrochelidae (Acari: Mesostigmata) encontrados em esterco de ruminantes e avaliação de potencial predatório sobre nematódeos de interesse veterinário.** 2019. 107p. Dissertação(Mestrado em Ciências Biológicas) Instituto Biológico de São Paulo, 2019.

ARAÚJO, K. D.; PARENTE, H. N.; CORREIA, K. G.; RODRIGUES, M. Q.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. P. de.; SOUTO, J. S. Influência da precipitação pluvial sobre a mesofauna invertebrada do solo em área de caatinga no semiárido da Paraíba. **Revista Eletrônica do Curso de Geografia**, Campos Jataí, n. 12, 12 p., 2009.

ASIM, M.; ABDAN, K.; JAWAID, M.; NASIR, M.; DASHTIZADEH, Z.; ISHAK, M. R.; HOQUE, M. E. A review on pineapple leaves fibre and its composites. **International Journal of Polymer Science**, 2015, 1–17, 2015.

ATHIAS-HENRIOT, C. (1971). Contribution à l'étude des Laelaptidae (Acariens, Gamasides). II. Sous-famille des Hypoaspidinae. **Bulletin du Muséum National D'histoire Naturelle**, v. 42, n.6, p.1165-1200, 1971.

AZEVEDO, E.B. (2017) Diversidade de ácaros edáficos, com ênfase nos Mesostigmata, em cultivos agrícolas e na vegetação natural do bioma Cerrado no sul do estado do Tocantins.15 **Dissertação** (Mestrado em Agronomia - Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 57 p.

AZEVEDO, L.H.; EMBERSON, R.M.; ESTECA, F.C.N.; MORAES, G.J. Macrochelid mites (Mesostigmata: Macrochelidae) as biological control agents. In: Carrillo D, Moraes GJ, Peña JE (Eds). Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms. Florida: **Springer**. v. 123, p. 102-132, 2015.

BARBOSA, M.F.C.; DEMITE, P.R., MORAES, G.J.; POLETTI, M. **Controle biológico com ácaros predadores**. Promip, 1ª edição, p.23-25, 2017.

BARRETTO, L. C. O.; MOREIRADE, J. J. S.; SANTOS, J. A. B.; NARAIN, N.; SANTOS, R. A. R. Characterization and extraction of volatile compounds from pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill) processing residues. **Food Science and Technology**. v. 33, n. 4, 638–645, 2013.

BARRÊTO, A.F.; ARAÚJO, E.; BONIFÁCIO, B.F. Eficiência de extratos de Agave sisalana (Perrine) sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch) e ocorrência de fitotoxidez em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r *latifolium* Hutch). **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.5, n. 2, p. 207-215, 2010.

BARROS, P. H. L.; SILVA, R. A.; SANTOS, J. O.; FARIAS, K. D. C.; DIAS JR, E. M.; SILVA, E. S. Controle do ácaro alaranjado em mudas de abacaxizeiro. **Anas do III Congresso Latino Americano de Acarologia, VI Sibac**, Pirenópolis-Go, 2018. 1 p.

BEARD, J. J.; OCHOA, R.; BAUCHAN, G. R.; WELBOURN, W. C.; POOLEY, C.; DOWLING, A. P. G. External mouthpart morphology in the Tenuipalpidae (Tetranychidae): Raoiella a case study. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57, n. 3-4, p. 227–255, 2012.

BEAULIEU, F.; DOWLING, A.P.G.; KLOMPEN, H.; MORAES, G.J.; WALTER, D.E. Superordem Parasitiformes Reuter, 1909. Biodiversidade animal: Um esboço da classificação de nível superior e levantamento da riqueza taxonômica. **Zootaxa**, v.3148, p.123-128, 2011.

BENGOZI, F. J.; SAMPAIO, A. C.; GUTIERREZ, A.D. de S.; RODRIGUES, V. M.; PALLAMIN, M. L. Qualidades físicas e químicas do abacaxi comercializado na Ceagesp - São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n. 3, p.540- 545, 2007.

BERILLI, S. S.; FREITAS, S. J.; SANTOS, P. C.; OLIVEIRA, J. G.; CAETANO, L. C. S. Avaliação da qualidade de frutos de quatro genótipos de abacaxi para consumo in natura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 503-508, 2014.

BLACK, B.C.; HOLLINGWORTH, R.M.; AHAMMADSAHIB, K.I.; KUKEL, C.D.; DONOVAN, S. Insecticidal action and mitochondrial uncoupling activity of AC-303,630 and related halogenated pyrroles. **Pesticide Biochemistry and Physiology**. v.50, n. 2, p. 115-128, 1994.

BOTELHO, L.; CONCEIÇÃO, A.; CARVALHO, C.V. Caracterização de fibras alimentares da casca e cilindro central do abacaxi ‘smooth cayenne’. **Ciênc. agrotec., Lavras**. v.26, n.2, p.362-367, 2002.

BOSTANIAN, N.J., TRUDEAU, M.; LASNIER, J. Management of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in eggplant fields. **Phytoprotection**. v.84, p.1-8, 2003.

BURG, R.W.; MILLER, B.M.; BAKER, E.E.; BIRNBAUM, J.; CURRIE, S.A., et al. Avermectins, new family of potent anthelmintic agents: producing organism and fermentation. **Antimicrob Agents Chemother**. v.15, n. 3, p. 361–367, 1979.

BU'LOCK, J.D.; GOUDIC, K.S.; HOLDOM, K.S.; GIBSON, S.P. New antiparasitic avermectin and milbemycin derivatives. **Journal Antibiot**. v. 44, n. 3, p. 357-65, 1991.

CABRAL, J. R. S.; JUNGHANS, D. T. **Variedades de abacaxi**. 2003. ed. Cruz das Armas -Ba: Embrapa, 2003. 4 p.

CABRAL, O. A.; BARROS VALENTIM, I.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; PAES, B. M. et al. Total phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruit residues. **Food Chemistry**, 115, 469–475, 2009.

CABRAL, J. S.; MATOS, A. P.; JUNGHANS, D. T.; SOUZA, F. V. D. Pineapple Genetic Improvement in Brazil. **Acta Horticulturae**. v. 822, n. 2, p. 39- 46, 2009.

CABRAL, J.R.S.; FERREIRA, ER.; MATOS, A.P. de. Caracterização e avaliação de germoplasma de abacaxi. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.21, n.3, p. 247-251, 1999.

CABO, Nora Cristina Mesa. **Ácaros Tenuipalpidae (Acari: Prostigmata) no Brasil, novos relatos para América do Sul e o Caribe e variabilidade morfológica e morfométrica de Brevipalpus phoenicis (Geijskes)**. 2005. 393 f. Tese (Doutorado) - Curso, Zoologia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

CAETANO, L.C.S.; VENTURA, J. A.; BALBINO, J. M. S. Comportamento de genótipos de abacaxizeiro resistentes à fusariose em comparação a cultivares comerciais suscetíveis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 2, p. 404-409, 2015.

CANNON, R. J.; HO, C. T. Volatile sulfur compounds in tropical fruits. **Journal of Food and Drug Analysis**. v. 26, n. 2, p. 445–468, 2018.

CARRILLO, D.; MORAES, G.J.; PEÑA, J. **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Cham: Springer International Publishing, Switzerland, 2015, 337p.

CARDOSO, L.; AMBROSINI, L. B.; FAVRETO, R. (Organizadores). **Abacaxi de Terra de Areia: potencial para indicação geográfica**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura; DDPA, 2018. 213p.

CASTRO, E. B. *et al.* Tenuipalpidae database. Universidade Estadual Paulista, 2020. Disponível em: <http://www.tenuipalpidae.ibilce.unesp.br>. Acesso em: 11 jul. 2024.

CASTRO, M. C.; AZEVEDO, E. B.; BRITTO, E. P.J.; BARRETO, M.R.; PITTA, R. M.; CASTILHO, R. C.; MORAES, G. J. Gamasina mite communities (Acari: Mesostigmata) in grain production systems of the southwestern Brazilian Amazon. **Systematic & Applied Acarology** v. 26, n.1, p. 1–14, 2021.

CASTILHO, R.C.; AZEVEDO, E.B.; PAULA, F.F.; PRADO, T.J.; BARROS, A.R.A.; AZEVEDO, L.H. (2019). Ácaros predadores: uso no controle biológico de pragas e

parasitos. In: Castilho RC, Rezende GF, Nascimento J, Rossi GD (Eds.) **Tópicos em Entomologia Agrícola XII**. Jaboticabal, Multipress, p 117–133.

CASTILHO, R. C.; VENANCIO, R.; NARITA, J. P. Z. Mesostigmata as biological control agents, with emphasis on Rhodacaroidea and Parasitoidea. CARRILLO, D.; MORAES, G. J.; PEÑA, J. E. (Eds). Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms. **Springer**. p. 1-31, 2015.

CASTILHO, R.C.; MORAES, G.J.; SILVA, E.S.; SILVA, L.O. Predation potential and biology of *Protogamasellopsis posnaniensis* Wisniewski & Hirschmann (Acari: Rhodacaridae). **Biological Control**, v. 48, n. 2, p.164–167, 2009.

CARVALHO, D.C.; SEERIG, A.; MELO, D.C.; SOUSA, A.B.; PIMENTA, D.; OLIVEIRA, D.A.A. Identificação molecular de peixes: o caso do Surubim (*Pseudoplatystoma* spp.). **Revista Brasileira De Reprodução Animal**. v.32, n.4, p.215-219, 2008.

CHAUDHARY, V.; KUMAR, V.; SUNIL, VAISHALI, SINGH, K.; KUMAR, R.; KUMAR, V. Pineapple (*Ananas cosmosus*) product processing: A review. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**. v. 8, n. 3, p.4642–4652, 2019.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. 2 ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005, 785 p.

CHILDERS, C. C.; RODRIGUES, J. C.V.; WELBOURN, W. C. Host Plants of *Brevipalpus californicus*, *B. obovatus*, and *B. phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) and their Potential Involvement in the Spread of Viral Diseases Vectedored by these Mites **Experimental & Applied Acarology** v. 30, n.1, p. 29–105, 2003.

COLEMAN, A. W. ITS2 is a double-edged tool for eukaryote evolutionary comparisons. **Trend. Gen.**, v.19, n.7, 2003.

CUNHA, G.A.P. **Equipe técnica de abacaxi comemora 30 anos de atividades e realizações**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2007. 20p. (Documentos, 170).

CRESTANI, M.;BARBIERI, R. L.; HAWERROTH, F. J.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. Das Américas para o Mundo - origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1473-1483, 2010.

DAMARA, O. P.; NABILAH, P.; KENCANA, P. P.; ALIOES, Y. The Water of Pineapple *Ananas Comosus* (L.) as an Alternative Natural Antioxidant. **International Conference of Integrated Intellectual Community** p. 1-5, n. 1, 2018.

DUTTA, N. K.; ALAM, S. N.; UDDIN, M.K; MAHMUDUNNABI, M.; KHATUN, M. F. Population abundance of red spider mite in different vegetables along with its spatial distribution and chemical control in brinjal (*Solanum melongena* L.) **Bangladesh Journal of Agricultural Research**. v.37, n.3, p.399-404, 2012.

FAO. **Pesticides use, pesticides trade and pesticides indicators Global, regional and country trends, 1990–2020** FAOSTAT Analytical Brief 46.

FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros de importância agrícola**. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1989. 189 p.

FLECHTMANN C. H. W. **Ácaros de importância Agrícola**. 1º edição. Livraria Nobel, 1976. 150 p.

FLECHTMANN C. H. W. Preliminary report on the false spider mites (Acari: Tenuipalpidae) from Brazil and Paraguay. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Washington, v. 78, n. 1, p. 58-64, 1976

FRANCO, L. R. L.; MAIA, V. M.; LOPES, O. P.; FRANCO, W. T. N.; SANTOS, S. R. dos. Crescimento, produção e qualidade do abacaxizeiro ‘Pérola’ sob diferentes lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 2, p. 132-140, 2014.

FORZZA, R. C.; COSTA, A. F.; LEME, E. M. C.; VERSIEUX, L. M.; WANDERLEY, M. G. L.; LOUZADA, R. B.; MONTEIRO, R. F.; JUDICE, D. M.; FERNANDEZ, E. P.; BORGES, R. A. X.; PENEDO, T. S. A.; MONTEIRO, N. P.; MORAES, M. A.. Bromeliaceae. In: Martinelli, G.; Moraes, M. A. **Livro Vermelho da Flora do Brasil**. pp. 315-396, 2013.

GEORGE, D. S.; RAZALI, Z.; SOMASUNDRAM, C. Physiochemical Changes during Growth and Development of Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr. cv. Sarawak). **Journal of Agricultural Science and Technology**. v. 18, n. 2, p. 491–503, 2016.

GOERGEN, G., KUMAR, P.L., SANKUNG, S.B., TOGOLA, A., TAMÒ, M.. First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. **PLoS One**. v. 11, n. 10, e0165632, 2016.

GONÇALVES, N.B. **Abacaxi: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.

GULATI, R. **Eco-Friendly Management of Phytophagous Mites**. Integrated Pest Management. 2014. p. 461–491.

HAVASI, M.; KHERADMAND, K.; MOSALLANEJAD, H.; FATHIPOUR, Y. Effects of sub-lethal concentrations of Biomite® on life-history traits of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)**, v.45, n. 2, p.33-48, 2022.

HEUZÉ, V.; TRAN, G.; GIGER-REVERDIN, S. 2015. Pineapple by-products. Feedipedia, a programme by INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. Disponível em: <<https://feedipedia.org/node/676>> Acesso em: 15 ago 2022.

HIBBS, R.E.; GOUAUX, E. Principles of activation and permeation in an anion-selective Cys-loop receptor. **Nature**. v. 474, p.54–60, 2011.

HOSSAIN, M. A.; RAHMAN, S. M. M. Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of tropical fruit pineapple. **Food Research International**. v. 44, n. 3, p. 672–676, 2011.

HOSSAIN, M. F. World pineapple production: An overview. **African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**. v. 16, n. 4, p. 11443–11456, 2016.

HUGHES, R. D. The cytological basis for reproduction variability in the Anoetidae (Sarcoptiformes: Acari). **Chromosoma**. v.28, n. 3, p.346–356, 1969.

IBGE. Produção agrícola municipal. [2022]. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/pesquisa/24/76693>. Acesso em: 08 Ago. 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 3 ed., São Paulo; Instituto Adolfo Lutz, v.1, 1985, 533 p.

KARGUTKAR, S.; BRIJESH, S. Anti-inflammatory evaluation and characterization of leaf extract of *Ananas comosus*. **Inflammopharmacology**, v.26, n.2, p. 469–477, 2018.

KARG, W. (1993). Acari (Acarina), Milben Unterordnung Parasitiformes (Anactinochaeta). **Die freilebenden Gamasina (Gamasides), Raubmilben**. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart. 738 p.

KHALID, N.; SULERIA, H. A. R.; AHMED, I. Pineapple Juice. In F. Shahidi & C. Alasalvar (Eds.), **Handbook of Functional Beverages and Human Health** (1st Editio, pp. 489–500). CRC Press. 2016. 12p.

KHERADMAND, K.; HEIDARI, M.; SEDARATIAN-JAHROMI, A.; TALAEI-HASSANLOUI, R.; HAVASI, M. Biological responses of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) to sub-lethal concentrations of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. **Bulletin of Entomological Research**. v.112, n. 1, p.70- 77, 2022.

KNAPP, M.; VAN HOUTEN, Y.; VAN BAAL, E.; GROOT, T. Use of predatory mites in commercial biocontrol: current status and future prospects. **Acarologia**, v.58, p.72–82, 2018.

KOVACH, J., GORSUCH, C. Response of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, to various insecticides and fungicides used in South Carolina peach orchards. **J. Agric. Entomol.** v.3, n. 3, p. 175–178, 1986.

LANKAS, G. R.; GORDON, L.R. Toxicology. In: Campbell, W.C. (ed) Ivermectin and abamectin. **Springer-Verlag**, New York, p. 89-112, 1989.

LEME, E. M. C.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Taxonomia das bromélias dos fragmentos de Mata Atlântica de Pernambuco e Alagoas. In: Siqueira Filho, J. A.; Leme, E. M. C. **Fragmentos de Mata Atlântica do Nordeste**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, 2006. p. 190-381.

LINDQUIST, E.E., KRANTZ, G.W., WALTER, D.E. Order Mesostigmata. In: Krantz, G.W., Walter, D.E. (Eds.) **A Manual of Acarology**, Texas Tech University Press. Lubbock, Texas, p. 124–232, 2009.

LI, Y.Y.; FAN, X.; ZHANG, G.H.; LIU, Y.Q.; CHEN, H.Q.; LIU, H.; WANG, J.J., . Sublethal effects of bifenthrin on life history and population parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 22, n.1, p. 148-158, 2017.

LOPES, W. D. Z. et al. Anthelmintic efficacy of oral trichlorfon solution against ivermectin resistant nematode strains in cattle. **Veter. Paras.** v.166, n.1-2, p.98-102, 2009.

LUTHER, H. E. **An alphabetical - cal list of bromeliad binomials**. The Marie Selby Botanical Gardens, Sarasota. 2012. 48p.

MANCEAU, M.; DOMINGUES, V. S.; LINNEN, C. R.; ROSENBLUM, E. B.; e HOEKSTRA, H. E. Convergence in pigmentation at multiple levels: mutations, genes and function. *Phil. Trans. R. Soc., B.* 365, p. 2439-2450, 2010.

MAPA. Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do abacaxi. Anexo 1. Brasília: MAPA, 2002. (Instrução Normativa/SARC nº 01, de 01 de fevereiro de 2002). Disponível em: . Acesso em: 24 ago. 2022.

MARANGONI, C.; MOURA, N.F. de; GARCIA, F.R.M. Utilização de óleos essenciais e extratos de plantas no controle de insetos. **Revista de Ciências Ambientais**. v.6, n. 2, p.95-112, 2012.

MATOS, A. P. et al. **Sistema orgânico de produção de mudas de abacaxi**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2018. 11 p. (Circular Técnica, 127).

MATOS, A. P.; REINHARDT, D. H. R. C.; CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. S.; SANCHES, N. F.; ALMEIDA, O. A. **A cultura do abacaxi** / Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. – 2. ed. rev. amp. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 91 p. : il. – (Coleção Plantar ; 49).

MATOS, A. P. de; VASCONCELOS, J. A. R.; SIMÃO, A. H. (Ed). **Práticas de cultivo para a cultura do abacaxi no Estado do Tocantins**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2014. 36 p. (Documentos, 211).

