

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

JANIELE ALMEIDA DOS SANTOS

**CONTROLE MICROBIANO DO ÁCARO PRAGA: *Mononychellus tanajoa*
(BONDAR, 1938) (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM CONDIÇÕES DE
LABORATÓRIO E SEMI-CAMPO**

Rio Largo - AL
2025

JANIELE ALMEIDA DOS SANTOS

**CONTROLE MICROBIANO DO ÁCARO PRAGA: *Mononychellus tanajoa*
(BONDAR, 1938) (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM CONDIÇÕES DE
LABORATÓRIO E SEMI-CAMPO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de mestre(a) em Proteção de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Edmilson Santos Silva.

Rio Largo- AL
2025

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

S237c Santos, Janiele Almeida dos.

Controle microbiano do ácaro praga: *Mononychellus tanajoa* (Bondar, 1938) (Acari: Tetranychidae) em condições de laboratório e semi-campo. / Janiele Almeida dos Santos. – 2025.

50f.: il.

Orientador(a): Edmilson Santos Silva

Dissertação (Mestrado em Proteção de plantas) – Programa de Pós-Graduação em Proteção de plantas, Área de concentração: Entomologia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia.

1. Fungos patogênicos. 2. Mandioca. 3. Epizootia. I. Título.

CDU: 632.9 : 633.493

Folha de Aprovação

JANIELE ALMEIDA DOS SANTOS

CONTROLE MICROBIANO DO ÁCARO PRAGA: *Mononychellus tanajoa* (BONDAR, 1938) (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO E SEMI-CAMPO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas,
como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em
Proteção de Plantas.

Aprovado em: 29/08/2024.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 EDMILSON SANTOS SILVA
Data: 06/01/2025 17:43:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Doutor, Edmilson Santos Silva, Universidade Federal de Alagoas- *Campus* de
Engenharias e Ciências Agrárias) (Orientador)

Documento assinado digitalmente
 MARIANA OLIVEIRA BREDA
Data: 07/01/2025 19:31:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Doutora, Mariana Oliveira Breda, Univerdidade Federal de Alagoas- *Campus* de
Engenharias e Ciências Agrárias)
(Membro Interno)

Documento assinado digitalmente
 JUREMA ROSA DE QUEIROZ SILVA
Data: 07/01/2025 15:12:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Doutora, Jurema Rosa de Queiroz Silva, Universidade Federal do Recôncavo Baiano)
(Membro Externo)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e aos meus Orixás que sempre me mantiveram de pé , sem eles não seria nada, a todos o meu saravá.

Agradeço a minha família que me ajudou, apoiou e esteve presente na minha vida e jornada acadêmica, em especial a minha mãe Maria das Graças Almeida Silva.

Agradeço aos meus avós Luís Cosmo da Silva e Grinaura Almeida da Silva, que me criaram como filha, e me deram o mais puro dos amores, minha eterna gratidão.

Agradeço as minhas irmãs Daniela Almeida e Janequele Almeida que me foram meu apoio.

Agradeço as Marias da minha vida (tias) que sempre vibraram com as minhas conquistas como se fossem as suas.

Agradeço à Renato de Almeida, Rosineide Costa e Guilherme Veloso, pelos ensinamentos, pela convivência, pelas ajudas, conversas boas, paciência e incentivo. É um privilégio ter construído uma amizade com vocês, obrigado por tudo, não tenho palavras para descrever.

Agradeço aos meus amigos dos trajetos diários até a Universidade, sem vocês o fardo seria muito pesado, obrigado pelas palavras amigas, pelas risadas, pelas resenhas e choros compartilhados, eu amo vocês.

Agradeço a minha querida turma da Pós-Graduação: Ana Carolina Tavares, Ana Gabriela Cavalcante, Dayane Kelly Silva, Maria Hilma Santos, Jânio Pedro Vieira, Janyne Joyce Rocha, Lucas Adler Moura e Ramon Souza, pela união, amizade e apoio, amo vocês.

Agradeço meu orientador Professor Edmilson Santos Silva, e à banca avaliadora Professora Mariana Oliveira Breda e Professora Jurema Rosa de Queiroz Silva pelas orientações e contribuições deste trabalho.

Agradeço a Leonara Evangelista de Figueiroa e Roseane Cristina Predes Trindade, do Laboratório de Entomologia: Controle Alternativo de Pragas, pela disponibilidade e fornecimento do material para o trabalho desta pesquisa, obrigada.

Agradeço ao Professor Doutor Ricardo Brainer Martins, do Laboratório de Fitopatologia, e ao Técnico Sivaldo Soares Paulino, do Laboratório de Química do

Solo do Campus de Arapiraca pela disponibilidade de ajudar neste trabalho com seus conhecimentos e estrutura laboratorial.

Agradeço aos Técnicos Anderson Rodrigues Sabino do Laboratório de Entomologia Agrícola e Florestal e ao Emanuel Júnior Pereira da Silva da Unidade de Penedo pelo apoio nas análises estatísticas deste trabalho.

Agradeço as “tias da limpeza, por todos os anos convivência, pelas palavras acolhedoras, pelas conversas, vocês são o exemplo gentileza, de sabedoria, meu muito obrigado a todas vocês.

Agradeço à Universidade Federal de Alagoas (*Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias e Campus de Arapiraca) e ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro que possibilitou a execução desse trabalho no período de vigência do mestrado.

Obrigado a todos!