MATOS, A.P. **Plano estratégico para a cultura do abacaxi 2017-2021**. Cruz das Almas: (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 225). Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2018. 30p

MATOS, A. P.; COSTA, D.C.; SILVA, J. R.; SOUZA, L. F. S.; SANCHES, N. F.; CORDEIRO, Z. J. M. 2000. **Abacaxi. Fitossanidade**. Frutas do Brasil, 9. Embrapa Mandioca e Fruticultura / Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Cruz das Almas-BA, Brasília, 77 p.

MENDONÇA, R.S.; NAVIA, D.; DINIZ, I.R.; AUGER, P.; NAVAJAS, M. A critical review on some closely related species of Tetranychus sensu stricto (Acari: Tetranychidae) in the public DNA sequences data bases. **Experimental and Applied Acarology**. v.55, p.1–23, 2011.

MCMURTRY, J.A.; SOURASSOU, N.F.; DEMITE, P.R. The Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) as biological control agents. In: CARRILLO, D., MORAES, G.J.; PEÑA, J.E. (Eds.), **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Florida, Springer, p. 133–150, 2015.

MONTERO, C. M.; ROJAS, G. M. A.; AGUILO, A. I.; SOLIVA, F. R.; MARTÍN, B. O. Influence of modified atmosphere packaging on volatile compounds and physicochemical and antioxidant attributes of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 8, p. 5042–5049, 2010.

MOREIRA, G.F.; MORAES, G.J. The potential of free-living laelapid mites (Mesostigmata: Laelapidae) as biological control agents. In: CARRILLO, D.; MORAES, G.J.; PEÑA, J.E. (Eds.). **Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and other Harmful Organisms**. Springer, p.77-102, 2015.

MORAES, G.J.; VENANCIO, R.; SANTOS, V.L.V.; PASCHOAL, A.D. Potential of Ascidae, Blattisociidae and Melicharidae (Acari: Mesostigmata) as biological control agents of pest organisms. In: CARRILLO, D.; MORAES, G.J.; PEÑA, J.E. (Eds.)

Prospects for biological control of plants feeding mites and other harmful organisms. Florida, Springer, p.33-75, 2015.

MORAES, G. J.; CASTILHO, R. C.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil.** Piracicaba-SP :Fealq, 2024. v. 1, 485 p.

MOTAZEDIAN, N., RAVAN, S., BANDANI, A.R., **Toxicity and repellency effects of three essential oils against Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae).** *J. Agric.Sci. Tech.* v.14, p.275–284, 2012.

MOURA, Alexandre Pinho de. **Manejo Integrado de Pragas: Estratégias e Táticas de Manejo para o Controle de Insetos e Ácaros-praga em Hortaliças.** Brasília: Embrapa, 2015. 28 p.

NAUGHTON, S.X., TERRY, A., 2018. Neurotoxicity in acute and repeated organophosphate exposure. *Toxicology* v.408, p. 101–112. <https://doi.org/10.1016/J.TOX.2018.08.011>.

NAMSREE, P.; SUVAJITTANONT, W.; PUTTANLEK, C.; UTTAPAP, D.; RUNGSARDTHONG, V. Anaerobic digestion of pineapple pulp and peel in a plug-flow reactor, *J. Environ. Manag.* v.110, p. 40–47, 2012.

NAVAJAS, M.; FENTION, B. The application of molecular markers in the study of diversity in acarology: a review. *Experimental and Applied Acarology.* v. 24, p.751-774, 2000.

NERES, J. P. G.; SOUZA, R. L. A.; BEZERRA, C. F. (2015). Iogurte com polpa e farinha da casca do abacaxi. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes.* v.70, n.5, p. 262-269, 2015.

NIOGRET, J.; NICOT, A.; STORDEUR, E.; BERTRAND, M. Combination of morphological character an ITS-sequence to characterize a new species of Machocheles (Acari: Macrochelidae). *Zoo.*, v.1386, p. 19-29, 2007.

NORTON, R.A.; KETHLEY, J.B.; JOHNSTON, D.E.; O CONNOR, B.M. **Phylogenetic perspectives on genetic systems and reproductive modes of mites.** In: Wrensch, D.L., Ebbert, M.A. (Eds.), *Evolution and diversity of sex ratio in insects and mites.* Chapman & Hall, p. 630,1993.

NORONHA, A. C. da S. et. al. (2013) *Dolichotetranychus floridanus* (Acari, Tenuipalpidae) em abacaxizeiro em Salvaterra - Ilha de Marajó, Pará. **IV SIBAC.** Disponível em:

<<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/970180/1/RESUMOSIBAC4007.pdf>>. Acessado em: 10 Agot 2023.

OECD/FAO, 2020. OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029, FAO, Rome/OECD Publishing, Paris. DOI: <https://doi.org/10.1787/1112c23b-en>.

OSMOND, C. B.; HOLTUM, J. A. M. **Crassulacean acid metabolism**. in: Photosynthesis. The biochemistry of plants, a comprehensive treatise. HATCH, M. D. e BOARDMAN, N. K. (eds.) Academic Press. New York, v. 8, 1981, p. 283-328.

OLIVEIRA, A. M. G.; ROSA, R. C. C.; SOUZA, L. F. S. Nutrição mineral, calagem e adubação. In: SANCHES, N.F.; MATOS, A.P. (Ed.). **Abacaxi: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 196 p.

PHOOPHUANGPAIROJ, R.; SRIKUN, N. Computerized recognition of pineapple grades using physicochemical properties and flicking sounds. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**. v. 7, n. 3, p. 93–101, 2014.

PRADO, K. S.; SPINACÉ, M. A. S. Isolation and characterization of cellulose nanocrystals from pineapple crown waste and their potential uses. **International Journal of Biological Macromolecules**. v.122, n. 1, p. 410–416, 2019.

PY, C.; LACOEUILHE, J. J.; TEISSON, C. L' ananas, as culture, se produits. Paris: G.P. Maisonneuve et Larose et S C. C. T., 1984. 562 p.

PUTTER I, CONNELL J.G.M.; PREISER, F.A.; HAIDRI, A. A.; RISTICH, S. S. Avermectins: novel insecticides, acaricides and nematicides from a soil microorganism. **Experientia**. v. 37, n. 1, p. 963–964, 1981.

RAMOS, G. F. **Farelo de abacaxi como fonte de fibra na alimentação de leitões desmamados**. 2015. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Ciência e Tecnologia Animal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2015. Cap. 3

RAND, G. M. Fate and effects of the insecticide–miticide chlorfenapyr in outdoor aquatic microcosms. **Ecotoxicol. Environ**. v. 58, n.1, p. 50-60, 2004.

REINHARDT, D. R. H. C.; CUNHA, G. A. P. Métodos de propagação. In: CUNHA, J. R. S.; SOUZA, L. F. S. (ed.). **O abacaxizeiro, cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 105-138.

REINHARDT, D. H.; SOUZA, A. S. Manejo e Produção de Mudás. In: REINHERDT, D. H.; SOUZA, L. F. S.; CABRAL, J. R. S. (Ed.). **Abacaxi e produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência Tecnológica, 2000. p. 19-22. (Frutas do Brasil, 7).

REINHARDT, D. H. Técnicas de produção e pós-colheita do abacaxi. Fortaleza, FRUTAL/SINDIFRUTA, 2002. 72 p.

RICHARDSON, J.R.; FITSANAKIS, V.; WESTERINK, R.H.S., KANTHASAMY, A.G. Neurotoxicity of pesticides. **Acta Neuropathol.** v. 138 n. 3, p. 343-362, 2019.

RIOS, E. S. C.; MENDONÇA, R. M. N.; CARDOSO, E. de AL.; COSTA, J. P. da; SILVA, S, de M. Quality of 'Imperial' pineapple infructescence in function of nitrogen and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 13, n. 1, p. 01-08, 2018.

RIBEIRO, F. C.; ROCHA, F. S.; ERASMO, E. A. L.; MATOS, E. P.; COSTA, S. J. Manejo com inseticidas visando o controle de percevejo marrom na soja intacta. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 2, p. 48-53, 2016.

ROGGIA, S.; GUEDES, J. V. C.; KUSS, R. C. R.; ARNEMANN, J. A.; NÁVIA, D. Ácaros associados à soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 43, n. 3, p. 295- 301, 2008.

SANCHES, N. F.; MATOS, A. P. **Abacaxi: O produtor pergunta a Embrapa responde**. 2 ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013, 196p.

SATO, M. E.; SILVA, M. Z.; RAGA, A.; SOUZA F. F. M. Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. **Neotrop. Entomol.** v.34, n. 6, p. 991-998, 2005.

SANCHES, N. F.; FLECHTMANN, C. H. W. Acarofauna do abacaxizeiro na Bahia. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 11, n. 1, p. 147-155, 1982.

SLOW, L.F.; LEE, K. H. Determination of physicochemical properties of osmo dehydrofrozen pineapples. **Borneo Science**, v.31, n.1, p.71–84, 2012.

SITI R. R.; MAIZURA, M.; WAN N.; HAFZAN, W. M.; HAZZEMAN, H. Physicochemical properties and sensory acceptability of pineapples of different varieties and stages of maturity. **Food Research**. v.3, n. 5, p.491–500, 2019.

SOARES, L.M.V.; SHISHIDO, K. MORAES, A. M. M.; MOREIRA, V. A. Composição mineral de sucos concentrados de frutas brasileiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.2, p.202-206, 2004.

SHOOP W.; SOLL M. Chemistry, pharmacology and safety of the macrocyclic lactones', in Vercruysse J.; Rew R.S. (eds.), **Macrocyclic lactones in antiparasitic therapy**, CABI Publishing, Wallingford: p. 1–96, 2002.

SHOOP, W.L.; MROZIK, H.; FISHER, M.H. 'Structure and activity of avermectins and milbemycins in animal health. **Veterinary Parasitology**. v. 59, n. 2, p.139–156, 1995.

SOUZA, O. P.; TEODORO, R. E. F.; MELO, B.; TORRES, J. L.R. Qualidade do fruto e produtividade do abacaxizeiro em diferentes densidades de plantio e lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 44, n. 4, p.475-476. 2009.

SOUZA, E. H.; SOUZA, F. V. D.; COSTA, M. A. C.; COSTA JR., D. S.; SANTOSSEREJO, J. A.; AMORIN.E. P.; LEDO, C. A. S. Genetic variation of the Ananas genus with ornamental potential. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 59, n. 7, p. 1357- 1376, 2012.

SOUZA, F. V. D.; FERREIRA, F. R.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, E. H. Recursos genéticos do gênero Ananas: passado, presente e futuro. In: SIMPÓSIO DA REDE DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS DO NORDESTE, 2., 2015; Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2015.

SOUZA, A. L. R.; RODRIGUES, F. M.; SILVA, G. V.; SANTOS, R. R. Microencapsulação de sucos e polpas de frutas por spray drying: uma revisão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v. 17, n. 3, p.327-338, 2015.

SOUZA, F. V. D.; SOUZA, E. H.; PÁDUA, T. R. P.; FERREIRA, F. R. **ABACAXI Ananas comosus**: abacaxizeiros (ananas spp.) cultivados e silvestres. Cruz das Armas - Ba: Procisur, 2017. 32 p. Disponível em: https://www.procisur.org.uy/adjuntos/procisur_abacaxi_0c9.pdf. Acesso em: 10 ago. 2022.

STEINGASS, C. B.; VOLLMER, K.; LUX, P. E.; DELL, C.; CARLE, R.; SCHWEIGGERT, R. M. HPLC-DAD-APCI-MSn analysis of the genuine carotenoid pattern of pineapple (*Ananas comosus* [L.] Merr.) infructescence. **Food Research International**, 127, 2020.

STUMPF, N.; NAUEN, R. Cross-Resistance, Inheritance, and Biochemistry of Mitochondrial Electron Transport Inhibitor-Acaricide Resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) **Journal of Economic Entomology**. v. 94, n 6, p.1577–1583, 2001.

TRANCOSO, M. D. Projeto Óleos Essenciais: extração, importância e aplicações no cotidiano. CBNB - Colégio Brigadeiro Newton Braga. **Revista Práxis**. v.5 , n. 9, p. 90-96, 2013.

ULLAH, S.; SHAH, R. M.; SHAD, S.A Genetics, realized heritability and possible mechanism of chlorfenapyr resistance in *Oxycarenus hyalinipennis* (Lygaeidae: Hemiptera) **Pesticide Biochem.** v.133, n.4, p.91-96, 2016.

VALADARES FILHO, S. C.; MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M. L.; AMARAL, H. F.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos: CQBAL 3.0.** Viçosa: [s.n., 2014?]. Disponível em: < www.ufv.br/cqbal>. Acesso em: 23 jan. 2015.

VENTURA, J. A.; COSTA, H.; CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P. ‘Vitória’: New Pineapple Cultivar Resistant to Fusariosis. **Acta Horticulturae**, v. 822, n.1, p. 51-56, 2009.

WHALON, M.E., MOTA-SANCHEZ, R.M., HOLLINGWORTH, R.M., 2017. Arthropods resistant to pesticides database (ARPD). Available at:< <http://www.pesticideresistance.org>. >:Acesso 12 maio 2020.

WELBOURN, W.C.; OCHOA, R.; KANE, E.C.; ERBE, E.F. Morphological observations on *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) including comparisons with *B. californicus* and *B. obovatus*. **Experimental and Applied Acarology**. v. 30, n. 3, p. 107-133, 2003.

WRIGHT, E.M.; CHAMBERS, R.J. The biology of the predatory mite *Hypoaspis miles* (Acari: Laelapidae), a potential biological control agent of *Bradysia paupera* (Diptera: Sciaridae). **Entomophaga**. v. 39, n. 2, p. 225-235, 1994.

YUAN, J. Z.; LI, Q. F.; HUANG, J. B.; GAO, J. F. Effect of chlorfenapyr on cypermethrin-resistant *Culex pipiens pallens* Coq mosquitoes. **Acta Tropica**. v. 143, n. 3, p. 13-17 2015.

ZANELLA, J. **O valor do alimento que é jogado fora.** Jornal UNESP, ano XX, n. 213, jul. 2006. Disponível em: <<http://www.unesp.br/aci/jornal/213/desperdicio.php>>. Acesso em: jul. 2023.

ZHANG, B., LU, S.Y., HUANG, M.Z., ZHOU, M.Z., ZHOU, Z.Q., ZHENG, H.C., JIANG, Y.C., BAI, X. Y., ZHANG, T. Urinary metabolites of organophosphate flame retardants in 0-5- year-old children: Potential exposure risk for inpatients and home stay infants. **Environ. Pollut.** v. 243, n.4, p. 318-325, 2018.

ZDROJEWICZ, Z.; CHORBINSKA, J.; BIEZYNSKI, B.; KRAJEWSKI, P. Health-promoting properties of pineapple. **Pediatrics i Medycyna Rodzinna**. v. 14, n. 2, 133–142, 2018.

ZHANG, Y.; HU, X. Z. Progresses on avermectins and its ramifications. **Hubei Agric Sci.** v.46, p. 845–848, 2007

ZHANG, Y.; CHENG, J.; TEM, Y. Z.; NIU D.; GUO H. Identificação molecular e triagem de código de barras de DNA de mariposas acaróides em pó de farinha moída. **Genoma.** v.64, n. 9, p. 869-877, 2021

ZHENG. L. **Biology and pest managemnt of spider mites.** Fact Sheet. ENT 4. Nnorthern Territory Government. China. p.3, 2008. Disponível em: <<http://report-for-a-review-of-pest-risk-assessments-for-spider-mites.pdf>>. Acesso em: Set. 2023.

CAPÍTULO II

**EFICÁCIA DO TRATAMENTO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO NO
CONTROLE DO ÁCARO-PLANO- ALARANJADO (*Dolichotetranychus
floridanus* BANKS, 1900) (PROSTIGMATA: TENUIPALPIDAE)**

EFICÁCIA DO TRATAMENTO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO NO CONTROLE DO ÁCARO-PLANO- ALARANJADO (*Dolichotetranychus floridanus* BANKS, 1900) (PROSTIGMATA: TENUIPALPIDAE)

RESUMO

O cultivo de abacaxi consiste em uma atividade rentável. Apesar disso diversos entraves limitam a produção, entre eles o manejo inadequado de mudas, assim como a alta suscetibilidade das plantas ao ataque de determinadas pragas e doenças. Dentre as pragas, destaca-se o ácaro-plano-alaranjado (*Dolichotetranychus floridanus*), no entanto, ainda há escassez de informações na literatura referentes ao manejo químico dessa espécie. Esse ácaro é categorizado como um dos responsáveis pela infestação de uma das principais doenças associadas ao abacaxi, a fusariose. Desta forma, objetivou-se tratar quimicamente mudas de abacaxi comparando a eficácia de diferentes acaricidas visando o controle de *D. floridanus*. Os produtos testados foram: Abamectin®, Orthene®, Lorsban®, Pirate® e água (utilizada como controle). Cada produto foi aplicado nas seguintes dosagens: 50mL/50L, 50g/L, 75mL/50L e 50mL/50L, respectivamente. Após a aplicação dos produtos, foram realizadas quatro avaliações em laboratório, no período de 2, 4, 8 e 16 dias. Foi empregado o delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Indivíduos de *D. floridanus* foram identificados e quantificados de acordo com o número de colônias formadas, observando os ferimentos que causam (clorose/necrose). Entre os acaricidas empregados, constatou-se que o Lorsban® e Pirate® tiveram maior eficácia na diminuição das populações de *D. floridanus*, em mudas com clorose, com destaque para Lorsban® ocasionou mortalidade de 100% dos ácaros no segundo dia de avaliação. Abamectin® e Orthene® não foram eficientes no controle de *D. floridanus*, em mudas com necrose. Assim como na terceira avaliação correspondente a oito dias, verificou-se um incremento no número de ácaros vivos nas colônias tratadas com Pirate® e Orthene®. O acaricida Lorsban® foi o produto mais eficaz no controle de *D. floridanus*.

Palavras-chave: Abacaxicultura, Acaricidas, Trombidiformes.