RESUMO

Mononychellus tanajoa é o principal ácaro-praga da cultura da mandioca. Este ácaro causa grandes prejuízos econômicos e diminuição no rendimento da produção. O controle microbiano é uma alternativa promissora para redução populacional do ácaro-verde-da-mandioca. Este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia de diferentes formulações comerciais de fungos entomopatogênicos (*Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*) no controle do ácaro *M. tanajoa*. Foram realizados bioensaios em laboratório com delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 10 tratamentos e 50 repetições para cada concentração. Os tratamentos consistiram de *M. anisopliae* com as soluções de 1%, 2,5% e 5%, *B. bassiana*, 1%, 9% e 27% e *M. anisopliae* + *B. bassiana*, 1%, 2,5% e 5% e o tratamento controle (água destilada). Em cada repetição, um disco foliar de mandioca foi emergido por 10 segundos nas soluções testadas e após a secagem foram infestados com 10 ácaros fêmea adultos. As unidades experimentais foram mantidas em B.O.D., a 25 ± 2 °C, 71 a 87% UR e fotofase de 12h. As avaliações de mortalidade ocorreram durante 24, 48,72 e 96 horas após a montagem do experimento. Para o bioensaio em semi-campo o delineamento experimental adotado foi em Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), com sete tratamentos e sete blocos, contendo quatorze plantas por bloco e duas plantas por tratamento de solução fúngica, usando as concentrações testadas no experimento em laboratório que foram mais eficientes, (Beauvel[®]_{sc}: 9% e 27%; Mesopel Mix[®]_{sc}: 2,5% e 5%; Metarhizium Hizobio: 2,5% e 5%; e a testemunha. Às avaliações da mortalidade ocorreram após 15 das aplicações das soluções. A confirmação da mortalidade dos ácaros pelos produtos à base de fungos foi determinada em meio de cultura Ágar Batata Dextrose (meio BDA). Os resultados foram submetidos a análises de regressão e suas médias comparadas pelo teste de Tukey $P \leq 0,05$ através do Programa Software SAS[®] e Probit para determinação da CL₅₀ e TL₅₀. No teste em laboratório, o produto Metarhizium Hizobio foi o mais eficiente e causou mortalidade de 86,5% a 99% do ácaro *M. tanajoa*. Mesopel Mix[®]_{sc} provocou mortalidade de 65% à 75% e Beauvel[®]_{sc}, de 50% à 75%, demonstrando menor eficiência. Os produtos testados apresentaram CL₅₀ de 0,44 e TL₅₀ de 0,39 para Metarhizium Hizobio, CL₅₀ de 0,01 e TL₅₀ de 2,75 para o Beauvel[®]_{sc} e CL₅₀ de 0,02 e TL₅₀ de 3,07 para Mesopel Mix[®]_{sc}. No bioensaio de semi-campo o produto Beauvel[®]_{sc} com concentração de 9% obteve o melhor desempenho de mortalidade, seguido do Metarhizium Hizobio nas concentrações de 2,5% e 5%. Os fungos patogênicos testados mostraram-se promissores para o controle biológico do ácaro *M. tanajoa*, representando uma alternativa segura e eficaz aos agrotóxicos. O produto Metarhizium Hizobio causa a epizootia em *M. tanajoa*. Os produtos Mesopel Mix[®]_{sc} e Beauvel[®]_{sc} controlam o *M. tanajoa*.

Palavras-chave: Fungos patogênicos; mandioca; epizootia.

ABSTRACT

Mononychellus tanajoa is the main pest mite of cassava crops. This mite causes great economic losses and decreases in production yield. Microbial control is a promising alternative for reducing the population of the cassava green mite. This study aimed to evaluate the efficacy of different commercial formulations of entomopathogenic fungi (*Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*) in controlling the mite *M. tanajoa*. Laboratory bioassays were performed in a completely randomized design (CRD) with 10 treatments and 50 replicates for each concentration. The treatments consisted of *M. anisopliae* with solutions of 1%, 2.5% and 5%, *B. bassiana*, 1%, 9% and 27% and *M. anisopliae*+ *B. bassiana*, 1%, 2.5% and 5% and the control treatment (distilled water). In each replicate, a cassava leaf disc was immersed for 10 seconds in the tested solutions and, after drying, was infested with 10 adult female mites. The experimental units were maintained in B.O.D., at 25 ± 2 °C, 71 to 87% RH and 12h photophase. Mortality assessments occurred during 24, 48, 72 and 96 hours after the experiment was set up. For the semi-field bioassay, the experimental design adopted was a Randomized Block Design (RBD), with seven treatments and seven blocks, containing fourteen plants per block and two plants per fungal solution treatment, using the concentrations tested in the laboratory experiment that were most efficient (Beauvel[®]_{sc}: 9% and 27%; Mesopel Mix[®]_{sc}: 2.5% and 5%; Metarhizium Hizobio: 2.5% and 5%; and the control. Mortality assessments occurred after 15 applications of the solutions. Confirmation of mite mortality by fungal-based products was determined in Potato Dextrose Agar culture medium (PDA medium). The results were subjected to regression analyses and their means compared by the Tukey test $P \leq 0.05$ through the SAS[®] Software Program and Probit to determine the LC₅₀ and TL₅₀. In the laboratory test, the The Metarhizium Hizobio product was the most efficient and caused mortality of 86.5% to 99% of the *M. tanajoa* mite. Mesopel Mix[®]_{sc} caused mortality of 65% to 75% and Beauvel[®]_{sc}, of 50% to 75%, demonstrating lower efficiency. The tested products presented LC₅₀ of 0.44 and TL₅₀ of 0.39 for Metarhizium Hizobio, LC₅₀ of 0.01 and TL₅₀ of 2.75 for Beauvel[®]_{sc} and LC₅₀ of 0.02 and TL₅₀ of 3.07 for Mesopel Mix[®]_{sc}. In the semi-field bioassay, the Beauvel[®]_{sc} product with a concentration of 9% obtained the best mortality performance, followed by Metarhizium Hizobio at concentrations of 2.5% and 5%. The pathogenic fungi tested showed promise for the biological control of the *M. tanajoa* mite, representing a safe and effective alternative to pesticides. The product Metarhizium Hizobio causes the epizootic in *M. tanajoa*. The products Mesopel Mix[®]_{sc} and Beauvel[®]_{sc} control *M. tanajoa*.