EFFICACY OF PINEAPPLE SEEDLING TREATMENT IN THE CONTROL OF THE FALSE SPIDER MITE (*Dolichotetranychus floridanus* BANKS 1900) (PROSTIGMATA: TENUIPALPIDAE)

ABSTRACT

The cultivation of pineapple is a profitable activity. Nevertheless, several obstacles limit production, including the inadequate management of seedlings and the high susceptibility of the plants to certain pests and diseases. Among the pests, the false spider mite (*Dolichotetranychus floridanus*) stands out; however, there is still a scarcity of information in the literature regarding the chemical management of this species. This mite is categorized as one of the agents responsible for the infestation of one of the main diseases associated with pineapples the fusariosis. Thus, the objective was to chemically treat pineapple seedlings by comparing the efficacy of different acaricides for controlling *D. floridanus*. The tested products were: Abamectin®, Orthene®, Lorsban®, Pirate®, and water (used as a control). Each product was applied at the following dosages: 50 mL/50 L, 50 g/L, 75 mL/50 L, and 50 mL/50 L, respectively. After applying the products, four evaluations were conducted in the laboratory at intervals of 2, 4, 8, and 16 days. A randomized block design was employed, with five treatments and four repetitions. Individuals of *D. floridanus* were identified and quantified based on the number of colonies formed, observing the damage they cause (chlorosis/necrosis). Among the acaricides used, it was found that Lorsban® and Pirate® were the most effective in reducing *D. floridanus* populations in seedlings with chlorosis, with Lorsban® achieving 100% mortality of the mites on the second day of evaluation. Abamectin® and Orthene® were ineffective in controlling *D. floridanus* in seedlings with necrosis. Additionally, during the third evaluation (eight days), an increase in the number of live mites was observed in colonies treated with Pirate® and Orthene®. The acaricide Lorsban® proved to be the most effective product for controlling *D. floridanus*.

Keywords: Pineapple cultivation, Acaricides, Trombidiformes.

1 INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) (Bromeliaceae) é uma espécie vegetal originária de regiões tropicais da América do Sul especificamente o Brasil é considerado o centro de diversidade genética da espécie (Crestani *et al.*, 2010). A planta produz um fruto muito apreciado devido ao seu sabor e aroma agradáveis, bem como à sua rica composição nutricional, que inclui uma variedade de açúcares, vitaminas, aminoácidos e proteínas. O fruto pode ser consumido *in natura* ou utilizado na produção de sucos, doces, geleias e compotas (Souza *et al.*, 2012; Alexandre *et al.*, 2015).

As cultivares tradicionalmente plantadas no Brasil são a 'Pérola' e a 'Smooth Cayenne', ambas susceptível à fusariose. A fusariose, causada pelo fungo *Fusarium guttiforme*, é uma patologia altamente especializada, afetando exclusivamente o abacaxizeiro, independentemente de seu estágio de desenvolvimento, sendo disseminada pelo vento, respingos de chuva e insetos (Ventura; Goes, 2016).

A produção de abacaxi no Brasil é uma atividade explorada por quase todos os estados, exercendo um impacto positivo na qualidade de vida e na dinâmica econômica local e nacional (Coelho *et al.*, 2007). O cultivo convencional do abacaxi é realizado por meio de propágulos, que são preferencialmente por mudas do tipo filhote. Essas mudas são desprendidas da planta mãe quando atingem o tamanho adequado e em seguida são transplantadas para as áreas de cultivo, iniciando um novo ciclo produtivo (Zamperlini, 2010).

Durante as etapas de cultivo, os produtores conduzem uma inspeção superficial das mudas, concentrando-se principalmente naquelas que exibem sintomas evidentes de fusariose, como tamanho reduzido e baixo vigor fisiológico. No entanto, esse processo de inspeção não contempla pragas que não estão aparentes. Com isto, mantêm-se mudas com organismos não perceptíveis a olho nu, o que contribui para o desencadeamento de danos e conseqüentemente perdas na produção, por possibilitar entrada de agentes patogênicos à cultura (Reinhardt; Cunha, 2006).

A ausência de práticas fitossanitárias adequadas durante o processo de propagação tem restringido a produtividade do abacaxi. Isso ocorre devido à proliferação de doenças e pragas que afetam a cultura. Nesse sentido, a implementação de medidas fitossanitárias como o tratamento químico de mudas poderia prevenir uma série de complicações

decorrentes da presença de pragas, como o ácaro *D. floridanus* e doenças, como a fusariose (Matos *et al.*, 2018).

É essencial manter um controle constante das pragas que afetam a cultura do abacaxi, especialmente aquelas que se estabelecem em partes de difícil acesso. Nesse contexto, a aplicação de defensivos químicos faz-se necessária, não somente para atender às exigências do mercado consumidor que demanda frutos com aspecto saudável, mas também para reduzir as populações desses organismos indesejáveis em novos ciclos produtivos (Fadini *et al.*, 2004). A aplicação de defensivos químicos é uma estratégia amplamente utilizada na agricultura devido à sua pronta eficácia. Contudo, é fundamental compreender as características específicas do produto químico aplicado para determinar a dose apropriada e adotar uma abordagem racional em sua utilização (Moraes, 2019).

O uso de produtos fitossanitários inclui sincronização da aplicação de acordo com o período adequado, o que pode resultar na redução dos danos ambientais causados por contaminações residuais dos produtos químicos, bem como prevenir o desenvolvimento de organismos resistentes ao princípio ativo (Silva *et al.*, 2013). O estudo buscou testar quatro acaricidas Abamectin®, Lorsban®, Orthene® e Pirate® no controle do ácaro *D. floridanus*, em mudas de abacaxizeiro.

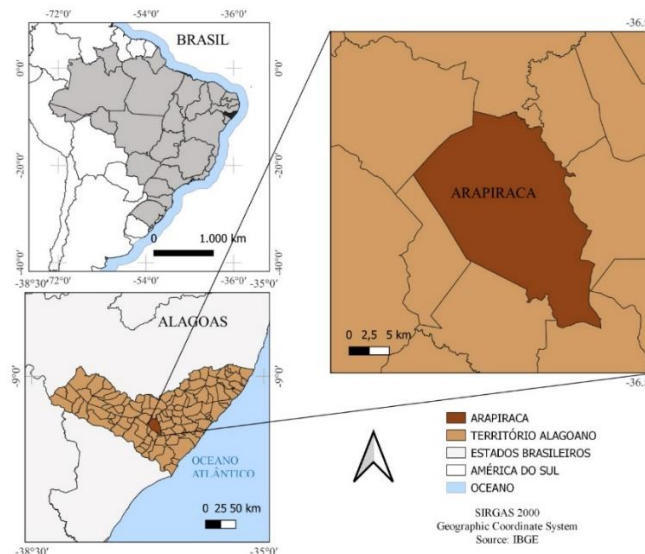
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de condução do experimento

O experimento foi realizado no distrito Poção, zona rural do município de Arapiraca-AL (Figura 1). Situado a aproximadamente 125 km a oeste da capital, Maceió, às margens da rodovia AL-220, (09°41'56" S e 36° 35' 04" W, altitude média de 264 m). A região possui um relevo predominantemente composto por um planalto suavemente plano (Xavier; Dornellas, 2012).

O clima predominante no município de Arapiraca é classificado como do tipo As' tropical. Este tipo climático é caracterizado por uma estação seca durante o verão, seguida por chuvas no inverno, compreendendo temperaturas elevadas, com uma média anual de aproximadamente 25 °C. As precipitações anuais variam entre 750 a 1000 mm, sendo os meses de maio, junho e julho os mais chuvosos, concentrando geralmente mais de 50% do total anual de precipitação, conforme destacado por Álvares *et al.* (2014).

Figura 1 . Mapa do Brasil, destacando o estado de Alagoas, e a localização do município de Arapiraca-AL.



Fonte: Autor

2.2 Implantação da Cultura

A área experimental destinada ao plantio abrangeu 253 m². Foram realizadas operações de aração e gradagem com o intuito de facilitar o enraizamento das mudas e melhorar a absorção de água e nutrientes. Antes do plantio das mudas, foi feita a adubação de fundação através da aplicação de fosfato para corrigir deficiências de fósforo, um elemento crucial para o desenvolvimento radicular e a frutificação. A adubação de cobertura, por meio da aplicação de fertilizantes NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio), foi realizada durante o ciclo de crescimento para suprir as necessidades nutricionais adicionais (Figura 2).

Para o experimento, foram empregadas mudas do tipo "filhote" da variedade Pérola por trata-se de uma variedade amplamente cultivada no estado de Alagoas e no Nordeste brasileiro devido à sua adaptação, e por trata-se de uma variedade muito apreciada para o consumo *in natura*. O espaçamento utilizado foi de 90 cm entre fileiras, permitindo uma melhor circulação de ar entre as plantas, proporcionando espaço suficiente para o crescimento das folhas e raízes, reduzindo a incidência de doenças e facilitando o manejo de pragas. O espaçamento entre plantas na mesma fileira foi de 30 cm, assegurando um desenvolvimento adequado e uma distribuição uniforme das mudas (Figura 2).

Figura 2. Implantação da cultura em campos com mudas do tipo filhote.



Fonte: Autor

2.3 Tratamento químico

Foram utilizados quatro produtos químicos: Abamectin®, Lorsban®, Orthene® e Pirate®. Para o preparo das soluções, foram usados cinco baldes com capacidade para 100 L. Em cada balde, foram adicionados 50L de água proveniente do sistema de abastecimento do município juntamente com a dose específica de cada produto, como segue: 50mL/50L (Abamectin®), 50g/L (Orthene®), 75mL/50L (Lorsban®), 50mL/50L (Pirate®), e o controle em que utilizou-se apenas água. Para cada tratamento, foram utilizadas 120 mudas do tipo filhote, de tamanho médio (aproximadamente 20 cm) apropriadas para o plantio, totalizando 600 mudas.

Após a preparação das soluções, as mudas foram submersas nas soluções respectivas, por 5 minutos. Posteriormente, as mudas foram retiradas das soluções e posicionadas verticalmente ao redor dos baldes por um período de 24 horas. Essa disposição permitiu que o produto se mantivesse na base das folhas de cada muda, que é a região de maior incidência dos ácaros. Após esse período, as mudas foram transplantadas para a área do produtor para constituir o experimento em campo, seguindo as demarcações de cada tratamento, com 30 mudas em cada repetição.

Tabela 1. Produtos químicos utilizados no controle de *Dolichotetranychus floridanus* e em campo e especificações.

Nome comercial	Dose recomendanda	Princípio ativo	Grupo químico	Modo de ação	Classe
Abamectin 72 EC Nortox	0,45 a 0,6 L p.c./ha	Abamectina	Avermectinas	Ativador de canais de cloreto, agonista neurotransmissor GABA	Inseticida/acaricida de ação de contato e de ingestão.
Lorsban 480 BR	100 a 150 mL/100 L	Clorpirifós	Organofosforado	Inibidor da enzima acetilcolinesterase	Inseticida/acaricida de ação por contato e ingestão
Orthene 750 BR	0,5 a 0,75kg p.c./ha	Acefato	Organofosforado	Inibidor da enzima acetilcolinesterase	Inseticida/acaricida de ação por contato e ingestão
Pirate	1 L p.c. ha	Clorfenapir	Pyrrole	Desacoplador da fosforilação oxidativa disruptão do gradiente de próton	Inseticida/acaricida de ação de contato e ingestão

Fonte: Agrofit, 2022

2.4 Avaliação laboratorial

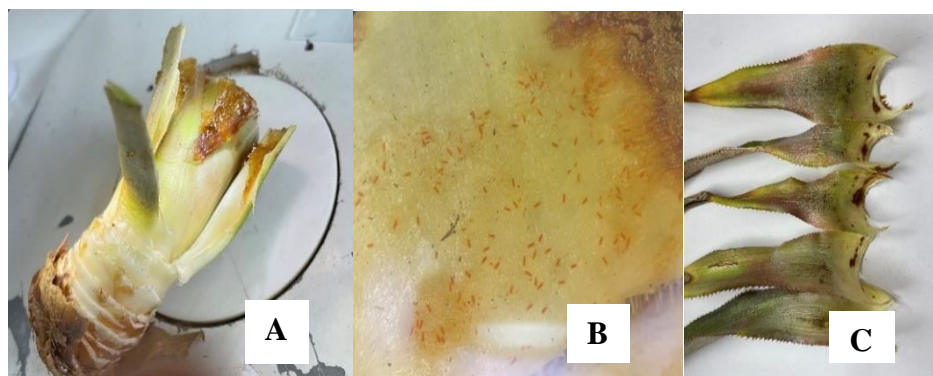
De cada repetição, foram selecionadas quatro mudas, totalizando oitenta mudas em cada avaliação. Essas mudas foram acondicionadas em sacos de papel tipo kraft, e encaminhadas para o laboratório. No laboratório, as folhas das mudas foram cuidadosamente separadas, e a base delas foi examinada sob um microscópio estereoscópico. As avaliações consistiram em quantificar as colônias de *D. floridanus* que se encontravam em ferimentos caracterizados como cloróticos ou necróticos, assim como o número total de ácaros vivos após o tratamento de mudas (Figura 3).

2.5 Delineamento experimental e Análise estatística

O experimento foi conduzido usando delineamento em blocos casualizados (DBC), composto por cinco tratamentos (Controle, Abamectin®, Orthene®, Lorsban®, Pirate®), com quatro repetições, sendo que cada repetição consistiu de 30 mudas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade através do programa estatístico @SISVAR.

Figura 3. Avaliação de danos em mudas de abacaxi 2º, 4º, 8º e 16º dias após o tratamento dos diferentes acaricidas. Corte transversal de mudas do tipo filhote para (A); Colônias de *Dolichotetranychus floridanus* em tecidos com clorose e necrose (B); Folhas basais de mudas com presença de lesões necróticas (C).



Fonte: Autor

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados na Tabela 2, referem-se aos números de colônias de ácaros-plano-alaranjados vivos em tecidos com clorose, após a aplicação dos diferentes acaricidas.

Tabela 2. Número (média \pm EP) de colônias do ácaro-plano-alaranjado vivo em tecido com clorose. Laboratório de Entomologia/Acarologia da Universidade Federal de Alagoas *Campus* de Arapiraca-AL, 2022.

Tratamentos	Avaliações (dias)			
	2º	4º	8º	16º
Abamectin	8 \pm 2,9 c	6 \pm 2,1 c	3 \pm 1,1 b	2,5 \pm 0,9 b
Orthene	5 \pm 1,4 b	2 \pm 0,7 b	2,5 \pm 0,9 b	2,4 \pm 0,5 b
Lorsban	2 \pm 0,7 a	0 \pm 0,0 a	0 \pm 0,0 a	0 \pm 0,0 a
Pirate	2,5 \pm 0,9 a	8 \pm 2,9 d	3,5 \pm 1,3 c	2 \pm 0,7 b
Controle	5 \pm 1,4 b	6,5 \pm 2,1 c	9 \pm 3,4 d	4 \pm 1,4 c

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O tratamento de mudas de abacaxi com o inseticida-acaricida Lorsban®480 BR, proporcionou mortalidade superior quando comparado aos demais tratamentos avaliados, manifestando impacto significativo sobre colônias de *D. floridanus* desde a primeira avaliação de tecidos com clorose 2º dias. A partir da segunda avaliação, com 4º dias observou-se mortalidade de 100% dos ácaros presentes nas colônias, com tecido vegetal com clorose. O Lorsban® 480 BR é classificado como um inseticida-acaricida de ação

por contato e ingestão, pertencente à classe dos organofosforados. Sua atuação consiste na inibição da enzima acetilcolinesterase, responsável pela degradação da acetilcolina durante a transmissão nervosa. Essa inibição resulta no acúmulo de moléculas de acetilcolina na sinapse, provocando hiperexcitação e, conseqüentemente, uma morte rápida (Carr *et al.*, 2017; Gomez-Gimenez *et al.*, 2018).

O mecanismo de ação do Lorsban® 480 BR destaca-se pela rápida manifestação de seus efeitos sobre colônias de *D. floridanus* em comparação com outros produtos testados. Bortoli *et al.* (2013) verificaram a ação ovicida do Lorsban® no controle de *Neoleucinodes elegantalis* Guenée. Os resultados obtidos por esses pesquisadores, relativos à atividade ovicida do Lorsban® 480 BR, sugerem uma possível efeito ovicida sobre as populações de *D. floridanus*, resultando na ausência de novos indivíduos nas mudas tratadas nas avaliações posteriores.

De acordo com Prischmann *et al.* (2005), o impacto do acaricida clorpirifós sobre fitoseídeos parece ser indireto sobre especialistas *Galendromus occidentalis* (Nesbitt, 1951). Os autores ressaltam que os fitoseídeos generalistas *Typhlodromus caudiglans* (Schuster, 1959) não demonstraram capacidade de sobreviver após uma única aplicação do acaricida. Por outro lado, não foi encontrada nenhuma evidência de efeitos prejudiciais do clorpirifós em ácaros fitoseídeos especialistas. Ao examinar a resistência de *Tetranychus evansi* (Trombidiformes:Tetranychidae) Baker e Pritchard ao clorpirifós, Carvalho *et al.* (2012) identificaram que essa resistência estava associada a uma mutação e amplificação do gene da acetilcolinesterase-1. Os autores verificaram que tanto *T. evansi* do Malawi quanto da França tiveram baixos níveis de mortalidade ao serem expostos as concentrações elevadas de clorpirifós. Essa constatação ressalta que, embora o Lorsban® seja eficaz para certas famílias de ácaros, sua eficácia pode ser limitada em outros grupos taxonômicos.

Os resultados alcançados para o inseticida-acaricida Lorsban® corroboram com as descobertas previamente documentadas por Silva (2019). Neste estudo, o autor empregou o mesmo agente acaricida para o controle de *D. floridanus*, observando uma taxa de mortalidade de 100% a partir da segunda avaliação com dois dias após aplicação do produto. Essa congruência entre os dados obtidos reforça a confiabilidade do efeito letal do Lorsban® sobre as populações de *D. floridanus*.

Em relação ao Pirate®, na primeira avaliação, foi possível observar que o acaricida proporcionou uma taxa de mortalidade nos ácaros *D. floridanus*, superando os demais tratamentos, não deferindo estatisticamente do Lorsban®. É importante destacar que a

eficácia do acaricida Pirate® pode ser atribuída à sua ação de contato. Nas avaliações posteriores, constatou-se que o Pirate (Clorfenapir) atuou na redução, de forma moderada, a população de *D. floridanus*.

Reis e Sousa (2001) investigou os efeitos residuais de contato, ovicida e a persistência dos acaricidas Clorfenapir e fenbutatin-oxide sobre os ácaros predadores *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Mesostigmata: Phytoseiidae) e *Euseius alatus* DeLeon. (Mesostigmata: Phytoseiidae). Os resultados apontam que o Pirate® não foi seletivo em relação aos predadores. Além disso, constatou-se que o Pirate® manteve-se persistente, variando de baixa a moderada, dependendo da concentração utilizada. A baixa persistência aponta para uma redução da mortalidade a partir da segunda avaliação (Tabela 2). Isso sugere a necessidade de uma abordagem de manejo que combine medidas preventivas e a aplicação de agentes químicos para assegurar um controle eficaz na eliminação de *D. floridanus*.