Keywords: Pathogenic fungi; cassava; epizootic.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Recomendações do produto via bula sobre o produto Beauvel®sc.....20
- Figura 2- Recomendações via bula sobre o produto Mesopel Mix®sc.....20
- Figura 3- Recomendações via bula sobre o produto Metarhizium Hizobio21
- Figura 4- Mortalidade acumulada do ácaro fitófago *Mononychellus tanajoa* com o produto Beauvel®sc (*Beauveria bassiana* cepa CBMAI 1306) em diferentes concentrações.26
- Figura 5- Mortalidade acumulada de fêmeas adultas do ácaro *Mononychellus tanajoa* com as concentrações do Metarhizium Hizobio à base do fungo Metarhizium anisopliae cepa IBCB 425, sob avaliação em diferentes horas27
- Figura 6- Ácaro *Mononychellus tanajoa* Bondar, (1938) com estruturas fúngicas (*Metarhizium anisopliae* cepa IBCB 425) em sua superfície externa28
- Figura 7- Mortalidade de fêmeas adultas do ácaro *Mononychellus tanajoa* com as concentrações do Mesopel Mix®sc, um compilado dos fungos *Metarhizium anisopliae* cepa IBCB 425 + *Beauveria bassiana* cepa IBCB 66, sob avaliação em diferentes horas.....30
- Figura 8- Teste de comparatividade de mortalidade dos produtos comerciais Metarhizium Hizobio e Mesopel Mix®sc, Beauvel®sc, submetidos às diferentes concentrações no controle do ácaro fitófago *Mononychellus tanajoa* (Bondar, 1938).....32
- Figura 9- Mortalidade do ácaro *Mononychellus tanajoa* (Bondar, 1938) submetido aos produtos comerciais Beauvel®sc, Metarhizium Hizobio e Mesopel Mix®sc, a diferentes concentrações no controle em condições de semi-campo ...34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Inclinação, tempo letal para 50% dos indivíduos (TL ₅₀) de três produtos comerciais Beauvel [®] _{sc} , Mesopel Mix [®] _{sc} e Metarhizium Hizobio, no controle do ácaro <i>Mononychellus tanajoa</i>	36
Tabela 2- Inclinação, concentração letal para 50% dos indivíduos (CL ₅₀) de três produtos comerciais Beauvel [®] _{sc} , Mesopel Mix [®] _{sc} e Metarhizium Hizobio, no controle do ácaro <i>Mononychellus tanajoa</i>	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	Ácaros fitófagos	14
2.1.1	Familia Tetranychidae.....	15
2.1.1.1	<i>Mononychellus tanajoa</i> (Bondar, 1938) (Acari: Tetranychidae)	15
2.2	Controle Microbiano	16
2.1.2	<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill, 1912	17
2.2.2	<i>Metarhizium anisopliae</i> (Metschnikoff, 1879) Sorokin,1883	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	Local	19
3.2	Obtenção dos ácaros e manutenção das colônias	19
3.3	Obtenção dos Fungos	20
3.4	Bioensaio de mortalidade do ácaro <i>Mononychellus tanajoa</i> com fungos patogênicos em laboratório	21
3.5	Bioensaio de controle do ácaro <i>Mononychellus tanajoa</i> em semi-campo	23
4	RESULTADO E DISCUSSÃO	25
4.1	Bioensaio de mortalidade do ácaro <i>Mononychellus tanajoa</i> com fungospatogênicos em laboratório	25
4.2	Bioensaio de controle do ácaro <i>Mononychellus tanajoa</i> Bondar, 1938 em semi-campo	33
4.3	Determinação dos tempos letais e concentrações letais dos fungos <i>Beauveria bassiana</i> e <i>Metarhizium anisopliae</i> no controle do ácaro <i>Mononychellus tanajoa</i>	35
5	CONCLUSÕES	38
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (Euphorbiaceae) tem extrema importância para a socioeconomia do Brasil, principalmente por ser um alimento rico em carboidratos, zinco, cálcio, magnésio, fósforo, potássio e vitamina C. É considerada uma cultura de ligação histórica e cultural para o Brasil, principalmente na subsistência familiar. Na indústria é usada de forma direta e indireta para ser transformada em subprodutos nos ramos alimentício, cosmético e bioquímico (Pestana; Castro, 2015, p.458), gerando emprego e renda para o Brasil que é o quarto maior produtor mundial de mandioca (Almeida; Rangel, 2023, p.17; Conab, 2024).

Um dos entraves na produção da mandioca é o surto populacional de organismos associados como o ácaro *Mononychellus tanajoa* (Bondar, 1938) (Acari:Tetranychidae), considerado uma das principais pragas da cultura. Esse ácaro é fitófago e se alimenta de conteúdo celular, por meio da introdução do estilete no interior das células, causando a morte de tecidos. O seu ataque inicia-se com leves pontuações que formam cloroses e com o aumento da população da praga, causa necrose até a senescência das folhas promovendo o desfolhamento, o encurtamento dos entrenós, as hastes apresentam coloração amarronzada e ásperas, e posteriormente causa a morte do ápice dos ramos, afetando assim a produtividade e qualidade do plantio (Delalibera Júnior, 1996, p.5; Oliveira; Godoy, 2011, p.1; Noronha, 2016, p.175; Thomas *et al.*, 2016, p. 2; Farias *et al.*, 2020, p.2).

Diversos métodos de controle são adotados no manejo de *M. tanajoa*, como por exemplo, os agentes biológicos, cultivares resistentes, práticas culturais e, eventualmente, o controle químico, a fim de controlar o seu nível populacional (Siqueira, 2013, p.13). O controle microbiano ou controle biológico é uma alternativa de controle promissora, pela sua base natural, por não apresentar efeitos nocivos ao meio ambiente, por ter um maior tempo de permanência no ambiente e pelo menor custo financeiro de aplicação aos produtores (Barreto *et al.*, 2004, p. 659-660; Gatarayihá *et al.*, 2012, p.585).

Entre os microrganismos usados no controle microbiano os fungos *Beauveria bassiana* (Bals) Vuillemin, 1912) e *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) (Sorokin, 1883), da família Clavicipitaceae, são agentes controladores de populações de ácaros

fitófagos das famílias Tetranychidae e Tenuipalpidae, que contribuem para redução dessas populações em diferentes culturas. O uso desses fungos é eficiente pela praticidade no manuseio, preservação dos inimigos naturais, custos financeiros (matéria-prima, combustível, armazenamento, aplicabilidade) menor do que o uso de agrotóxicos (Robles-acosta *et al.*, 2019, p.304; Minguely *et al.*, 2021, p. 2,4; Freitas *et al.*, 2021, p.1-2).

Outro aspecto na utilização desses fungos é a sua capacidade de propagação de um hospedeiro infectado para um novo hospedeiro, mediante a aderência de suas estruturas (esporos) em um novo alvo. Assim, estudos de controle alternativos são essenciais no combate dos ácaros pragas, sendo uma delas o controle microbiano com fungos patogênicos (Barreto *et al.*, 2004, p.660; Soares *et al.*, 2017, p.277-278; Pereira *et al.*, 2019, p.2-4).

Com isto, o objetivo deste projeto foi testar os produtos comerciais Mesopel Mix[®]_{sc}, Beauvel[®]_{sc} e Metarhizium Hizobio, a base de fungos patogênicos (*B. bassiana* e *M. anisopliae*) no controle microbiano e a sua patogenicidade sobre o ácaro *Mononychellus tanajoa* (Bondar, 1938).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ácaros fitófagos

Os ácaros são classificados no filo Arthropoda, subfilo Chelicerata, classe Arachnida, subclasse Acari. Krantz; Walter (2009, p.1) estimaram que exista cerca de 55.000 espécies de ácaros descritos. No entanto, estudos mais recentes relatam que esse número está em torno de 60.000 a 1.000.000,00 de ácaros existentes (Walter; Proctor, 2013, p. 11-38; Zhang *et al.*, 2019, p.508-509).

As características corpóreas dos ácaros são de formas ovóides a achatadas, ou vermiforme; o seu corpo é indiviso, com receptores de estímulos sensoriais (setas), podendo ser simples, expandidas, ou plumosas e algumas setas especializadas com terminação nervosa (Moraes; Flechtmann, 2008, p. 20-25).