Nas mudas submetidas ao tratamento com Abamectin®, a partir da terceira avaliação, realizada oito dias após a aplicação do produto, foi registrada uma redução no número de *D. floridanus*. Entretanto, essa redução não foi expressiva quando comparada aos outros acaricidas testados. Esse comportamento do produto Abamectin® em condições de campo, pode ser explicado devido à curta persistência ambiental do Abamectin®. Conforme relatado por Krämer e Schirmer (2007), o Abamectin® é rapidamente absorvido pelas plantas tratadas, resultando em rápida degradação dos resíduos superficiais. Moreira et al. (2002) relataram uma eficácia de 96% no controle do ácaro-da-necrose-do-coqueiro (*Aceria guerreronis* Keifer) com o uso de Abamectin®. Esses resultados evidenciam a variabilidade na eficácia dos produtos no controle de ácaros fitófagos pertencentes a diferentes famílias taxonômicas.

O mesmo comportamento foi observado em mudas tratadas com Orthene®. Verificou-se baixa eficiência no controle de *D. floridanus* na primeira avaliação com 2º dias, com a presença de ácaros vivos em tecidos com clorose, o que também foi constatado nas avaliações subsequentes (Tabela 2). Ferreira e Veiga (2000) utilizando Orthene® em populações de *D. floridanus*. verificaram menor impacto entre os acaricidas testados. Por outro lado, no estudo conduzido por Silva et al. (2009), verificou-se que o Orthene®, causou uma mortalidade de 48,2% nas fêmeas de *Allonychus braziliensis* McGregor (Prostigmata:Tetranychidae) sendo classificado como levemente nocivo.

A imersão das mudas de abacaxi em água (tratamento controle) resultou em uma redução moderada na densidade populacional de *D. floridanus*, semelhante aos efeitos

observados com os acaricidas testados Orthene®. Esse comportamento pode ser explicado pela exposição direta da população do ácaro à água quando houve a imersão das mudas. As plantas de abacaxi possuem folhas dispostas em forma de roseta, criando um reservatório onde a água se acumula. Isso facilita a absorção de água pela planta, uma vez que a água se infiltra em direção à base da planta devido à conformação das folhas nessa região. Foi possível observar locais com acúmulo de água devido à infiltração, afetando diretamente a população de *D. floridanus*. Além disso, em algumas áreas da base das folhas, foi notado o estabelecimento de colônias de *D. floridanus* em locais mais secos na mesma muda. Deve-se estar ciente que em campo as mudas são plantadas no solo a uma profundidade de pelo menos 5 cm e estando as folhas com solo nas suas axilas, não ocorre acúmulo de águas por irrigação ou chuva fazendo com que a população do ácaro se desenvolva no ambiente mais protegido.

Foi constatado também que o acúmulo de água nas mudas de abacaxi influencia a capacidade de locomoção dos ácaros, especialmente no caso de *D. floridanus*, devido ao seu deslocamento lento. Ao longo das avaliações, observou-se um aumento no número de *D. floridanus* no tratamento controle, indicando que a água tem a capacidade de matar por afogamento a população desses ácaros quando as mudas são imersas. Contudo, é crucial destacar que em campo, a água não se constitui como uma medida de controle eficaz a ponto de reduzir a população de *D. floridanus* em áreas de cultivo de abacaxi pelo fato das mudas serem plantadas a pelo menos 5 (cinco) centímetros de profundidade no solo e com isto, as folhas medianas e basais ficam com suas axilas próximo ao nível do solo, havendo com isto a absorção da água, que ficaria acumulada nas axilas das folhas, pelo solo ali contido, evitando com isto a morte das populações de *D. floridanus*.

Em plantas que exibem morfologia distinta em relação ao abacaxi, tornam-se evidentes os efeitos da água nas populações de ácaros. Esse fenômeno ocorre devido à lavagem das folhas, o que resulta na eliminação dos ácaros. Esse processo pode ser atribuído tanto por asfixia dos ácaros quanto ao impacto direto das gotas de água sobre eles (Pedro Neto, 2009). Abreu *et al.* (2013), que investigou o impacto da chuva nas populações de ácaros, notaram que durante os períodos chuvosos, ocorre uma diminuição no número de ácaros presentes nas plantas de café. Esse efeito direto da água sobre as populações de ácaros fitófagos, conforme relatado pelos autores, demonstra como a morfologia da planta pode desempenhar um papel na eliminação de ácaros.

Com base nas observações realizadas, constatou-se a presença de colônias de *D. floridanus* imóveis em áreas com acúmulo de água, enquanto, em outras regiões da base

da planta, encontravam-se áreas mais secas onde as colônias permaneciam vivas. Essas observações indicam que a infiltração de água é influenciada pela disposição das folhas em forma de roseta, afetando os ácaros, e, posteriormente, essa água é absorvida pela própria planta quando há crescimento de raízes nas bainhas das folhas. Outro elemento crucial para o aumento da população de *D. floridanus* no tratamento controle, pode estar correlacionado à ausência de efeito ovicida da água.

No que se refere à presença de *D. floridanus* em tecidos com necrose, observa-se na Tabela 3 que o Lorsban® 480 BR foi superior os demais acaricidas testados no controle dessa praga. Isso torna evidente a eficácia do Lorsban® já na primeira avaliação, realizada dois dias após a aplicação, e se manteve consistente até a quarta avaliação, que ocorreu no 16º dia. Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que o Lorsban® 480 BR pode ser classificado como um acaricida altamente eficaz no controle de *D. floridanus* especialmente por haver atividade residual prolongada na planta, durante o período de avaliação. No entanto, é necessário estar ciente de que as atividades residuais de muitos acaricidas pode variar entre diferentes famílias de ácaros.

Tabela 3. Número (média \pm EP) de colônias do ácaro-plano-alaranjado vivo em tecido com necrose. Laboratório de Entomologia/Acarologia da Universidade Federal de Alagoas *Campus* de Arapiraca-Al, 2022.

Tratamentos	Avaliações (dias)			
	2º	4º	8º	16º
Abamectim	5,0 \pm 1,8 b	2,0 \pm 0,1 b	4,1 \pm 1,4 c	4,0 \pm 1,4 c
Orthene	9,5 \pm 3,6 c	0,0 \pm 0,0 a	2,5 \pm 1,2 b	1,5 \pm 0,5 b
Lorsban	2,0 \pm 0,1 a	0,5 \pm 0,2 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a
Pirate	3,5 \pm 1,2 a	1,0 \pm 0,4 a	4,0 \pm 1,4 c	2,0 \pm 0,7 b
Controle	8,0 \pm 3,4 c	2,0 \pm 0,8 b	5,0 \pm 1,8 c	5,0 \pm 1,8 c

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

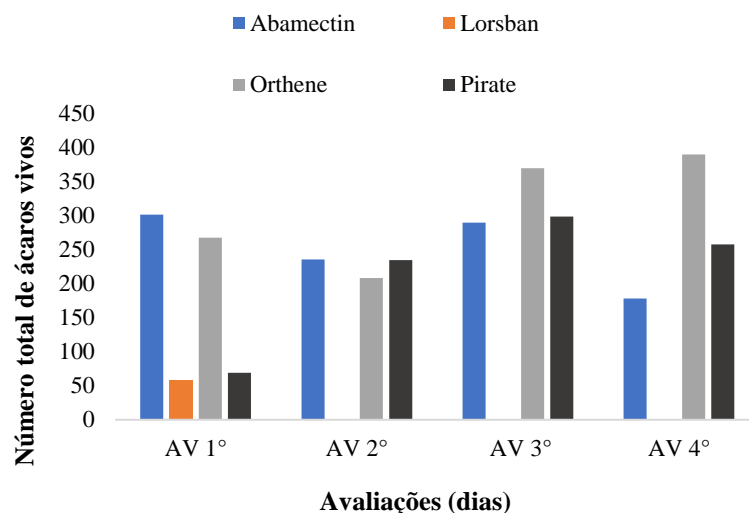
O acaricida Abamectin® teve baixa eficácia no controle da população de *D. floridanus* em tecidos com necrose em todas as avaliações. Em contraste, o Orthene® foi mais eficaz no controle a partir da segunda avaliação com 4º dia, no tratamento das mudas; no entanto, a partir da terceira avaliação com 8º dia, observou-se um aumento no número de colônias com ácaros vivos. Esse mesmo padrão comportamental foi observado também no tratamento com o Pirate®. Nas avaliações iniciais, ou seja, na primeira e segunda avaliação, com 2º e 4º dias respectivamente, o Pirate® demonstrou eficiência. No entanto,

a partir da terceira avaliação com 8º dia, notou-se um aumento no número de ácaros vivos nos tecidos com necrose (Tabela 3).

Portanto, o restabelecimento da população de *D. floridanus* em mudas tratadas com Abamectin® e Pirate® pode estar relacionado à degradação dos produtos em condições de campo. Pode-se inferir que o potencial residual dos produtos Abamectin® e Pirate® diminuiu ao longo das avaliações. Liang *et al.* (2011) verificaram que fatores físicos e químicos, como luz, calor, pH, umidade e fator de diluição, desempenham um papel significativo na degradação de inseticidas. Yang *et al.* (2020) avaliaram o comportamento residual e o risco do Pirate® (Clorfenapir) em brotos de *Camellia sinensis* para fabricação de chá e verificaram a degradação do Clorfenapir, assim como baixo potencial residual até a colheita.

Na figura 1, observa-se o número total de ácaros *D. floridanus* vivos em tecidos com clorose e necrose, ao longo das avaliações, totalizando 3152 ácaros, independentemente do tratamento químico utilizado. Considerando os acaricidas empregados, o maior número de ácaros vivos, foi encontrado em mudas tratadas com Orthene®, (1233 ácaros) seguido pelas mudas tratadas com Abamectin® (1003 ácaros).

Figura 4. Número total de ácaros vivos em tecidos com clorose e necrose após tratamento de mudas de abacaxi.



A partir da primeira avaliação com 2º dia, o número de ácaros vivos em mudas tratadas com Lorsban® foi de 58 espécimes, demonstrando a eficácia deste acaricida em comparação com outros produtos avaliados. Contudo, seu efeito sobre as populações de *D. floridanus* foi totalmente eficaz a partir da segunda avaliação, quando não foram

encontrados ácaros vivos em tecidos com clorose e necrose. Esse padrão manteve-se nas avaliações subsequentes. O número de ácaros vivos em mudas tratadas com Pirate® aumentou a partir da segunda avaliação, atingindo um total de 858 ácaros ao longo das avaliações, demonstrando baixa eficácia no controle, ao longo do tempo.

Há uma carência de estudos científicos abordando métodos de controle abrangentes para combater o ácaro-plano-alaranjado. Nesse contexto, destaca-se a recomendação de implementar o tratamento químico de mudas antes do plantio como uma abordagem promissora.

5 CONCLUSÃO

O inseticida/acaricida Lorsban® foi eficaz no controle de *D. floridanus* em mudas de abacaxizeiro.

6 REFERÊNCIAS

ABREU, F. A.; LOPES, N. J.; REIS, P. R.; SILVA, R. A.; REZENDE, C. M.; LUZ, E. C. A. Seletividade fisiológica de produtos fitossanitários usados no cafeeiro a três ácaros predadores (Acari: Phytoseiidae). **Anais** 42º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Lavras-MG, 1p., 2016.

ABREU, F. A.; MARAFELI, P. de P.; REIS, P. R.; SILVA, R. A.; SANTOS, F. A. dos; BERNARDI, L. F. de O.; CARVALHO, C. F. Efeito da chuva na incidência de ácaros fitófagos e predadores em cafeeiro. **Anais** VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Salvador – BA, 5 p., 2013.

AGUILA, J. S. D.; AGUILA, L.S. H.; KLUGE, R.A.; ROULET, M.C.; ONGARELLI, M.G. Compression damage as the principal factor in mechanical injury of pineapple postharvest. **Acta Horticulturae**, v.1012, n.4, p.1181-1188, 2013.

ALEXANDRE, H. V.; SILVA, F. L. H.; GOMES, J. P.; SILVA, O. S.; CARVALHO, J. P. Isotermas de dessecção de resíduos de abacaxi. In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – COBEQ, n. 20, n. 2, 2015, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: Blucher, 2015, p. 3472-3479.

CARR, R. L. et al., Decreased anxiety in juvenile rats following exposure to low levels of chlorpyrifos during development. **Neurotoxicology**. v. 59, p. 183–190, 2017.

CARVALHO, R.; YANG, Y.; FIELD, L. M.; GORMAN, K.; MOORES, G.; WILLIAMSON, M. S.; BASS, C. Chlorpyrifos resistance is associated with mutation and amplification of the acetylcholinesterase-1 gene in the tomato red spider mite,

Tetranychus evansi. **Pesticide Biochemistry and Physiology**. v.104, n. 2, p. 143–149, 2012.

CHILDERS, C.C.; VILLANUEVA, R.; AGUILAR, H.; CHEWNIG, R.; MICHAUD, J.P. Comparative residual toxicities of pesticides to the predator *Agistemus industani* (Acari: Stigmaeidae) on citrus in Florida. **Experimental and Applied of Acarology**, Amsterdam, v. 25, n. 6, p. 61-74, 2001.

COELHO, R. I.; LOPES, J. C.; CARVALHO, A. J. C.; AMARAL, J. A. T.; MATTA, F. P. Estado nutricional e características de crescimento do abacaxizeiro ‘jupi’ cultivado em latossolo amarelo distrófico em função da adubação com NPK. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1696-1701, 2007.

CRESTANI, M. et al. Das Américas para o mundo: origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 40, n. 6, p. 1473– 1483, jun. 2010.

FADINI, M. A.; M, PALLINI, A.; VENZON, M. Controle de ácaros em sistema de produção integrada de morango. **Ciência Rural**, v.34, n.4, p. 1271-1277, 2004.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042. 2011.

FERREIRA, P. F.; VEIGA, A. F. S. L., Eficiência do controle químico do acaro alaranjado do abacaxizeiro *Dolichotetranychus floridanus* (BANKS 1900) (CARI: TENUIPALPIDAE) em Pernambuco. **Revista de Agricultura**. v. 75, n. 2. 2000.

FRAGOSO, Daniel B. *et al.*, Ação de Inseticidas Organofosforados Utilizados no Controle de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) Sobre o Ácaro Predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark; Muma (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**. v. 31, n. 3, p. 463-467, 2005.

GIMENEZ, B. G.; FELIPO, V.; PASTOR, C. A.; AUGUSTÍ, A.; RABAZA, H. A.; LLANSOLA, M. Developmental exposure to pesticides alters motor activity and coordination in rats: sex differences and underlying mechanisms. **Neurotoxicology**. v.33, n. 2, p. 247–258, 2018.

IBGE. In: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: IBGE. [Brasil, BR: IBGE, 2022]. Available in: IBGE | Cidades@ | Brasil | Pesquisa | Produção Agrícola - Lavoura Temporária | Abacaxi. Accessed: 19 sep. 2023.

KRÄMER, W., SCHIRMER, U. **Modern Crop Protection Compounds**. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., Weinheim, Germany, 2007.1348 p.

LIANG, X.; XIAO, T.; ZHANG, Y.; XU, H.; CAI, D. (2011). Factors influencing the degradation of pesticides in tea plantation ecosystems. **Journal of Environmental Science and Health**. v. 46, n.3, p. 225-232, 2011.

MATOS, A. P. et al. **Sistema orgânico de produção de mudas de abacaxi**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2018. 11 p. (Circular Técnica, 127).

MOREIRA, J. O. T.; NASCIMENTO, A. R. P. Avaliação da eficiência de acaricidas isoladas e em mistura no controle do ácaro-da-necrose-do-coqueiro *Aceria guerreronis* Keifer, 1965 (Prostigmata: Eriophyidae) no vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p.72-76, 2002.

MORAES, R. F. **Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória**. Texto para discussão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 2019, p. 84.

PEDRO NETO, M. **Influência de cobertura vegetal do solo e da precipitação pluvial na população de ácaros-praga e de ácaros predadores em cafeeiro orgânico e convencional**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

PRISCHMANN, D. A.; JAMES, D. G.; WRIGHT, L. C.; TENNEYCK, R. D.; SNYDER, W. E. Effects of chlorpyrifos and sulfur on spider mites (Acari: Tetranychidae) and their natural enemies. **Biological Control**. V.33, n. 3, p. 324–334, 2005.

REINHARDT, D. H. R. C.; CUNHA, G. A. P. **A propagação do abacaxizeiro** / Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. – 2. ed. rev. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 59 p.

SILVA, R. A. **Prospecção da acarofauna e controle do ácaro alaranjado *Dolichotetranychus floridanus* BANKS 1900 (Prostigmata: Tenuipalpidae) em abacaxizeiro**. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo. 2019. 57 p.

SILVA, M. Z.; OLIVEIRA, C. A. L.; SATO, M. E. Seletividade de produtos sobre ácaro predador *Agistemus brasiliensis* Matioli, Ueckermann & Oliveira (Acari: Stigmaeidae) **Revista Brasileira de Fruticultura**.v. 31, n. 2, p. 388-396, 2009.

SILVA, J. A. N.; SILVA, C. J.; OLIVEIRA, H. N.; SOUZA, C. M. A.; FONSECA, P.R.B. Abamectina no controle do ácaro-branco na cultura do pinhão-manso. **Cascavel. Cultivando o Saber**, v.6, n.3. 2013.

SOUZA, E. H.; SOUZA, F. V. D.; COSTA, M. A. C.; COSTA JR., D. S.; SANTOSSEREJO, J. A.; AMORIN.E. P.; LEDO, C. A. S. Genetic variation of the

Ananas genus with ornamental potential. **Genetic Resources and Crop Evolution**. v. 59, n. 7, p. 1357- 1376, 2012.

VENTURA, J. A.; GOES, A. Doenças do abacaxi. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. M. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. São Paulo: Ceres, 2016. v. 2, p. 9-16.

XAVIER, R. A.; DORNELLAS, P. C. Caracterização ambiental do município de Arapiraca, Região Agreste de Alagoas. **Revista Ambientale**. v.3, n.1, p. 108-121, 2012.

YANG, J.; LUO, F.; ZHOU, L.; SUN, H.; YU, H.; WANG, X.; ZHANG, X.; YANG, M.; LOU, Z.; CHEN, Z. Residue reduction and risk evaluation of chlorfenapyr residue in tea planting, tea processing, and tea brewing. **Science of The Total Environment**. v. 738, n.4, p. 139613, 2020.