Os ácaros fitófagos são aqueles com hábitos alimentares de sucção do conteúdo celular de seus substratos e estão presentes nas faces adaxial (parte superior) e abaxial (parte inferior) das folhas. Os principais sintomas causados são a diminuição da área fotossintética, amarelecimento, desfolha precoce, folhas retorcidas e/ou enroladas, abortamento, secamento dos frutos, retardamento no crescimento da planta, e em casos mais severos provoca a morte da planta (De Carvalho; De Barcellos; Bubans, 2018, p. 6-7; Jordão; Noronha; Oliveira, 2021, p.226).

Esses pequenos invertebrados abrangem uma gama de hospedeiros vegetais como as plantas ornamentais, espontâneas e principalmente são pragas na agricultura, presentes na grande maioria das culturas agrícolas. As principais famílias dos ácaros fitófagos são Eriophyidae, Tarsonemidae, Tenuipalpidae e Tetranychidae (Mesa Cobo, 2005, p.28; Krantz; Walter, 2009, p.10; Rivero; Vásquez, 2009, p.38; Souza; Gondim; Lofego, 2010, p. 319; Sacramento, 2019, p.4; Duarte; Santos; Silva, 2021, p. 236).

Um dos grandes desafios para o manejo integrado de pragas é o tempo de ação de métodos de controle (químicos, microbianos, biológicos e culturais) atrelados ao alto custo financeiro o que dificulta o controle alternativo das pragas agrícolas, acarretando no uso frequente de acaricidas de base química e desequilíbrio ambiental e seleção de população resistentes aos agrotóxicos (Bostanian *et al.*, 2003, p.2; Roggia, 2010, p.45-48; Motazedian *et al.*, 2012, p.275; Gulati, 2014, p.461).

2.1.1 Familia Tetranychidae

A família Tetranychidae é composta por ácaros fitófagos, sendo uma das mais encontradas e estudadas no Brasil pela sua importância econômica já que são consideradas pragas em diversas culturas de alta produção (Paschoal, 1970, p.458; Roggia, 2007, p.25-28; Saito, 2010, p.5,8), comumente referidos como formadores de teia, embora nem todas as espécies formem teias (Sabelis; Bakker, 1992, p.204; Franco *et al.*, 2010, p.98; Sarwar, 2020, p.261).

Entre as principais espécies de ácaros Tetranychidae está *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) no algodão, *Tetranychus evansi* (Baker e Pritchard, 1960) no tomateiro e *Mononychellus tanajoa* (Bondar, 1938) (Gutierrez, 1985, p.77), que ao se alimentarem do conteúdo celular da planta, podem injetar toxinas, alguns reguladores de crescimento, além de ser um meio de transporte (vetor) de vírus a planta hospedeira.

2.1.1.1 *Mononychellus tanajoa* (Bondar, 1938) (Acari: Tetranychidae)

Mononychellus tanajoa ou ácaro-verde-da-mandioca é considerada uma praga chave dessa cultura da mandioca (Veiga, 1985). Esse ácaro é encontrado na parte abaxial das folhas, atacando as gemas, brotos e folhas da mandioca *Manihot esculenta* (Crantz, 1766) (Euphorbiaceae), causando amarelecimento, redução de tamanho e queda das folhas, assim, ocasionando a diminuição da produção das raízes, principalmente na região Nordeste do Brasil (Fukuda, 2006) e mundialmente, as perdas chegam a 80% de danos econômicos (Yaninek; Herren, 1988, p.5; Pintozevallos; Pareja; Ambrogi, 2016, p.1; Farias *et al.*, 2020, p.2).

As fases de desenvolvimento biológico do ácaro *M. tanajoa* são definidas como ovo, larva, protocrisálida, protoninfa, deutocrisálida, deutoninfa, teliocrisálida e adultos. Em média, o período de ovo até a fase adulta é de 15 dias. As fêmeas do ácaro-verde-da mandioca medem em torno de 0,4 mm e ovipositam cerca de 5 ovos por dia, por pelo menos 16 dias (Boaventura; Noronha; Alves, 2009, p.2). A coloração do *M. tanajoa* é esverdeada com manchas internas nas laterais escuras, seus ovos são arredondados e claros, e são encontrados perto da nervura central da folha ou nas adjacentes (Veiga, 1985, p.12; Delalibera júnior, 1996, p.5).

A cada dia novas pesquisas são desenvolvidas para o controle da *M. tanajoa*, assim como estratégias estão sendo levantadas para auxiliar no manejo adequado a fim de minimizar os danos acarretados às culturas. Ácaros predadores, principalmente os pertencentes à família Phytoseiidae e os insetos predadores crisopídeos e joaninhas são inimigos naturais do *M. tanajoa* (Sattayawong *et al.*, 2016, p.460-461; Boopathi *et al.*, 2017, p.138). Também são usados fungos patogênicos, demonstrando eficiência na mortalidade a esses invertebrados (Zannou *et al.*, 2007, p.191-192; Agboton *et al.*, 2013, p. 206-207; Onzo *et al.*, 2013, p.295; Parsa *et al.*, 2015, p.1; Al-Zahrani *et al.*, 2023, p. 7-8).

2.2 Controle Microbiano

Estudos científicos são realizados com microrganismos para controle de pragas agrícolas, como as bactérias, os vírus, os protozoários e especialmente os fungos. Em 1835, Agostino Bassi pesquisou o fungo *B. bassiana*, e o Metchnikoff e Klassiltchik desenvolveram estudos em meados de 1878 e 1888 sobre o fungo *M. anisopliae* para o controle microbiano de pragas (Zhang; Shi; Feng, 2014, p.73; Savita; Sharma, 2019, p.401; Fontes; Valadares-Inglis, 2020, p.202).

Esses fungos são utilizados no controle microbiano de ácaros fitófagos e têm ganhado espaço, na eficácia e seletividade para o controle sustentável, pela adaptação e permanência dos fungos na natureza. Assim, controlando em curto e longo prazo, reduzindo os impactos indesejáveis, tendo menor custo financeiro na produção e garantindo a saúde dos aplicadores em campo (Chandler *et al.*, 2000, p.363; Alves, 2004, p. 87; Luz, 2022, p.15).

Dados de pesquisa apontam que *B. bassiana* (Bals.), *M. anisopliae* (Metschnikof) chegam a causar entre 45% a 90 % de mortalidade do seu alvo, em trabalhos envolvendo os ácaros-pragas *M. tanajoa*, *T. evansi* e *Raoiella indica* nas culturas da mandioca, tomate e coqueiro, respectivamente (Barreto *et al.*, 2004, p. 661; Bugeme *et al.*, 2008, p.283).

2.1.2 *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill, 1912

Beauveria bassiana (Bals.) Vuill, 1912 (Hypocreales: Clavicipitaceae) é um fungo classificado como entomopatogênico, com distribuição cosmopolita, bastante comercializado, para controle de artrópodes pragas (insetos e ácaros). Esse fungo tem ótima adaptação em diferentes nichos ambientais e os meios favoráveis para seu desenvolvimento é com a umidade relativa de aproximadamente 70% e temperatura entre 20 e 30°C (Almeida, 2005, p.22-24; Imoulan *et al.*, 2017, p.1204-1205; Travaglini *et al.*, 2020, p.101).