ZAMPERLINI, G. P. **Crescimento e desenvolvimento fotoquímico do processo fotossintético em abacaxizeiro ‘Vitória’**. 2010. 60 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

CAPITULO III

**CAPACIDADE PREDATÓRIA DO ÁCARO EDÁFICO *Cosmolaelaps* sp.
(ACARI: LAELAPIDAE), NO CONTROLE DE *Dolichotetranychus floridanus*
BANKS, 1900 (ACARI: TENUIPALPIDAE)**

CAPACIDADE PREDATÓRIA DO ÁCARO EDÁFICO *Cosmolaelaps* sp. (ACARI: LAELAPIDAE), NO CONTROLE DE *Dolichotetranychus floridanus* BANKS, 1900 (ACARI: TENUIPALPIDAE)

RESUMO

O controle biológico de pragas é uma tática alternativa ao controle químico que prevê o uso de acaricidas para eliminar ou controlar ácaros pragas. Os ácaros predadores pertencentes à família Laelapidae desempenham um papel crucial no controle de artrópodes pragas, constituindo uma solução eficaz e sustentável. O objetivo do estudo foi testar o ácaro *Cosmolaelaps* sp. (Mesostigmata:Laelapidae) no controle de *Dolichotetranychus floridanus* (Banks 1900), uma importante praga do abacaxizeiro que se aloja na base das folhas próximas ao solo, facilitando o encontro com o predador e presa possibilitando o controle. Foram utilizadas mudas de abacaxi do tipo filhote e, com o auxílio de um bisturi, foi realizado o seccionamento das mesmas removendo-se a parte apical das folhas, preservando-se apenas a porção basal devido à infestação dos ácaros ocorrer nesta região da muda, para possibilitar a criação e realização do bioensaio. As unidades experimentais foram compostas por recipientes de PVC com dimensões de 7 cm de altura e 11 cm de diâmetro. Cada recipiente continha um substrato formado por uma camada de 0,5 cm de uma mistura de gesso e carvão ativado, na proporção de 9:1. As colônias foram acondicionadas em câmara climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 5\%$ de umidade relativa e no escuro. Cada unidade experimental foi coberta com filme plástico transparente para evitar a fuga dos ácaros *D. floridanus*. Em cada unidade experimental foram ofertadas 40 fêmeas de *D. floridanus* para uma fêmea do ácaro predador. As avaliações ocorreram em diferentes períodos (24, 48, 72 e 96 horas). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro períodos de tempo considerados como tratamentos (24, 48, 72 e 96 horas) e cinquenta repetições. Os níveis de consumo, foram divididos em dois grupos: Grupo 1, referente aos ácaros "consumidos" (70% a 90% consumidos pelo predador), e Grupo 2, correspondente aos ácaros predados parcialmente (aproximadamente 20% a 50%) de presas consumidas pelos predadores. A análise foi conduzida por meio de um modelo linear generalizado com distribuição de Poisson utilizando o software R. Em relação à capacidade predatória de *Cosmolaelaps* sp. sobre *D. floridanus* ao longo de 24 horas, observou-se que as fêmeas adultas do predador consumiram em média 36,92 indivíduo, indicando uma aceitação pela presa. A baixa porcentagem de predação é atribuída ao alto consumo em períodos anteriores. No período de 72 horas, ovos do predador foram observados nas arenas. Considerando o

elevado número de presa (*D. floridanus*) consumida, infere-se que o ácaro *Cosmolaelaps* sp. é um promissor agente de controle biológico.

Palavras-chave: Controle biológico, Mesostigmata, Predação.

PREDATORY CAPACITY OF THE EDAPHIC MITE *Cosmolaelaps* sp. (ACARI: LAELAPIDAE), IN THE CONTROL OF *Dolichotetranychus floridanus* BANKS, 1900 (ACARI: TENUIPALPIDAE)

ABSTRACT

Biological pest control is an alternative tactic to chemical control, which typically involves the use of acaricides to eliminate or manage pest mites. Predator mites belonging to the family *Laelapidae* play a crucial role in controlling arthropod pests, providing an effective and sustainable solution. The objective of this study was to test the mite *Cosmolaelaps* sp. (Mesostigmata: Laelapidae) for controlling *Dolichotetranychus floridanus* (Banks 1900), an important pest of pineapple plants that resides at the base of leaves near the soil, facilitating predator-prey encounters and enabling control. Pineapple seedlings of the “filhote” type were used. Using a scalpel, the seedlings were sectioned by removing the apical portion of the leaves, preserving only the basal portion, since mite infestations occur in this region of the seedling. This procedure allowed for the establishment of the colony and the bioassay. The experimental units consisted of PVC containers measuring 7 cm in height and 11 cm in diameter. Each container held a substrate layer of 0.5 cm composed of a mixture of gypsum and activated charcoal in a 9:1 ratio. The colonies were maintained in a climate-controlled chamber at $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 5\%$ relative humidity, and in darkness. Each experimental unit was covered with transparent plastic film to prevent the escape of *D. floridanus* mites. In each experimental unit, 40 *D. floridanus* females were offered to one female of the predator mite. Evaluations were conducted at different intervals (24, 48, 72, and 96 hours). The experimental design was completely randomized, with the four time periods considered as treatments (24, 48, 72, and 96 hours) and fifty replicates. Consumption levels were divided into two groups: Group 1, representing mites “consumed” (70% to 90% consumed by the predator), and Group 2, representing partially predated mites (approximately 20% to 50% consumed by predators). The analysis was conducted using a generalized linear model with a Poisson distribution in the R software. Regarding the predatory capacity of *Cosmolaelaps* sp. on *D. floridanus* over 24 hours, it was observed that adult predator females consumed an average of 36.92 individuals, indicating prey acceptance. The low percentage of predation at later stages is attributed to high consumption during earlier periods. At 72 hours, predator eggs were observed in the

arenas. Considering the high number of prey (*D. floridanus*) consumed, it is inferred that the mite *Cosmolaelaps* sp. is a promising biological control agent.

Keywords: Biological control, Mesostigmata, Predation.

1 INTRODUÇÃO

Os impactos decorrentes do uso excessivo de pesticidas têm gerado preocupação devido aos danos ambientais, prejuízos à saúde humana e ao surgimento de organismos resistentes (Araújo, 2016). Entre os métodos utilizados para mitigar os danos causados pelos pesticidas sintéticos está o controle biológico de pragas, que envolve a utilização de inimigos naturais. Este serviço ecossistêmico é crucial para a preservação da saúde do solo e das plantas (Rueda-Ramírez *et al.*, 2023).

O emprego de ácaros predadores em programas de controle biológico tem aumentado significativamente nas últimas décadas. Em sua maioria, esses ácaros são generalistas, apresentando hábitos alimentares diversificados, o que os torna excelentes candidatos como agentes de controle biológico na agricultura (Carrillo *et al.*, 2015). No entanto, ainda há pouco conhecimento sobre a contribuição e eficiência desses predadores na regulação das populações de pragas (Neher; Barbercheck, 2019). Estudos sobre reconhecimento de ácaros edáficos, são incipientes e se restringem a algumas regiões do Brasil (Yamada, 2020).

Mesostigmata edáficos constitui um grupo abundante e diversificado de ácaros, predominantemente composto por predadores (Coleman *et al.*, 2018). De acordo com Azevedo *et al.* (2017), os ácaros edáficos representam cerca de 50% dos organismos presentes no solo, sendo os mais abundantes. A ordem Mesostigmata engloba uma diversidade de famílias com potencial para o controle de pragas, especialmente a Phytoseiidae. Outras famílias importantes são Laelapidae, Macrochelidae, Ascidae, Parasitidae e Rhodacaridae (Castilho; Venancio; Narita, 2015).

Laelapidae se destaca como uma das mais abundantes no solo, representando o segundo grupo de ácaros mais empregado no controle biológico de artrópodes-praga, devido à sua capacidade predatória (Azevedo *et al.*, 2015). Yamada (2020), ao investigar a diversidade de ácaros edáficos no bioma Pantanal, destacou que a família Laelapidae foi a mais abundante, com predominância dos gêneros *Gaeolaelaps* e *Cosmolaelaps*. É importante ressaltar que algumas espécies de Laelapidae já são comercializadas como agentes de controle biológico como *Gaeolaelaps aculeifer* Canestrini, *Stratiolaelaps miles* Berlese e *Stratiolaelaps scimitus* Womersley (Barbosa *et al.*, 2017). Os Laelapidae são amplamente reconhecidos pelo seu potencial de predação (Lensa *et al.*, 2000). O presente estudo teve como objetivo testar o ácaro *Cosmolaelaps* sp. no controle de *Dolichotetranychus floridanus* em laboratório.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local de condução do experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia Acarologia (LEA), *Campus* de Arapiraca-AL. O material vegetal (mudas de abacaxi do tipo filhote), foi oriundo do distrito de Poção localizado às margens da rodovia AL-220, (09°41'56" S e 36° 35' 04" W) a uma altitude média de 264 metros (Xavier; Dornellas, 2012).

2.2 Origem do Material vegetal

As mudas do tipo filhote com danos proveniente do ataque de *D. floridanus* foram coletadas e acondicionadas em sacos de papel do tipo kraft, visando prevenir a formação de gotículas de água, a fim de evitar perdas de material e morte dos ácaros (Figura 1A). Posteriormente, esse material foi transferido para sacos plásticos de 10 L de capacidade com o propósito de impedir a perda de umidade para o ambiente, o que, por conseguinte, poderia impactar a população de ácaros. Em seguida, o material vegetal foi cuidadosamente depositado em caixas de isopor, contendo gelo reutilizável. Este procedimento foi adotado com a finalidade de manter as mudas em condições ambientais adequadas, especialmente em relação à temperatura, durante o transporte até o laboratório onde as mudas foram mantidas à temperatura de aproximadamente $\pm 25^{\circ}\text{C}$ até o momento da análise. Esta estratégia foi adotada com o propósito de mitigar potenciais perdas quantitativas na população de ácaros *D. floridanus* presente nas amostras.

Figura 1. Área de coleta de mudas de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) (A) mudas tipo filhote (B).

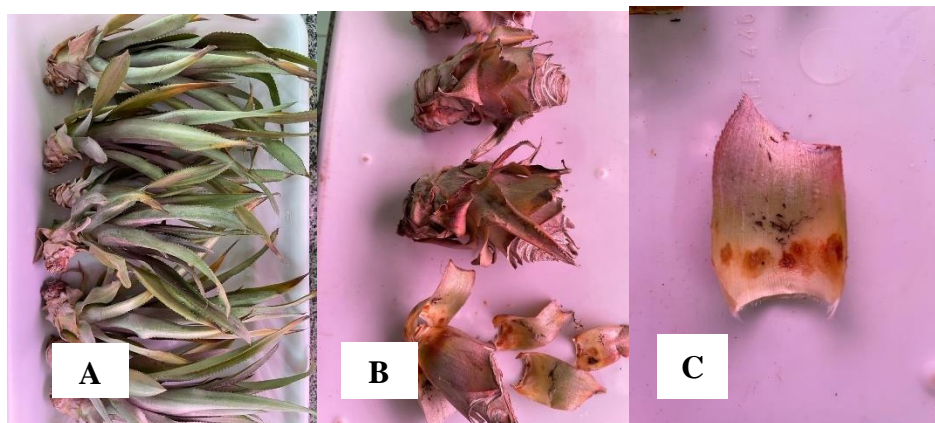


Fonte: Autor

2.3 Triagem de material

As mudas coletadas foram cuidadosamente seccionadas, com o auxílio de um bisturi, removendo-se as folhas apicais (Figura 2 B), e preservando apenas as basais onde o ácaro *D. floridanus* fica inserido. Posteriormente, destacou-se a base da roseta (Figura 1C). Em seguida, procedeu-se à triagem utilizando um microscópio estereoscópico, sob o qual os ácaros *D. floridanus* foram quantificados e coletados cuidadosamente com o auxílio de um pincel de cerdas finas, transferindo-se para as unidades experimentais para ser realizado o teste de predação.

Figura 2. Mudras de abacaxi, *Ananas comosus* L. Merrill do tipo filhote (A); mudras seccionadas para manuseio (B); base da folha com colônias de *Dolichotetranychus floridanus* (C). Arapiraca-AL, 2023.



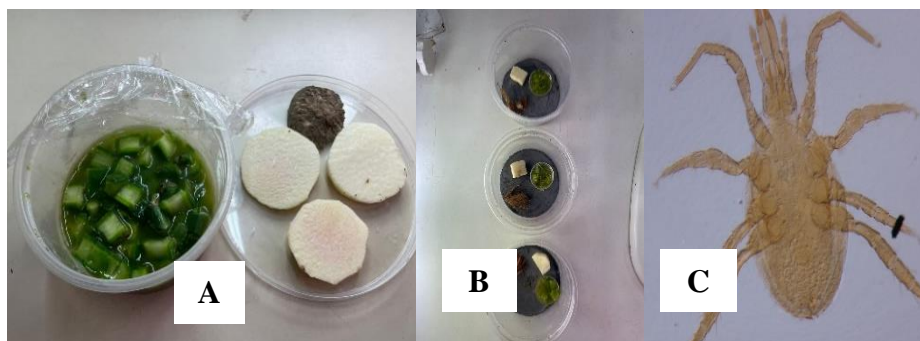
Fonte: Autor

2.4 Criação e manutenção de *Cosmolaelaps* sp.

O ácaro *Cosmolaelaps* sp. foi obtido a partir de tubérculos de inhame (*Dioscorea rotundata* Poir) adquiridos na feira livre do município de Arapiraca, Estado de Alagoas. Os ácaros foram cuidadosamente removidos dos tubérculos de inhame com auxílio de um pincel de cerdas finas e, em seguida, transferidos para as arenas de criação. As colônias foram mantidas em recipientes de PVC com dimensões de 7 cm de altura por 11 cm de diâmetro. Internamente ao recipiente foi feita uma camada de 0,5 cm de uma mistura de gesso e carvão ativado na proporção de 9:1. A umidade foi mantida através da adição diária de água destilada. Por serem predadores edáficos, mantinha-se as criações em ambiente escuro, sendo os ácaros alimentados com nematoides de vida livre provenientes de criação do laboratório, tendo como substrato de multiplicação pedaços de palma miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dick) Cactaceae. Nas colônias, também

foram colocadas seções de tubérculos de inhame infestados com fitonematoides e frações do exocarpo do fruto de coco para acomodação e abrigo dos espécimes nas arenas (Figura 3 A, B).

Figura 3. Colônia de nematoides à esquerda e inhame seccionado à direita como fonte de alimento (A); Arenas de criação com respectivos alimentos (B); Detalhe ventral do ácaro *Cosmolaelaps* sp. sob microscópio estereoscópico (C). Arapiraca-AL, 2023.

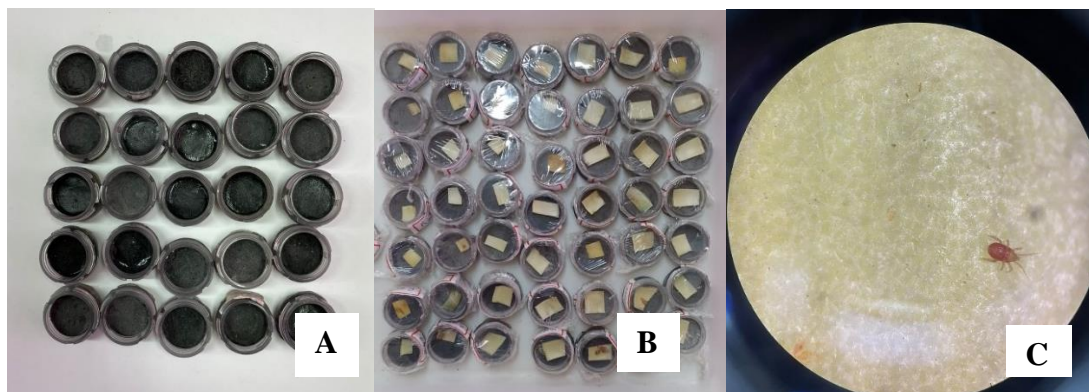


Fonte: Autor

2.5 Teste de predação

As unidades experimentais empregadas foram oriundas da adaptação de garrafas PET transparentes, ou seja, a remoção da região da boca e gargalo da garrafa com dimensões de 2 cm de altura por 3 cm de diâmetro. A base do corte foi revestida por uma camada de 0,5 cm contendo uma mistura de gesso e carvão ativado na proporção de 9:1. A umidade nas arenas foi mantida devido a adição diária de água destilada (Figura 4A). Em cada unidade experimental, foram colocados cortes da parte basal das mudas de abacaxi sem danos (Figura 4B), esses cortes foram realizados com auxílio de bisturi, o material vegetal inserido nas arenas serviu de substrato para o ácaro fitófago (*D. floridanus*), com o intuito de manter os ácaros vivos e alimentados, assim evitando possíveis fugas. Com base nos testes iniciais de predação, foram transferidas 40 fêmeas de *D. floridanus* para cada unidade experimental.

Figura 4. Unidades experimentais (A); cortes da parte basal das mudas de abacaxi (B); fêmeas adulta de *Cosmolaelaps* sp. (C). Arapiraca-AL, 2023.



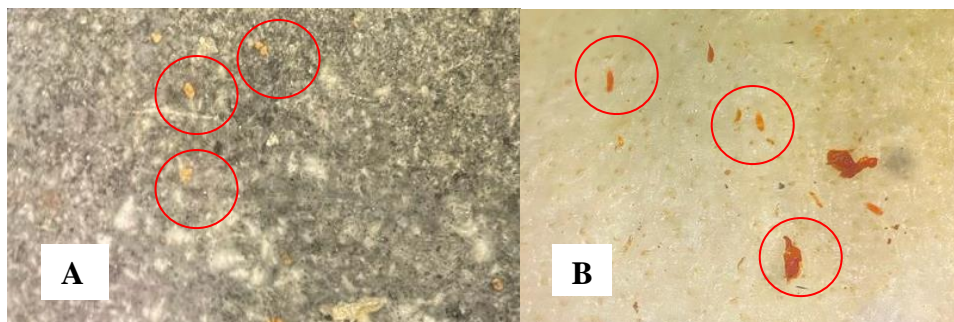
Fonte: Autor

Um dia antes de iniciar o teste o ácaro predador (*Cosmolaelaps* sp.) foi isolado nas unidades experimentais e mantido durante um período de 24 horas sem alimentação em câmara climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $95 \pm 5\%$ UR e no escuro. Para cada unidade, transferiu-se uma fêmeas adulta de *Cosmolaelaps* sp. de idade desconhecida. Cada unidade experimental foi vedada com filme plástico transparente para prevenir a fuga dos ácaros *D. floridanus*. Todas as arenas foram identificadas e mantidas em uma câmara climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $95 \pm 5\%$ UR e no escuro durante as avaliações.