A forma como o fungo infecta o hospedeiro se dá pela penetração de suas hifas na cutícula (tegumento), por mecanismos enzimáticos e também físicos, que auxiliam nessa penetração, mas podem se alojar em outros locais como os aparelhos digestório e respiratório. Logo após que o organismo é infectado ele apresenta na parte externa do tegumento, a coloração branca (o micélio que é a parte vegetativa de um fungo, formada por um conjunto de hifas emaranhadas), aproximadamente 24 horas após o contágio. Seus tubos germinativos e as hifas, já dentro do corpo do hospedeiro vão ao encontro da hemolinfa para que possam se multiplicar, consequentemente ocasionando a morte do organismo (Fuxa, 1987, p. 228-230; Almeida, 2005, p.23, Travaglini *et al.*, 2020, p.101, 104).

Em relação aos ácaros, os fungos *B. bassiana*, *M. anisopliae* tem potencial de causar mortalidade, principalmente se tratando de ácaros da família Tetranychidae (Tamai, 2002, p.79; Oliveira; Neves; Alves, 2004, p.349; Yucel, 2021, p.5-6; Al-Zahrani *et al.*, 2023, p.8). Em trabalhos com o uso de *B. bassiana* no controle de *M. tanajoa*, mostrou que esse fungo provocou 91% de mortalidade do ácaro (Barreto *et al.*, 2004, p.662-663; Pereira *et al.*, 2019, p. 3; Lima, 2021, p.15).

2.2.2 *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883

Os fungos do gênero *Metarhizium* também são promissores no controle microbiano de pragas. Esse patógeno se instala no hospedeiro por meio de sua cutícula, após a sua entrada começa o processo de seu desenvolvimento na hemolinfa e nos órgãos internos. Algumas condições ambientais são condizentes ao desenvolvimento como ausência de radiação solar ultravioleta, a umidade relativa

variando de 65% a 100%, e temperatura entre 25°C e 30°C (Driver, Milner; Trueman, 2000, p.134; Scholte *et al.*, 2004, p.14-15).

Após a etapa de penetração por meio dos conídios no tegumento do hospedeiro suscetível através da cutícula, o fungo começa a desenvolver o tubo germinativo e o apressório, e depois de instalado, consegue derrubar as respostas imunes do hospedeiro, ficando seu alvo fragilizado. Após essa etapa o fungo produz e libera toxinas no organismo, causando a paralisação e conseqüentemente a morte do hospedeiro (Almeida, 2005, p.97; Rodrigues *et al.*, 2019, p. 192).

Com a morte de seu receptor, o fungo iniciará a produção de novos conídios para que ocorra a ruptura novamente da superfície do tegumento. Em condições externas harmônicas, o fungo cresce e esporula, servindo como fonte de inóculo para outros indivíduos, ou seja, ele fica à espera de um novo hospedeiro, para iniciar novamente o ciclo de vida. Um ponto a ser destacado na utilização desses patógenos, é que ele estará sempre repetindo esse ciclo e infectando novos hospedeiros. Outro fator, é que sua presença no ambiente não vai causar malefícios aos animais, as plantas e ao ser humanos (Thomazoni; Formentini; Alves, 2014, p.129; Barbosa, *et al.*, 2018, p.251).

A espécie *M. anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, 1883, (Hypocreales: Clavicipitaceae) é uma das principais espécies do gênero *Metarhizium*, sendo atuante no controle microbiano em diversas pragas, por meio da atividade enzimática ou pressão mecânica feita pelo tubo germinativo, com isto a praga que foi infectada pelo fungo fica mumificada, com coloração variando de verde-claro a verde acinzentado (Opisa *et al.*, 2019, p. 197; Rodrigues *et al.*, 2019, p. 192).

As atividades de controle do *M. anisopliae* em diversos invertebrados como insetos e ácaros ocorrem pela alta patogenicidade em controlar esses organismos. Com relação aos ácaros, *M. anisopliae* é usado principalmente em indivíduos da família Tetranychidae provocando altas taxa de mortalidade e redução de fecundidade de ácaros fêmeas nas espécies *Tetranychus ogmophallos* (92%) *Tetranychus ludeni* (86%) *T. urticae* (80% a 100%) (Tamai *et al.*, 2002, p.79–81; Dogan *et al.*, 2017, p.79; Barbosa *et al.*, 2018, p. 251–252; Pereira *et al.*, 2019, p. 3; Basulto *et al.*, 2022, p.2).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

Os experimentos deste trabalho foram conduzidos nos Laboratório de Entomologia e Acarologia (LEA), Laboratório de Fitopatologia (LABFITO) e em casa de vegetação do *Campus* de Arapiraca (coordenadas: 9°42'01.5"S 36°41'12.2"W) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), no município de Arapiraca, no período de junho de 2023 a julho de 2024.

3.2 Obtenção dos ácaros e manutenção das colônias

Para obtenção dos ácaros foram plantadas manivas de mandioca em meados de agosto de 2023, fornecidas por um agricultor da cidade de Teotônio Vilela. As manivas mediam 5 centímetros e foram plantadas em uma área experimental localizada na Universidade Federal de Alagoas, onde foram feitos os canteiros e colocados uma maniva em cada cova com espaçamentos de 10 centímetros entre elas.

Essa plantação foi usada como criação do ácaro *M. tanajoa* e para ter plantas saudáveis para realização dos testes. Diariamente, as plantas foram regadas e uma vez por semana ocorria a limpeza de solo, para eliminar as plantas espontâneas ao seu entorno, evitando assim, o aparecimento de outros ácaros ou insetos nessas plantas hospedeiras.

Nos testes de semi-campo, foram plantadas manivas em sacos de muda, com capacidade de 1 litro de solo e colocados em posição vertical. Esse material foi fornecido por um agricultor da cidade de Arapiraca e tem o mesmo padrão de tamanho de maniva da plantação estoque. Essa plantação permaneceu em casa de vegetação em bancadas e foi infestada com *M. tanajoa*.

Foram plantadas 98 manivas divididas em 7 blocos com 14 plantas cada. Em cada bloco foram usadas duas plantas por tratamento. O delineamento do experimento foi em DBC. Todos os dias, eram feitas a manutenção hídricas e retirada das plantas daninhas que nascem ao redor das mudas. Misturado ao solo foram realizada a adubação com NPK com a fórmula 10-30-10, sendo 10% de nitrogênio, 30% de fósforo e 10% de potássio, distribuídos 0,25 mg, em cada muda.