As avaliações ocorreram em diferentes períodos 24, 48, 72 e 96 horas. As avaliações foram conduzidas empregando um microscópio estereoscópico com aumento de $40\times$. As variáveis analisadas corresponderam aos níveis de consumo, divididos em dois grupos distintos: O Grupo 1 englobou os ácaros "consumidos", representando aqueles que o predador consumiu entre 70% e 90%, resultando apenas no exoesqueleto (Figura 4 A).

O Grupo 2 compreende ácaros predados, ou seja, aqueles que o predador consumiu parcialmente, abrangendo aproximadamente 20% a 50% do seu corpo consumido, permitindo a visualização de partes inteiras da presa (Figura 4B). O consumo total de ácaros combinou os dois parâmetros anteriores, considerando os dados de ácaros consumidos e predados. As presas consumidas foram repostas diariamente e os ovos do predador foram contabilizados e descartados. Adicionalmente, avaliou-se a oviposição do ácaro predador em relação ao tempo de avaliação.

Figura 5. Unidades experimentais com grupo 1 (A); consumidos e grupo 2 predados (B). Arapiraca-AL, 2023.



Fonte: Autor

2.6 DIC- Delineamento experimental

O experimento foi conduzido usando delineamento inteiramente casualizados (DIC), composto por quatro períodos de tempo considerados como tratamentos (24, 48, 72 e 96 horas) e cinquenta repetições. As avaliações foram realizadas no período de 24, 48, 72 e 96 horas.

2.7 Análise estatística

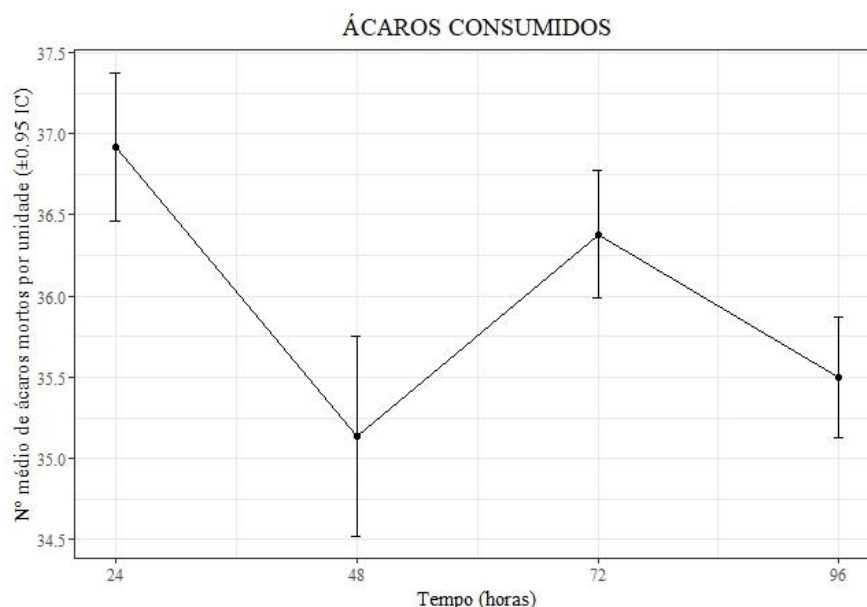
Os dados obtidos foram analisados estatisticamente utilizando o software R. As variáveis de interesse foram: consumo, predação e o total de ácaros predados/consumidos, analisadas ao longo de diferentes intervalos de tempo (24, 48, 72 e 96 horas). A análise foi conduzida por meio de um modelo linear generalizado com distribuição de Poisson, adequado para a natureza dos dados de contagem. Para número de ovos e ninfas contabilizados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade através do programa estatístico @SISVAR.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A capacidade predatória do ácaro *Cosmolaelaps* sp. sobre *D. floridanus* Banks durante um período de 24 horas pode ser observada na figura 5. As fêmeas adultas de *Cosmolaelaps* sp. consumiram, em média 36,92 indivíduos, evidenciando um elevado consumo de presas, o que pode ser explicado pelo fato de os predadores terem ficado sem alimento por 24 horas. Após 48 horas, o consumo médio foi de 35,14 indivíduos, apresentando uma leve redução em relação ao período anterior, sem diferença estatística significativa. Esse pequeno decréscimo pode ser atribuído à alta taxa de predação durante as primeiras 24 horas. Cardoso *et al.* (2010), ao investigarem a atividade predatória de

Euseius citrifolius Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) sobre *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari: Tenuipalpidae), os autores observaram que o consumo foi maior nas primeiras 24 horas do teste. Esse alto consumo foi atribuído à falta de alimento nas 24 horas anteriores ao início do experimento. A ausência de alimento prévio promoveu um aumento no consumo inicial. No entanto, nos períodos seguintes, o consumo tendeu a diminuir.

Figura 6. Número médio de fêmeas adultas de *Dolichotetranychus floridanus* consumidas por uma fêmea adulta do ácaro predador *Cosmolaelaps* sp., em intervalos de tempo de 24, 48, 72 e 96 horas.



O consumo no período de 72 horas, as fêmeas de *Cosmolaelaps* sp. consumiram, em média, 36,38 fêmeas adultas de *D. floridanus*. Após 96 horas, o consumo médio foi de 35,50 indivíduos. Esse padrão de consumo permaneceu constante ao longo dos períodos avaliados, indicando que não houve diferença significativa entre os períodos avaliados. Diante disso, pode-se afirmar que a capacidade de consumo do ácaro *Cosmolaelaps* sp. não diminuiu ao longo do tempo de avaliação (Figura 6).

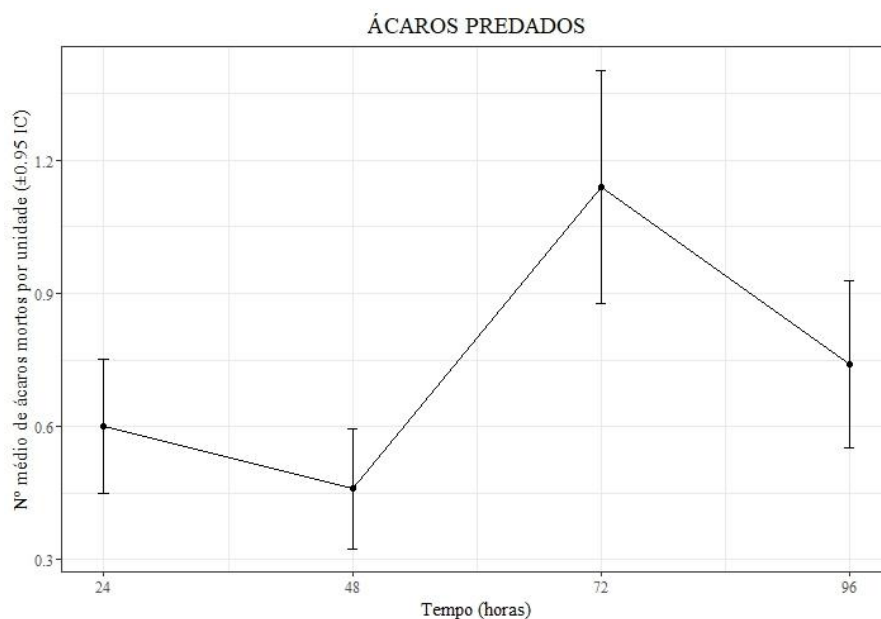
Foi possível observar uma reprodução significativa nas arenas no período de 72 horas comprovada pela presença de ovos e larvas. Segundo Berndt *et al.* (2004), as fêmeas se reproduzem de forma repetida, produzindo ovos ao longo de sua vida, o que requer uma maior quantidade de energia e, conseqüentemente, uma fonte alimentar mais substancial para manter todas as condições biológicas adequadas ao longo de sua vida útil. Conforme

Moreira e Morais (2015), a ácaros predadores pertencentes a essa família Laelapidae são eficientes agentes de controle biológico para o combate de diversos organismos pragas, demonstrando sua eficácia tanto em condições de laboratório quanto em campo.

A capacidade de consumo observada pelas fêmeas adultas de *Cosmolaelaps* sp. sobre *D. floridanus* sugere que este predador pode desempenhar um papel relevante como agente de controle biológico. Os resultados alcançados demonstram a viabilidade na utilização de *Cosmolaelaps* sp. como agente de controle biológico, constituindo uma alternativa eficaz em consonância com os princípios da sustentabilidade, minimizando os impactos adversos decorrentes da utilização excessiva de inseticidas e acaricidas.

Quanto à capacidade de predação de *Cosmolaelaps* sp., foi constatado que o predador mata a presa, mas não a consome inteiramente. Em um período de 24 horas, as fêmeas adultas de *Cosmolaelaps* sp. predaram em média 0,60 fêmeas adultas de *D. floridanus*, destacando-se pela baixa taxa de predação entre os intervalos de tempo avaliados (Figura 6). Por outro lado, as fêmeas avaliadas no período de 48 horas tiveram uma taxa média de predação de 0,46 diferindo estatisticamente do período de 72 horas, que registrou uma média de 1,14 sendo este o período com a maior taxa de predação. Ao final das 96 horas, a taxa média de predação foi de 0,74 não diferindo estatisticamente dos períodos de 24 e 48 horas, correspondendo ao período de menor predação. Freire (2007) também observou que ácaros predadores da Laelapidae, matavam a presa mais não consumiam por completo.

Figura 7. Número médio para taxa de predação de *Cosmolaelaps* sp. sobre *D. floridanus* em um intervalo de tempo de 24, 48, 72 e 96 horas.

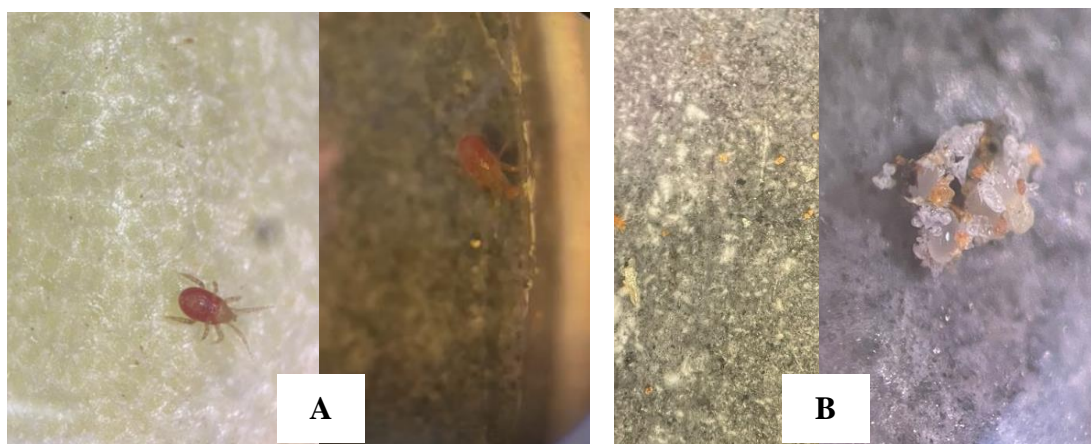


A reduzida taxa de predação é atribuída à elevada taxa de consumo por parte do predador, que se alimenta diretamente dos fluidos corporais de *D. floridanus*, tornando a presa progressivamente vazia deixando apenas o exosqueleto. Esta dinâmica resulta em valores substancialmente inferiores para *D. floridanus* predados quando contrastados com os níveis de consumo.

O comportamento predatório representado na figura 8, envolve uma série de passos distintos para o ácaro de *Cosmolaelaps* sp.. Inicialmente, o ácaro localiza sua presa e se deslocam em sua direção. Ao alcançar a presa, utilizam suas quelíceras para efetuar a captura, e então procedem perfurando a presa para extrair seu conteúdo. Durante esse processo, os palpos desempenham um papel fundamental, para essa espécie, auxiliando na predação por meio de movimentos circulares. À medida que os nutrientes são extraídos, a presa gradualmente se esvazia até ser completamente consumida restando apenas o exoesqueleto ou partes não nutritivas, as quais servem para esconder os ovos ilustrada na figura 8 B.

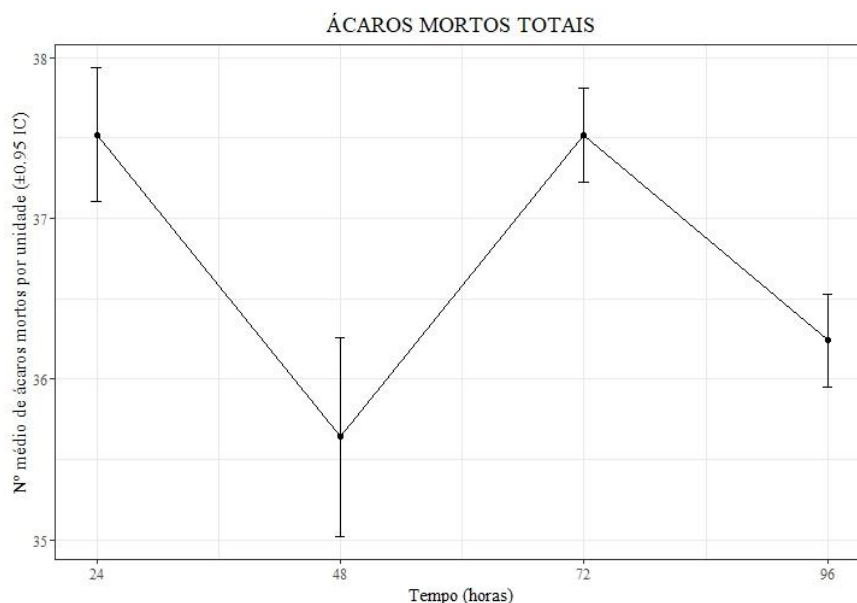
Esse comportamento foi igualmente observado por Castilho *et al.* (2009) durante seu estudo com *Protogamasellopsis posnaniensis* Wisniewski & Hirschmann (Acari: Rhodacaridae). Os pesquisadores identificaram que o predador procurava um local seguro para depositar os ovos e conseqüentemente protege sua prole do ataque de outros organismos.

Figura 8. Ácaros *Cosmolaelaps* sp. consumindo *Dolichotetranychus floridanus*, (A) e exoesqueleto e partes não nutritivas da presa cobrindo os ovos do predador (B). Arapiraca-AL, 2023.



Com relação à capacidade predatória total de *Cosmolaelaps* sp. sobre *D. floridanus*, incluindo as presas predadas e consumidas, foi registrado um total de 7.495 presas, para um grupo de 50 predadores. Verifica-se na figura 8, a soma das presas de *D. floridanus* predadas e consumidas, alcançou em média 37,52 durante o período de 24 horas. No período de 48 horas, observou-se um número médio total de 35,64 fêmeas predadas e consumidas, mostrando uma leve diminuição. No entanto, no período de 72 horas, houve um pequeno aumento na predação, atingindo um valor médio de 37,52 não diferindo estatisticamente do período de 24 horas. No período de 96 horas, o valor médio foi de 36,24. Ao comparar os diferentes períodos de tempo, nota-se que não houve diferença significativa entre eles.

Figura 9. Número médio para capacidade predatória total de *Cosmolaelaps* sp. sobre *D. floridanus* em um intervalo de tempo de 24, 48, 72 e 96 horas.



No período de 72 horas, foi possível identificar a presença de ovos do predador alojados em depressões presentes nas arenas. Próximo a esses locais, os exoesqueletos ou partes não nutritivas das presas eram armazenados, proporcionando proteção à prole (Figura 7 B). Essa observação evidencia que a oviposição não foi afetada em decorrência da alimentação disponibilizada. Assim como, foi possível observar no período de 72 e 96 horas a presença de ninfas, esses períodos obtiveram médias superiores quando comparados com os demais períodos de avaliação, com destaque para o período de 96 horas, onde foi possível constatar um aumento substancial na quantidade de ovos e suas respectivas eclosões nas arenas.

Tabela 1. Valores médios para número de ovos e ninfas do ácaro *Cosmolaelaps* sp. nas unidades experimental, contabilizados em diferentes períodos de avaliação. Arapiraca-AI, 2023.

Tempo (horas)	Ovos	Ninfas
0-24	0,14 c	0,12 b
24-48	0,26 c	0,18 b
48-72	1,28 b	0,79 a
72-96	2,20 a	1,03 a

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferenciam pelo teste de Tukey a 5%.

Esta eclosão resultou em imaturos de diversos estágios de desenvolvimento, sendo notável que as protoninfas tinham cercos gástricos de coloração alaranjada, decorrente da sua alimentação de presas. Esta observação evidência a voracidade do predador sobre estágios juvenis.

Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam uma notável capacidade predatória de *Cosmolaelaps* sp. sobre a população de *D. floridanus* em condições de laboratório, reafirmando, assim, o potencial da família Laelapidae como um grupo eficiente de ácaros com possibilidade de utilização como agentes de controle biológico.

4 CONCLUSÃO

O ácaro *Dolicoteranychus floridanus* constitui-se como fonte alimentar para ácaros *Cosmolaelaps* sp.

O ácaro *Cosmolaelaps* sp. tem potencial para controlar *Dolicoteranychus floridanus* em condições de laboratório.

5 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D. T. **Indicadores de Degradação Ambiental / Desertificação no Município de Parambu - CE.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, p.149f, 2016.

AZEVEDO, E. B. **Diversidade de ácaros edáficos , com ênfase nos mesostigmata, em cultivos agrícolas e na vegetação natural do bioma Cerrado no sul do estado do Tocantis.** Dissertação (Mestrado em Agronomia- Entomologia Agrícola) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. p.57, 2017.

AZEVEDO, L.H.; EMBERSON, R.M.; ESTECA, F.C.N.; MORAES, G.J. Macrochelid mites (Mesostigmata: Macrochelidae) as biological control agents. In: Carrillo D, Moraes GJ, Peña JE (Eds). Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms. **Florida: Springer**, pp. 102-132, 2015.

BARBOSA, M.F.C.; DEMITE, P.R., MORAES, G.J.; POLETTI, M. Controle biológico com ácaros predadores. **Promip**, 1ª edição, p.23-25, 2017.

BERNDT, O., POEHLING, H.M., MEYHÖFER, R. Predation capacity of two predatory laelapid mites on soil-dwelling thrips stages. **Entomol Exp Appl.** v.112, p. 107–115, 2004.

CARDOSO, M.S.M.; VIEIRA, M.R.; FIGUEIRA, J.C.; SILVA, H.A.S. Atividade predatória de *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) sobre *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari: Tenuipalpidae). **Arq. Inst. Biol.** v.77, n.3, p.471-476, 2010.