3.3 Obtenção dos Fungos

Metarhizium anisopliae cepa IBCB 425 (METARHIZIUM HIZOBIO) foi adquirido da empresa Hizobio Controle Biológico – Fabricação de Inseticidas Biológicos LTDA. *B. bassiana* cepa CBMAI 1306; (BEAUVEL[®]sc), e o MESOPEL MIX[®]sc: *M. anisopliae* cepa IBCB 425 + *B. bassiana* cepa IBCB 66, comercializados pela empresa Dillon Biotecnologia LTDA, sendo os produtos obtidos do Laboratório de Entomologia: Controle Alternativo de Pragas- LECAP, da Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA (Rio Largo-AL).

As informações comerciais dos produtos e seus devidos alvos descritos nas tabelas: Beauvel[®]sc, (Fig. 1), Mesopel Mix[®]sc (Fig. 2) e, Metarhizium Hizobio (Fig. 3).

Figura 1- Recomendações do produto via bula sobre o produto Beauvel[®]sc

	Ingrediente ativo + concentração	Alvo Biológico	Dose (L/ha)	Volume de calda (L/ha)	Intervalo de aplicações	Aplicação	Classificação Agrônômica	Classe Toxicológica	Classificação Ambiental	Formulação
BEAUVEL [®] sc	<i>Beauveria bassiana</i> , isolado CBMAI 1306 2x10 ⁸ UFC/mL	<i>Diabrotica speciosa</i>	5	200	4 aplicações com intervalos de 7 dias	20 dias após a semeadura, com a UR acima de 70% e Ph ideal <7	Produto Microbiológico	Categoria 5 - Produto improvável de causar dano agudo	IV- Produto pouco perigoso ao meio ambiente	Suspensão concentrada (SC)

Fonte: Elaborada pela Autora (2024)

Figura 2- Recomendações via bula sobre o produto Mesopel Mix[®]sc

	Ingrediente ativo + concentração	Alvo Biológico	Dose (L/ha)	Volume de calda (L.p.c./ha)	Intervalo de aplicações	Aplicação	Classificação Agrônômica	Classe Toxicológica	Classificação Ambiental	Formulação
MESOPEL MIX [®] sc	<i>Beauveria bassiana</i> , isolado IBCB 66 1,9x10 ⁵ UFC/mL <i>Metarhizium anisopliae</i> , isolado IBCB 425 1,7x10 ⁵ UFC/mL	<i>Deois flavopicta</i>	0,12	200	Aplicação única	Monitorar a presença da praga, com a UR acima de 50% e Ph ideal <7	Produto Microbiológico	Categoria 5 - Produto improvável de causar dano agudo	IV- Produto pouco perigoso ao meio ambiente	Suspensão concentrada (SC)
		<i>Euschistus heros</i>	0,18		Duas aplicações com intervalo de 7 dias					

Fonte: Elaborada pela Autora (2024)

Figura 3-Recomendações via bula sobre o produto Metarhizium Hizobio

	Ingrediente ativo + concentração	Alvo Biológico	Dose (L/ha)	Volume de calda (L.p.c./ha)	Intervalo de aplicações	Aplicação	Classificação Agrônômica	Classe Toxicológica	Classificação Ambiental	Formulação
METARHIZIUM HIZOBIO	Metarhizium anisopliae, isolado IBCB 425 1,0x10 ⁹ UFC/mL	<i>Mahanarva fimbriolata</i>	1,0	200	Duas aplicações por ciclo da cultura	Iniciar após a detecção da praga	Produto Microbiológico	Categoria 5 - Produto improvável de causar dano agudo	IV- Produto pouco perigoso ao meio ambiente	Suspensão concentrada (SC)
		<i>Zulia entreriana</i>	1,0	200	Duas aplicações por ciclo da cultura	Iniciar após a detecção da praga				
		<i>Deois flavopicta</i>	8,0	300	Uma aplicação	Iniciar após a detecção da praga				
		<i>Scaptocoris castane</i>	0,5 a 1,0	50 e 200	Duas aplicações	A primeira no sulco da semeadura (50) e a segunda na parte aérea entre o 7 a 14 dias após a emergência da cultura (200)				
		<i>Frankliniella schultzei</i>	1,0 a 2,0	200	Três aplicações em intervalo de 7 dias	A primeira aplicação no início da infestação da praga				
		<i>Planococcus citri</i>	0,750 a 1,0	200	Duas aplicações com intervalo de 10 dias	As aplicações realizadas via pulverização foliar				
		<i>Tuta absoluta</i>	0,5 a 1,0	200	Três aplicações com intervalo de 7 dias	As aplicações realizadas via pulverização foliar				
		<i>Atta e Acromyrmex</i>	4mL/L d'agua	200	Aplicação quando houver novos indícios do inseto	Rega ou pulverizar com a lança em direção ao ninho				
		<i>Rhizophthalus microplus</i>	4mL/L d'agua	200	Aplicação nas pastagens quando a UR acima de 70% e após as 16h	Quando necessário				

Fonte: Elaborada pela Autora (2024)

3.4 Bioensaio de mortalidade do ácaro *Mononychellus tanajoa* com fungos patogênicos em laboratório

Para os testes de mortalidade foram cortados discos da folha de mandioca medindo 2,5 cm de diâmetro com o auxílio de um vazador. As folhas foram lavadas com água corrente para retirar microrganismos presentes e deixados para secar naturalmente sobre bandejas. Os discos foliares secos foram emergidos durante 10 segundos com o auxílio de uma pinça, nas soluções dos produtos comerciais, à base

de fungos. Os produtos foram diluídos em água destilada (100ml), seguindo as proporções de 1% (99ml de água + 1 ml do produto), 2,5% (97,5 ml de água + 2,5ml do produto), 5% (95ml de água + 5ml do produto), 9% (91 ml de água + 9ml do produto) e 27 % (73 ml + 27 ml de produto). Após o período de emergência, os discos foram postos em cima de papel toalha com sua face abaxial voltada para cima, deixando o excesso de produto secar durante 30 minutos.

O bioensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 10 tratamentos e 50 repetições para cada concentração. Os tratamentos consistiram de *M. anisopliae* com as soluções de 1%, 2,5% e 5%, *B. bassiana*, 1%, 9% e 27% e *M. anisopliae* + *B. bassiana*, 1%, 2,5% e 5% e o tratamento controle (água destilada). Esses valores foram definidos através de pré-testes para verificar as concentrações mais eficientes, considerando as doses sugeridas nas bulas dos produtos.

Cada disco foliar foi colocado em unidades experimentais (arenas) confeccionadas com placas de acrílico de 5 cm de diâmetro com um disco de algodão hidrófilo de 3 cm de diâmetro, levemente umedecido com água destilada. Os discos foliares com a solução fúngica foi colocado sobre o algodão com a face abaxial para cima e sobre estes foi colocado 10 ácaros *M. tanajoa* fêmea adulta em cada repetição, com o auxílio de um pincel de cerdas finas. Cada unidade experimental foi coberta com plástico filme transparente seguindo a metodologia de Noronha (2002, p.35) para evitar a fuga dos indivíduos e manter a turgescência das folhas.