CARRILHO, D.; MORAES, G. J.; PEÑA, J. E. Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and Other Harmful Organisms. **Springer International Publishing.** v.19, 2015.

CASTILHO, R. C.; VENANCIO, R.; NARITA, J. P. Z. Mesostigmata as biological control agents, with emphasis on Rhodacaroidea and Parasitoidea. Carrillo, D., Moraes, G. J. PEÑA, J. E. (Eds). Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms. **Springer.** p. 1-31, 2015.

CASTILHO, R.C.; MORAES, G.J.; SILVA, E.S.; SILVA, L.O. Predation potential and biology of *Protogamasellopsis posnaniensis* Wisniewski & Hirschmann (Acari: Rhodacaridae). **Biological Control**, v. 48, p.164-167, 2009.

COLEMAN, D.C.; CALLAHAM, M.A.; CROSSLEY, D.A. Chapter 4 - Secondary Production: Activities of Heterotrophic Organisms—The Soil Fauna. In *Fundamentals of Soil Ecology*, 3rd ed.; Coleman, D.C., Callaham, M.A., Crossley, D.A., Eds.; **Academic Press:** Burlington, VT, USA, p. 77–171, 2018.

FREIRE, R. A. P. **Ácaros predadores do Estado de São Paulo, com ênfase em Laelapidae (Acari: Mesostigmata) com potencial de uso no controle de pragas de solo.** Tese (Doutorado) – Ciência Área de concentração Entomologia, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP. p. 290, 2007.

FURMAN, D.P., 1972. Mites of the family Laelapidae in Venezuela (Acarina: Laelapidae). *Brigham Young Univ. Sci. Bull. Biol. Ser.* v.17 p. 58, 1972.

LESNA, I.; CONIJN, C. G. M.; SABELIS, M.W.; VAN STRAALLEN, N.M. Biological control of the bulb mite, *Rhizoglyphus robini*, by the predatory mite *Hypoaspis aculeife*, on lilies Predator-prey dynamics in the soil under greenhouse and field condition. **Biocontrol Science and Technology.** v. 10, p. 179-193, 2000.

MOREIRA, G.F.; MORAES, G.J. The potential of free-living laelapid mites (Mesostigmata: Laelapidae) as biological control agentes. In: CARRILLO, D.; MORAES, G.J.; PEÑA, J.E. (Eds). Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms. Florida: **Springer**, 2015. p. 77-102.

MOREIRA, G. F.; KLOMPEN, H.; MORAES, G. J. Redefinition of *Cosmolaelaps* Berlese (Acari: Laelapidae) and description of five new species from Brazil. **Zootaxa.** v. 3764, n. 3, p. 317–346, 2014.

NEHER, D.A.; BARBERCHECK, M.E. Soil microarthropods and soil health: Intersection of decomposition and pest suppression in agroecosystems. **Insects**. v.10, p.414, 2019.

RUEDA-RAMÍREZ D.; PALEVSKY, E.; RUESS, L. SOIL Nematodes as a Means of Conservation of Soil Predatory Mites for Biocontrol. **Agronomy**. v.32. n.13, p. 2-27, 2023.

SISLEGIS. **Sistema de Consulta à Legislação- modo cidadão**. Versão 1.0.

[S.l.],2020.Disponível:<<https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAt.o.do?method=consultarLegislacaoFederal>.> Acesso em: 01 dez 2023.

YAMADA, M. **Diversidade de ácaros edáficos no bioma Pantanal e potencial de algumas espécies para o controle biológico de pragas de solo**. Dissertação (Mestrado em Ciências e área de concentração: Entomologia). ESALQ - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, p. 80, 2020.

CAPÍTULO IV

**CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE *Dolichotetranychus floridanus* BANKS,
1900 (ACARI:TENUPALPIDAE) ORIUNDOS DE DIFERENTES ESTADOS
PRODUTORES DE ABACAXI DO NORDESTE**

CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE *Dolichotetranychus floridanus* BANKS, 1900 (ACARI:TENUIPALPIDAE) ORIUNDOS DE DIFERENTES ESTADOS PRODUTORES DE ABACAXI DO NORDESTE

Resumo

O abacaxi (*Ananas comosus* (L. Merr.), Bromeliaceae) é uma fruta tropical de grande relevância econômica. No cenário global, os maiores produtores são a Costa Rica e as Filipinas, enquanto o Brasil ocupa a terceira posição no ranking mundial. No âmbito nacional, o estado do Pará lidera a produção, seguido pela Paraíba. Na região Nordeste, os estados da Paraíba, Bahia e Rio Grande do Norte se destacam como produtores expressivos, contribuindo significativamente para o mercado interno. O manejo inadequado da lavoura e a adoção incipiente de práticas fitossanitárias podem favorecer o surgimento de pragas, como o ácaro alaranjado, *Dolichotetranychus floridanus* (Banks, 1900) (Acari:Tenuipalpidae). Este estudo teve como objetivo caracterizar molecularmente populações de *D. floridanus* a partir de amostras coletadas em cinco estados produtores de abacaxi no Brasil (Alagoas, Bahia, Paraíba, Pernambuco e Sergipe) no ano de 2024. As amostras foram armazenadas em álcool etílico absoluto a -20°C e submetidas à extração de DNA. Para o sequenciamento foram utilizados, os genes mitocondriais citocromo c oxidase I (COI) e gene *Internal Transcribed Spacer* (ITS), localizada no DNA ribossomal, foram utilizados como marcadores moleculares para avaliar as relações filogenéticas entre as populações. A amplificação dessas regiões foi realizada via PCR e o DNA foi sequenciado e comparado com as sequências disponíveis no banco de dados do NCBI. As análises filogenéticas, realizadas com o software MEGA v. 7, revelaram congruência genética entre as populações de diferentes regiões, indicando uma alta estabilidade populacional. Esses resultados sugerem que a espécie pode ser manejada de forma eficiente por meio de métodos de controle padronizados, devido à sua uniformidade genética.

Palavras-chaves: *Bromeliaceae*, Sequenciamento, filogenia.

MOLECULAR CHARACTERIZATION OF *Dolichotetranychus floridanus* FROM DIFFERENT PINEAPPLE PRODUCING REGIONS IN THE NORTHEAST

ABSTRACT

Pineapple (*Ananas comosus* (L. Merr.), Bromeliaceae) is a tropical fruit of great economic importance. On a global scale, the largest producers are Costa Rica and the Philippines, while Brazil ranks third in the world. In Brazil, the state of Pará leads production, followed by Paraíba. In the Northeast region, the states of Paraíba, Bahia, and Rio Grande do Norte stand out as significant producers, making substantial contributions to the domestic market. Inadequate crop management and the incipient adoption of phytosanitary practices may favor the emergence of pests, such as the orange mite, *Dolichotetranychus floridanus* (Banks, 1900) (Acari: Tenuipalpidae). This study aimed to molecularly characterize populations of *D. floridanus* from samples collected in five pineapple-producing states in Brazil (Alagoas, Bahia, Paraíba, Pernambuco, and Sergipe) in 2024. The samples were stored in absolute ethyl alcohol at -20°C and subjected to DNA extraction. For sequencing, the mitochondrial cytochrome c oxidase I (COI) gene and the Internal Transcribed Spacer (ITS) gene, located in the ribosomal DNA, were used as molecular markers to assess the phylogenetic relationships between the populations. The amplification of these regions was performed via PCR, and the DNA was sequenced and compared with sequences available in the NCBI database. Phylogenetic analyses, conducted with the MEGA v. 7 software, revealed genetic congruence among populations from different regions, indicating high population stability. These results suggest that the species can be efficiently managed through standardized control methods, due to its genetic uniformity.

Keywords: Bromeliaceae, Sequencing, Phylogeny.

1 INTRODUÇÃO

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merr.) é amplamente reconhecido como uma das frutas tropicais de maior relevância mundial. O fruto é consumido extensivamente *in natura* ou utilizado em processos industriais devido ao seu elevado teor de compostos bioativos, fibras alimentares, minerais e outros nutrientes (Ali *et al.*, 2020). O cultivo de

abacaxi é uma atividade agrícola de grande relevância socioeconômica, ocorrendo em grande parte dos estados do Brasil, especialmente na região Nordeste (Souza *et al.*, 2015).

Entre as espécies da família Bromeliaceae, o abacaxi é a mais explorada comercialmente, desempenhando um papel crucial na economia agrícola global. No entanto, o Brasil ocupa o terceiro lugar na produção mundial, com produtividade abaixo da média alcançada por outros grandes produtores, como Costa Rica, Filipinas e Tailândia (FAO, 2022).

O cultivo de abacaxi representa uma excelente oportunidade para os fruticultores. No entanto, fatores como o manejo inadequado da lavoura podem alterar as propriedades químicas e bioquímicas dos frutos. A falta da definição de práticas fitossanitárias adequadas pode favorecer o surgimento de pragas de plantas, reduzindo o rendimento da cultura e o valor comercial dos frutos (Sipes; Wang, 2016). Além disso, existe uma preocupação crescente com a evolução da resistência de pragas a pesticidas (Tabashnik *et al.*, 2014), pois o uso de acaricidas sintéticos pelos produtores de abacaxi pode intensificar a presença de ácaros devido ao aumento da proporção de indivíduos resistentes. O ácaro-plano-alaranjado (*Dolichotetranychus floridanus*, Banks, 1900) é frequentemente encontrado em quase todas as áreas de produção de abacaxi no Brasil (Matos *et al.*., 2000).

Os estudos de biologia molecular desempenham um papel crucial na acarologia e têm sido amplamente aplicados para investigar diversas famílias de ácaros com relevância econômica na agricultura, como Tetranychidae, Eriophyidae, Phytoseiidae e Tenuipalpidae (Navajas; Fenton, 2000). Nesse contexto, a caracterização molecular por meio da técnica de DNA *barcoding* tem se mostrado uma abordagem interessante para auxiliar os métodos tradicionais de identificação taxonômica, destacando-se pela rapidez e confiabilidade (Miller *et al.*, 2007; Ford *et al.*, 2009). A identificação molecular utilizando a região do DNA *barcoding*, que se baseia em um pequeno fragmento do gene *cytochrome c oxidase I (COI)* presente no DNA mitocondrial, oferece um método eficiente de "bioidentificação", semelhante aos códigos de barras universais, facilitando a diferenciação genética de espécies de maneira precisa (Hebert *et al.*, 2003; Carvalho *et al.*, 2008).

O uso da região ITS2, juntamente com primers universais, tem se mostrado um método eficiente para fornecer um DNA barcode ideal para a identificação molecular de ácaros da superfamília Tetranychoidae, especialmente do gênero *Tetranychus* (Ben-David *et al.*, 2007). Além disso, a integração de múltiplos marcadores genéticos com

técnicas morfológicas tradicionais pode aumentar consideravelmente a precisão na identificação dessas espécies (Zhang *et al.*, 2021). A identificação precisa de espécies é particularmente importante no contexto agrícola, pois é a base para a definição dos métodos de controle utilizados no manejo integrado de pragas. Considerando o impacto econômico causado pela presença frequente de *D. floridanus* em plantações de abacaxi, é fundamental realizar um monitoramento rigoroso dessa espécie para garantir um manejo eficaz. Com esse objetivo, o presente estudo visa a caracterizar molecularmente populações de *D. floridanus* em amostras coletadas de cinco estados produtores de abacaxi no Brasil, oferecendo informações valiosas que podem auxiliar no desenvolvimento de estratégias de controle mais eficientes para os diferentes locais estudados.

2. MATERIAIS E METÓDOS

2.2 Local de coleta

As mudas de abacaxi foram coletadas em áreas de cultivo localizadas nos estados de Alagoas, Bahia, Paraíba, Pernambuco e Sergipe, no ano de 2024. As coordenadas geográficas dos respectivos municípios e propriedades rurais onde as coletas foram realizadas são: Poção-AL (09°42'03,74" S, 36°35'05,8" O), São Félix-BA (12°40'00" S, 40°43'60" O), Pedras de Fogo-PB (7°34'60,5" S, 35°12'42,0" O), Pombos-PE (8°11'74,8" S, 35°37'16,5" O) e Cristinápolis-SE (11°27'53" S, 37°44'46" O).

Os ácaros *D. floridanus*, provenientes de diferentes estados produtores, foram coletados nos meses de fevereiro e março de 2024. Após a triagem no Laboratório de Entomologia e Acarologia (LEA), os espécimes foram armazenados em microtudos de 1,5 mL, tipo Eppendorf, contendo álcool etílico absoluto e foram mantidos em refrigerador a -20°C até o momento da extração do DNA. As amostras foram submetidas à extração de DNA com o objetivo de realizar o sequenciamento de um fragmento do gene mitocondrial *citocromo c oxidase I (COI)* e da região nuclear *Internal Transcribed Spacer (ITS)*.

Figura 1. Colônia de *Dolichotetranychus floridanus* (Banks) em mudas de abacaxi (A); microscopia de contraste de fase de fêmea adulta em posição ventral de escala de 40µm (B).

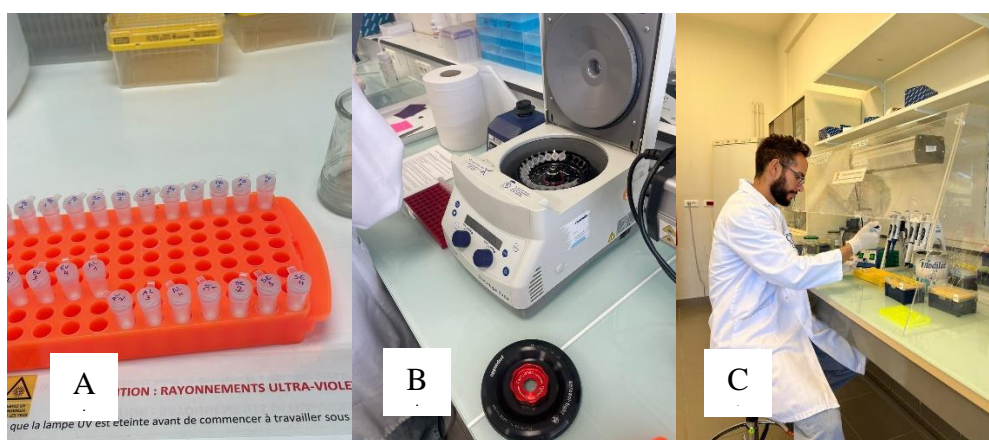


Fonte : Autor

2.3 Extração de DNA, amplificação por PCR

O DNA genômico foi isolado de uma única fêmea adulta utilizando o kit **DNeasy Tissue** (Qiagen, Germantown, MD, EUA), conforme o protocolo "Purificação Total de DNA de Sangue ou Células Animais" (Protocolo Spin-Column), adaptado para a extração de DNA de pequenos artrópodes (Mendonça *et al.*, 2011; Dowling *et al.*, 2012). É importante destacar que, ao final da extração, a maioria dos espécimes permaneceu intacta, permitindo a recuperação e montagem em lâminas de microscopia na etapa final do procedimento.

Figura 2. Extração de DNA: Eppendorf, contendo *Dolichotetranychus floridanus* (A); centrifuga com Eppendorf, contendo ácaro e reagentes do Qiagen (B); Preparando o Mix do PCR (C).



Fonte: Autor

Tabela 1. Fragmentos amplificados e primers utilizados nas reações de PCR e no sequenciamento do DNA de *Dolichotetranychus floridanus*.

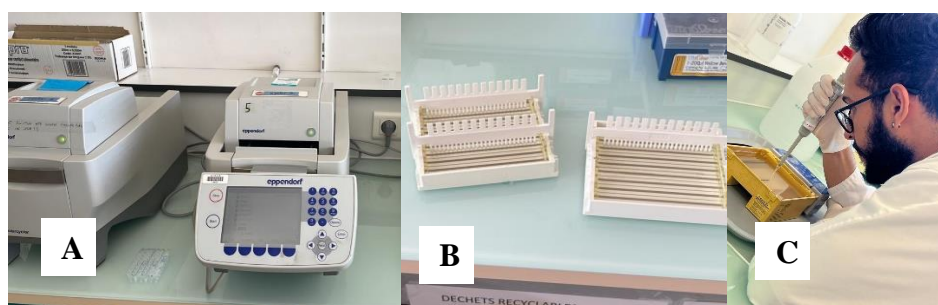
Região do DNA	Primers	Sequência	Amplifica (pb)	Referência
COI Mitocondrial	LCO1490	5' GGT CAA CAA ATC ATA AAG ATA TTG G 3'	~650pb	Folmer <i>et al.</i> (1994)
COI Mitocondrial	HCO2198	5' TAA ACT TCA GGG TGA CCA AAA AAT CA 3'	~650pb	Folmer <i>et al.</i> (1994)
ITS Nuclear	18S	AGAGGAAGTAAAAGTCGTAACAAG	900 pb	Ben Ali <i>et al.</i> (2000)
ITS Nuclear	28SC	ATATGCTTAAATTCAGCGGG	900 pb	Navajas <i>et al.</i> (1998)

Fonte: Autor

2.3.1 Amplificação da região COI

A amplificação do segmento do gene *Citocromo c Oxidase I* (COI) foi realizada utilizando o par de primers LCO1490 e HCO2198 citados por Folmer *et al.* 1994 (Tabela1).

Figura 3. Termociclador Mastercycler utilizado para realizar a amplificação dos fragmentos de DNA por PCR. (A); Gel de agarose a 1,5% preparado com tampão TBE 0,5X, utilizado para a separação dos produtos amplificados (B); Eletroforese dos produtos de PCR em gel de agarose (C).



Fonte: Autor

A reação de PCR foi conduzida em um volume total de 25 μ l, contendo 4 μ l do DNA genômico de *D. floridanus* mais H₂O 6 μ l, Multiplex 12,5 μ l, primers LCO1490 1,25 μ l e primers HCO2198 1,25 μ l A amplificação foi realizada em um termociclador Mastercycler® (Figura 3 A) utilizando o seguinte protocolo: desnaturação inicial a 95°C por 15 minutos, seguida de 40 ciclos de desnaturação a 95°C por 45 segundos, anelamento

dos primers a 45°C por 30 segundos, e extensão a 72°C por 70 segundos. A etapa final consistiu em uma extensão final a 72°C por 10 minutos, permitindo o completo alongamento dos fragmentos de DNA sintetizados. Controles negativos foram incluídos e executados simultaneamente para garantir a confiabilidade dos resultados.