As unidades experimentais foram colocadas em bandejas e mantidas em B.O.D., a 25 ± 2 °C, 71 a 87% UR e fotofase de 12h.

As avaliações de mortalidade foram feitas durante 24, 48,72 e 96 horas após a montagem do experimento. Os ácaros foram verificados se estavam mortos por meio de toques leves com pincel de cerdas macias. Nesse procedimento utilizou-se pinceis para cada produto testado para que não ocorresse contaminação cruzada dos fungos.

Os ácaros mortos foram transferidos para microtubos de ensaios do tipo eppendorf contendo algodão umedecido com água destilada e levados para câmara úmida, a fim de manter o material conservado até a confirmação da mortalidade do ácaro pelos tratamentos fúngicos aplicados em meio de cultura Ágar Batata Dextrose (meio BDA) que possui nutrientes necessários para o desenvolvimento dos fungos, com temperatura de 23°C a 30°C e umidade acima de 70%. Esses ácaros foram retirados das unidades experimentais durante o teste de mortalidade.

O material armazenado foi levado ao Laboratório de Fitopatologia – LABFITO da Universidade Federal de Alagoas - *Campus* Arapiraca, onde foi realizado o processo de confirmação de mortalidade do ácaro e identificação dos fungos patogênicos *B. bassiana* e *M. anisopliae*. O procedimento consistiu em passar um ácaro por vez no processo de desinfestação. Este procedimento consistiu na separação de quatro placas de Petri contendo a seguinte ordem e o tempo em que o ácaro passou em cada placa: álcool 70% (30 segundos), hipoclorito (NaOCl) 3% (1 minuto), água destilada (30 segundos) e água destilada novamente (30 segundos).

Após a etapa anterior, em câmara de fluxo laminar, os ácaros foram plaqueados em Batata Dextrose Ágar (BDA) e colocados em câmara germinadora com fotoperíodo com alternância de temperatura que fornece condições ideais para o crescimento dos fungos. Assim, os 4 ácaros por placas, que foram colocados em meio de cultura para que as estruturas fúngicas presentes no seu interior esporulassem novamente para ser feita a identificação do fungo.

Posteriormente, as estruturas fúngicas que estavam no tegumento do ácaro, foram extraídos e transferidos para novas placas de petri, por repicagem em meio de cultura BDA para ter uma colônia pura, essa sendo mantidas em B.O.D.

Após as avaliações finalizadas, foram realizadas análises regressão, assim como o teste de Tukey $P \leq 0,05$ e os dados foram analisados por Probit para estimar as concentrações letais (CLs) e tempos letais (TLs) pelo Programa Software SAS® Studio.

3.5 Bioensaio de controle do ácaro *Mononychellus tanajoa* em semi-campo

O teste de mortalidade em semi-campo foi realizado em casa de vegetação nas dependências da Universidade Federal de Alagoas. Esse teste possibilitou uma estimativa da aplicabilidade e eficiência dos produtos na plantação em ambiente não controlado, em contrapartida, o estudo em semi-campo trabalha com a estimativa, mas tem o controle da existência de outras pragas que possam se instalar na cultura e interferir no experimento. No entanto, a umidade e temperatura do ambiente são similares as observadas em campo.

Após 45 dias do plantio, as plantas foram infestadas com o ácaro *M. tanajoa*, sendo 15 ácaros por folha e 5 folhas em cada planta. Após 15 dias da infestação, os produtos fúngicos foram aplicados com auxílio de borrifadores manuais.

O delineamento experimental adotado foi em Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), constando de sete tratamentos, com sete blocos, quatorze plantas por bloco e duas plantas por tratamento de solução fúngica, usando as melhores concentrações testadas no experimento em laboratório, (Beauvel[®]_{sc}: 9% e 27%; Mesopel Mix[®]_{sc}: 2,5% e 5%; Metarhizium Hizobio: 2,5% e 5%; e água destilada (testemunha) respectivamente. O espaçamento das mudas foi determinado em cinco centímetros de cada planta.

Após a aplicação dos produtos fúngicos, folhas das plantas foram coletadas e levadas ao laboratório de Entomologia e Acarologia dentro de sacos de papel pardo etiquetado, para que não ocorresse perda do material.

No laboratório, com auxílio de um microscópio estereoscópico (Nikon[®] SMZ745) (Lupa) e pincel de cerdas finas, foram contabilizados o número de ácaros mortos e estes foram transferidos para microtubos de ensaio (câmara úmida) para confirmação de mortalidade e identificação do agente causador. Foi utilizada a mesma metodologia do bioensaio em laboratório. Também foi realizada a média de ácaros mortos por folha.

Os resultados foram submetidos ao Programa SAS[®] Studio com as variáveis tempo e concentração através do teste de Tukey com probabilidade $\alpha < 5\%$.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

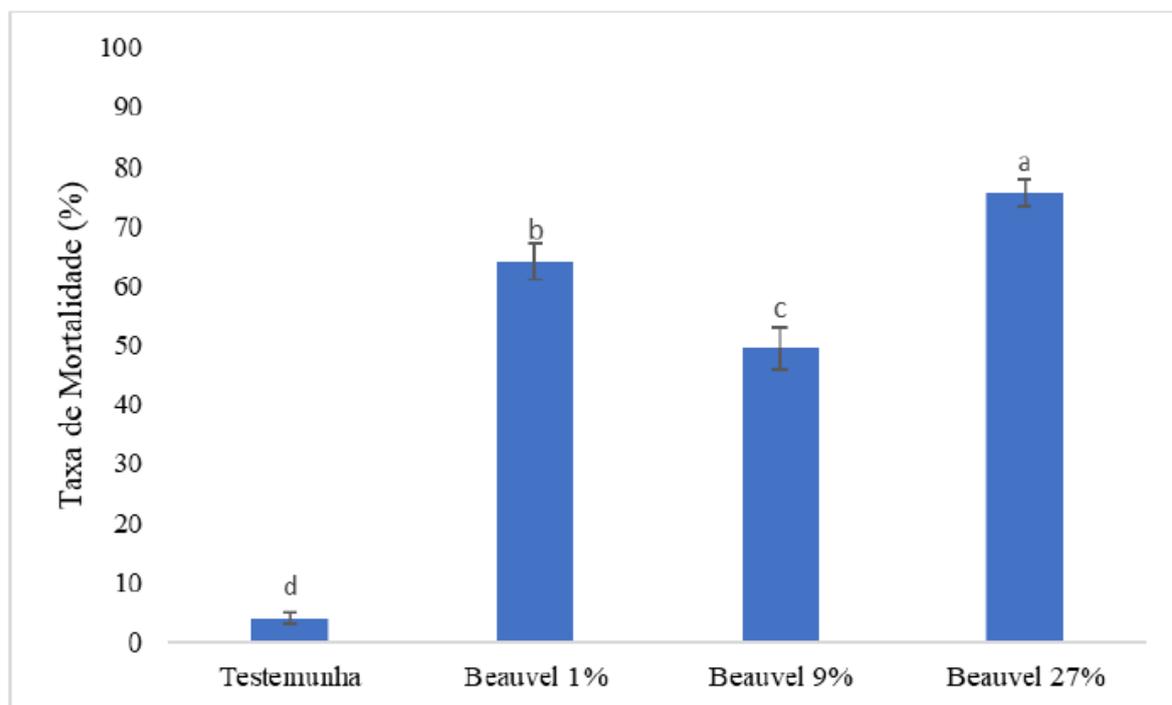
4.1 Bioensaio de mortalidade do ácaro *Mononychellus tanajoa* com fungos patogênicos em laboratório