2.3.2 Amplificação da região ITS

A amplificação da região *Internal Transcribed Spacer* (ITS) foi realizada utilizando os primers 18S Forward e 28SC Reverse. A reação de PCR foi preparada em um volume total de 25 µl, contendo 2 µl de DNA extraído de *D. floridanus* e H₂O 5,5 µl mais Multiplex 12,5 µl, primers 18S 2,5 µl 28SC 2,5 µl descrito por Ben Ali *et al.* (2000) e Navajas *et al.* (1998) (Tabela 1). O protocolo de amplificação foi executado em um termociclador Mastercycler®, com a seguinte programação: desnaturação inicial a 94°C por 15 minutos, seguida de 35 ciclos e desnaturação 94°C por 60 segundos, anelamento a 50°C por 1 minuto e extensão a 72°C por 60 minutos e extensão final 72°C por 5 minutos.

Os produtos de PCR foram separados por eletroforese em gel de agarose a 1,5 %, com 3 µl DNA utilizando tampão TBE 0,5X. A visualização dos fragmentos foi realizada com a adição de 1,5 µl *Gel Loading Dye Blue* (10X), a migração ocorreu 100V por 35 minutos permitindo a detecção das bandas de DNA. Apenas os fragmentos amplificados que apresentaram bandas nítidas e únicas foram selecionados para sequenciamento posterior (Figura 3).

2.5 Sequenciamento e alinhamento dos fragmentos de DNA

As amostras de DNA foram enviadas para um laboratório externo especializado em sequenciamento, (Eurofins Genomics). O sequenciamento foi realizado utilizando a tecnologia de sequenciamento de Sanger, também conhecido como método de terminação de cadeia, foi usado para sequenciar as amostras de DNA. Este método envolve a incorporação seletiva de didesoxinucleotídeos de terminação de cadeia (ddNTPs) pela DNA polimerase durante a replicação do DNA. O processo foi conduzido em quatro reações separadas, cada uma contendo um dos quatro ddNTPs (A, T, G, C), juntamente com os desoxinucleotídeos regulares (dNTPs).

Após as reações de sequenciamento, os fragmentos de DNA resultantes de comprimentos variados foram separados por eletroforese capilar. Os dados da sequência

foram então analisados por meio de sistemas de sequenciamento automatizados, que produzem cromatogramas representando a sequência de nucleotídeos. Conforme os padrões recomendados pelo laboratório Após a obtenção das sequências, os dados brutos foram disponibilizados para análise. A qualidade dessas sequências foi verificada utilizando o software CodonCode Aligner, que também foi empregado na montagem das sequências consenso

As sequências obtidas foram comparadas com aquelas disponíveis no banco de dados do Centro Nacional de Informações sobre Biotecnologia (NCBI) (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/smartblast/smartBlast.cgi>). Para essa análise, foi utilizada a ferramenta Smart BLAST, cujo objetivo foi a detecção de sequências de maior similaridade. Essa abordagem visou identificar possíveis variantes genéticas não esperadas, que poderiam indicar erros de amplificação, contaminação ou divergências evolutivas.

O alinhamento das sequências de DNA foi realizado utilizando o software CondonCodeAligner (CodonCode Corporation). As sequências foram inicialmente preparadas no formato FASTA e carregadas no programa. Em seguida, optou-se pelo algoritmo Needleman-Wunsch (1970), para um alinhamento global, configurando as pontuações de correspondência e penalidade de lacunas (*gaps*). A matriz de substituição padrão foi utilizada, com penalidades de abertura de *gaps* ajustadas para -10 e extensão de *gaps* para -1. Após a execução do alinhamento, os resultados foram visualizados e ajustados manualmente, a fim de melhorar a correspondência em regiões de variabilidade. O alinhamento final foi exportado no formato FASTA para posterior análise.

2.6 Análises filogenéticas

As análises filogenéticas entre as sequências de nucleotídeos foram realizadas usando MEGA v. 7 (Kumar *et al.*, 2016). Para inferir as relações evolutivas entre as sequências, foi selecionado o método de Maximum Likelihood (ML) que estima a árvore filogenética mais provável com base nas probabilidades de substituições nucleotídicas. O teste filogenético escolhido para verificar a confiabilidade dos agrupamentos filogenéticos, foi utilizado o método de Bootstrap, com 500 replicações. Esse método reamostra os dados e reconstrói a árvore filogenética múltiplas vezes, fornecendo uma medida de suporte estatístico para cada nó da árvore. O modelo de Jukes-Cantor (JC69) foi aplicado para descrever a evolução das seewfquências de DNA. Este modelo assume taxas iguais de substituições entre os quatro nucleotídeos, sem preferências por tipos específicos de

transições ou transversões. *Raoiella indica*, foi escolhido como grupo externo e *Brevipalpu* sp. como grupo mais próximo nas análises filogenéticas dos fragmentos estudados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram sequenciadas cinco populações de *D. floridanus*, coletadas em estados produtores de abacaxi no Nordeste do Brasil. As sequências do fragmento do gene *COI* (*citocromo c oxidase I*) obtidas foram comparadas com sequências genéticas previamente disponíveis para o gênero *Dolichotetranychus*, especificamente com os acessos MT955914 e MT501394. Os dados de sequenciamento do COI também foram depositados no GenBank.

As árvores filogenéticas inferidas a partir das análises do gene mitocondrial COI revelaram congruência entre todas as populações analisadas, independentemente da área de coleta (Figura 4). Os resultados mostraram um padrão uniforme para os fragmentos sequenciados, indicando uma ausência de diversidade genética entre as diferentes populações de *D. floridanus*. Dessa forma, todos os indivíduos analisados foram geneticamente idênticos, o que sugere que há pouca ou nenhuma variação genética dentro das populações amostradas, apesar da distribuição geográfica em estados produtores de abacaxi.

As sequências do *Dolichotetranychus floridanus* para a região Internal Transcribed Spacer (ITS), provenientes das diferentes populações, também foram comparadas com as sequências já disponíveis no GenBank KU553300, MN382159, MT947346 (Srinivas; Rakesh, 2014; Srinivas; Rakesh, 2019; Srinivas; Rakesh, 2020). As novas sequências obtidas foram igualmente depositadas no GenBank, garantindo a acessibilidade dos dados para futuras análises comparativas.

As cinco populações analisadas neste estudo foram submetidas ao sequenciamento e posterior alinhamento da região *Internal Transcribed Spacer* (ITS). A árvore filogenética resultante dessa região não mostrou variação interespecífica, indicando que todos os indivíduos compartilham o mesmo pool genético (Figura 5).

Figura 4. Árvore filogenética estimada por Máxima Verossimilhança, modelo Jukes-Cantor (JC60) com base em sequências do fragmento barcod do gene *citocromo c oxidase I* (COI) (DNA mitocondrial) de *Dolichotetranychus floridanus* coletados em diferentes

estados produtores de abacaxi, Brasil. Construída através do programa Molecular Evolutionary Genetic Analysis versão 10.0.5 (MEGA).

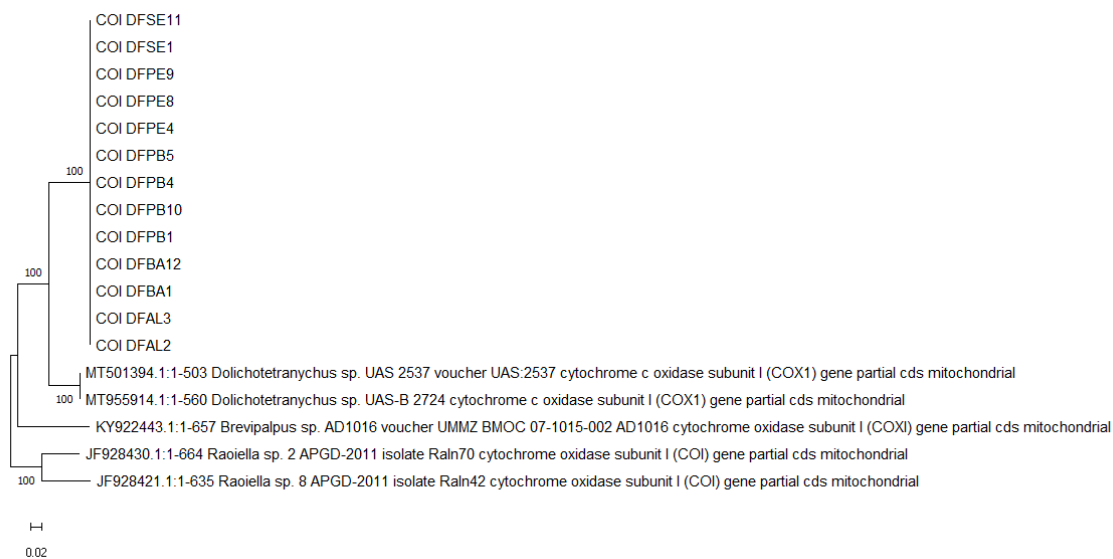
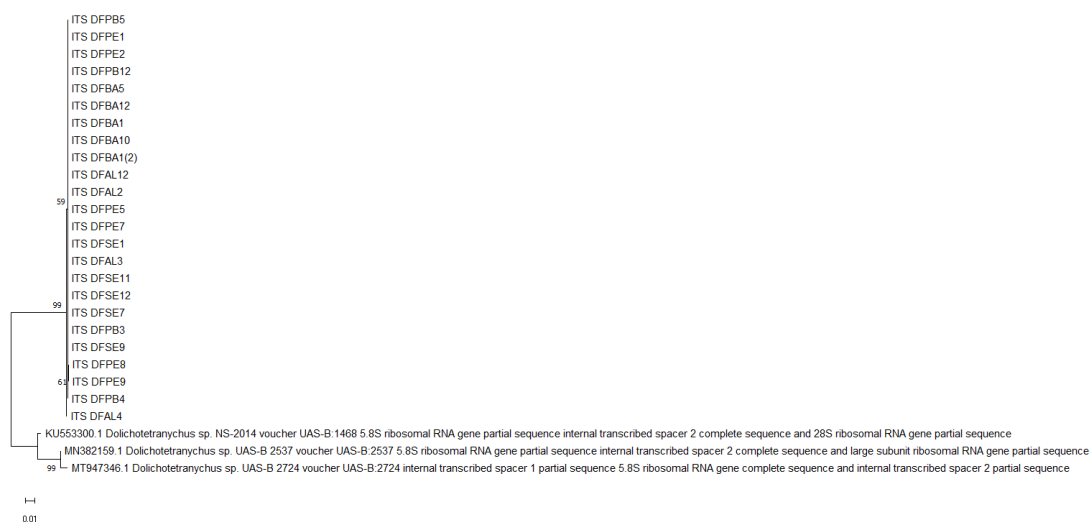


Figura 5. Árvore filogenética estimada por Máxima Verossimelhança, modelo Jukes-Cnator (JC60) com base em sequencias do fragmento da região ITS de *Dolichotetranychus floridanus* coletados em diferentes estados produtores de abacaxi, Brasil. Construída através do programa Molecular Evolutionary Genetic Analysis versão 10.0.5 (MEGA).



A região do *Internal Transcribed Spacer* (ITS) tem sido amplamente utilizada em estudos de distinção entre espécies muito próximas (Skoracka *et al.* 2012) Os dados obtidos a partir da análise molecular de *D. floridanus* indicam que essa espécie, apesar de pertencer à superfamília Tetranychoidae, não se enquadra no grupo de espécies crípticas.

Isso se deve à ausência de variação intraespecífica entre as populações analisadas, evidenciando uma uniformidade genética.

Os resultados deste estudo representam uma contribuição significativa para a base de dados científica, pois as sequências obtidas para *D. floridanus* (COI e ITS) são as primeiras a ser depositadas no GenBank, o banco de dados público de sequências de DNA (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/>). Essa inserção não apenas marca o início do armazenamento de dados moleculares dessa espécie, mas também oferece uma base importante para futuros estudos, ampliando o conhecimento sobre a diversidade genética e possibilitando novas investigações na área.

As árvores filogenéticas baseadas nos fragmentos COI e ITS corroboram a viabilidade a definição de métodos de controle homogêneos para as diferentes regiões produtoras de abacaxi estudadas no presente trabalho, pois foi identificada a presença da mesma espécie, sendo encontrada um único haplótipo entre as populações analisadas. Assim, os métodos de controle podem ser aplicados de maneira segura e eficaz no combate a essa praga, considerando a uniformidade genética observada.

4 CONCLUSÕES

Com a caracterização molecular de *D. floridanus* confirma-se a ausência de variação intraespecífica nas populações estudadas.

A uniformidade genética observada sugere que a espécie tem uma alta estabilidade populacional, o que facilita o uso padronizado de métodos de controle de *D. floridanus*.

5 REFERÊNCIAS

ALI, M. M.; HASHIM, N.; AZIZ, S. A.; LASEKAN, O. Pineapple (*Ananas comosus*): A comprehensive review of nutritional values, volatile compounds, health benefits, and potential food products. *Food Research International*, v. 137, 2020.

BEN ALI, Z.; BOURSOT, P.; SAID, K.; LAGNEL, J.; CHATTI, N.; M. NAVAJAS, M. Comparison of Ribosomal ITS Regions Among *Androctonus* spp. Scorpions (Scorpionida: Buthidae) from Tunisia. *Journal of Medical Entomology*. v. 37, p. 787–790, 2000.

BEN-DAVID, T.; MELAMED, S.; GERSON, U.; MORIN, S. ITS2 sequences as barcodes for identifying and analyzing spider mites (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*. v. 41, p.169-181, 2007.

CARVALHO, D.C.; SEERIG, A.; MELO, D.C.; SOUSA, A.B.; PIMENTA, D.; OLIVEIRA, D.A.A. Identificação molecular de peixes: o caso do Surubim (*Pseudoplatystoma* spp.). **Revista Brasileira De Reprodução Animal**. v.32, n.4, p.215-219, 2008.

DOWLING, A. P. G.; OCHOA, R., BEARD, J. J.; WELBOURN, W. C.; UECKERMANN, E. A. Phylogenetic investigation of the genus *Raoiella* (Prostigmata: Tenuipalpidae): Diversity, distribution, and world invasions. **Experimental and Applied Acarology**. v. 57, n.3, p. 257–269, 2012.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT: Statistical Database. Pineapple production data, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat>. Acesso em: 21 nov. 2024.

FOLMER, O.; BLACK, M.; HOEH, W.; LUTZ, R.; VRIJENHOEK, R. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. **Molecular Marine Biology and Biotechnology**, v.3, n.5, p. 294-299, 1994.

HEBERT, P.D.N.; CYWINSKA, A.; BALL, S.L.; DEWAARD, J.R. Biological identifications through DNA barcodes. **Proceedings of the Royal Society of London**. v.270, n.1512, p.313-321, 2003.

MATOS, A. P.de; SANCHES, N. F.; SOUZA, L. F.da S.; TEIXEIRA, F.A.; ELIAS JÚNIOR, J. Manual de identificação de pragas, doenças e deficiências nutricionais na cultura do abacaxi. 2. ed. rev. arnpl. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. 44 p.

MENDONÇA, R. S.; NAVIA, D.; DINIZ, I. R.; AUGER, P.; NAVAJAS, M. A critical review on some closely related species of *Tetranychus sensu stricto* (Acari: Tetranychidae) in the public DNA sequences databases. **Experimental and Applied Acarology**. v. 55, n.1, p. 1–23, 2011.

MILLER S.E., DNA barcoding and the renaissance of taxonomy, **Proc. Nat. Acad. Sci. USA**, v.104, p. 4775-4776, 2007.

NAVAJAS, M.; LAGNEL, J.; GUTIERREZ, J., BOURSOT, P. Species-wide homogeneity of nuclear ribosomal ITS2 sequences in the spider mite *Tetranychus urticae* contrasts with extensive mitochondrial COI polymorphism. *Heredity*, 80, 742–752, 1998.

NAVAJAS, M.; FERTON, B. The application of molecular markers in the study of diversity in acarology: a review. **Experimental and Applied Acarology**. v. 24, p.751-774, 2000.

NEEDLEMAN, S. B.; WUNSCH, C. D. A general method applicable to the search for similarities in the amino acid sequence of two proteins. **Journal of Molecular Biology**, 48(3), 443-453, 1970.

KUMAR, S.; STECHER, G.; TAMURA, K. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. **Molecular Biology and Evolution**, 33(7), 1870–1874, 2016.

SIPES, B.; WANG, K. H. **Pests, diseases and weeds. In Handbook of Pineapple Technology: Postharvest Science, Processing and Nutrition.** Chapter 4, p. 62–88, 2016.

SOUZA, A. L. R.; RODRIGUES, F. M.; SILVA, G. V.; SANTOS, R. R. Microencapsulação de sucos e polpas de frutas por spray drying: uma revisão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais.** v. 17, n. 3, p.327-338, 2015.

SOUZA, E. H.; SOUZA, F. V. D.; COSTA, M. A. C.; COSTA JR., D. S.; SANTOSSEREJO, J. A.; AMORIN.E. P.; LEDO, C. A. S. Genetic variation of the *Ananas* genus with ornamental potential. **Genetic Resources and Crop Evolution,** v. 59, n. 7, p. 1357- 1376, 2012.

SRINIVAS,N.; RAKESH,H.; CHINNAMADEGOWDA,C. Molecular characterization of *Dolichotetranychus* sp. infesting arecanut in Sira, Tumkur dist, using ITS2 markers Universal markers. **Entomology-AINP. 2020.**

SRINIVAS,N.; RAKESH,H.P.; CHINNAMADEGOWDA,C. Molecular characterization of *Dolichotetranychus* sp. from arecanut using ITS2 markers. **Entomology – AINP. 2019.**

SRINIVAS, N.; RAKESH, H.; Chinnamadegowda,C.Characterization of *Dolichotetranychus* sp. infesting arecanut using ITS 2 rDNA fragments. **Agril. Entomology,** 2014.

TABASHNIK, B. E.; MOTA-SANCHEZ, D.; WHALON, M. E.; HOLLINGWORTH, R. M.;CARRIÈRE, Y. Defining terms for proactive management of resistance to Bt crops and pesticides. **Journal of Economic Entomology, Lanham,** v. 107, n. 2, p. 496-507. 2014.

SKORACKA, A.; KUCZYNSKI, L.; MENDONCA, R.S.; MIROSLAWA, D.; SZYDTO, W.; KNIHINICKI, D.; TRUOL, G.; NAVIA, D. Cryptic species within the wheat curl mite *Aceria tosichella* (Keifer) (Acari: Eriophyoidea), revealed by mitochondrial, nuclear and morphometric data. **Invertebrate Systematics,** 26, p.417–433, 2012.

ZHANG, W.; CHENG, J.; ZHAO, Y.; NIU, D.; GUO, H. Molecular identification and DNA barcode screening of acaroid mites in ground flour dust. **Genome.** v. 64, n. 9, p. 869-877, 2021.