As concentrações a base do produto Beauvel[®]_{sc} (*B. bassiana*) demonstraram eficácia na mortalidade do ácaro *M. tanajoa* ao atingir as setenta e duas e noventa e seis horas, em todas as concentrações testadas 1%, 9% e 27%, pelo aumento de tempo de contato patógeno-hospedeiro (fungo-ácaro), ou seja, quanto maior seja a interação do fungo com seu hospedeiro, maior será a mortalidade dos alvos. Mergulhão *et al.* (2014, p. 54) verificou que este fungo através da proteases e quitinases atuante em hidrolisar os principais polímeros constituintes da cutícula, faz com que o fungo adentre em seu interior. Com o aumento da concentração, essa infectividade é mais expressiva na mortalidade.

No tratamento com a dose mais alta, 27% do produto, desde as primeiras vinte e quatro horas de avaliação proporcionou um maior índice de ácaros mortos, chegando em torno de $\pm 75\%$ em média geral de mortalidade. A partir das 72h de avaliação ocorreu o dobro de mortalidade persistindo esse aumento até 96h. No estudo de Tamai; Alves; Neves (1999, p.285-287) o fungo *B. bassiana* proporcionou um elevado crescimento na mortalidade do ácaro *T. urticae* à medida que se torna mais concentrada.

Em relação a concentração de 9%, até o terceiro dia de avaliação, não ultrapassou 60 ácaros mortos. O aumento da mortalidade ocorreu no quarto dia, elevando para 81 ácaros mortos. Nas últimas 96 horas a concentração de 1% teve um pico de 25,80% de mortalidade, em relação aos dias anteriores (Fig. 4).

Figura 4- Mortalidade acumulada do ácaro fitófago *Mononychellus tanajoa* com o produto Beauvel[®]_{sc} (*Beauveria bassiana* cepa CBMAI 1306) em diferentes concentrações.



Fonte: Elaborada pela Autora, (2024)

*Médias seguidas pela mesma letra na barra, não diferem entre si, pelo teste de Regressão a 5% de probabilidade.

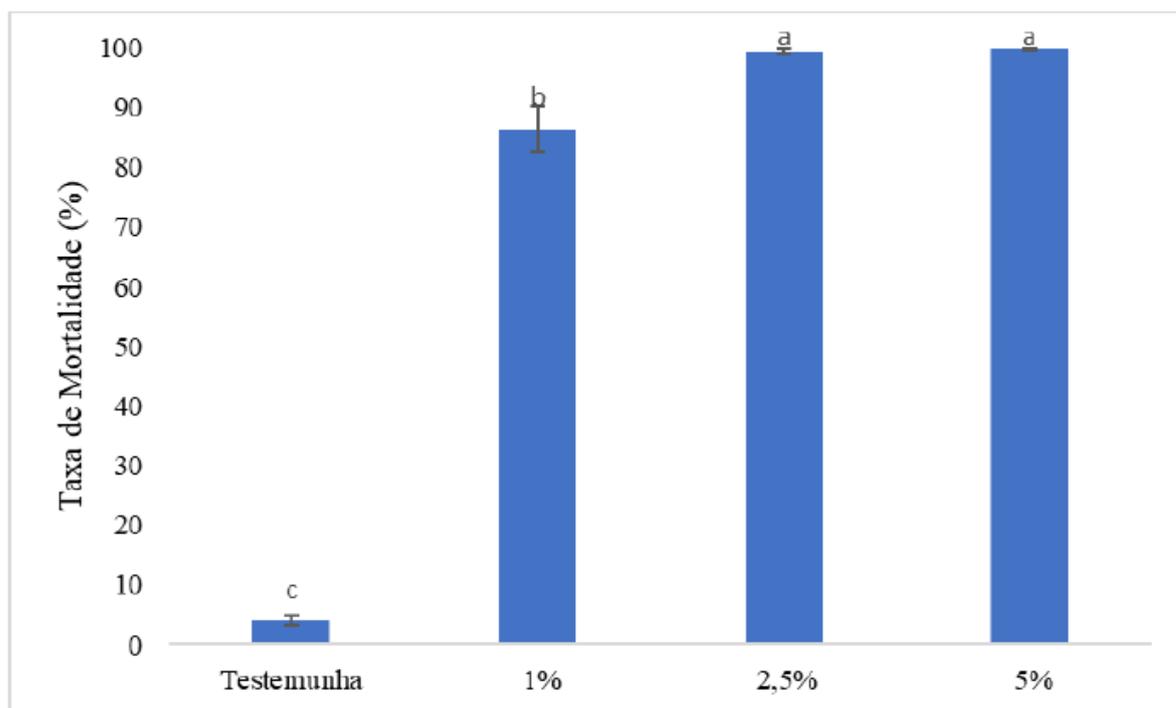
Os autores Schrank; Vainstein, 2010, p.1267-1268; Lee *et al.*, 2015, p.219; verificaram que uma cepa do fungo *Beauveria brongniartica* causou mortalidade de 100% em larvas de *Aedes albopictus*. Assim como o *B. bassiana* e *M. anisopliae*, são patógenos oportunistas, presentes em quase todos os ecossistemas e não necessitam de um hospedeiro artrópode para completar seus ciclos de vida, mas que possuem uma ampla gama de hospedeiros, auxiliando no manejo integrado de pragas (Ortiz-Urquiza; Luo; Keyhani, 2015, p.1058; Lin *et al.*, 2017, p.19-20).

Zhang *et al.*, (2015, p.181-183) testou *B. bassiana* no controle do psilídeo *Diaphorina citri* por meio de uma inoculação fúngica e a interação com seus predadores naturais, *Neoseiulus cucumeris* e *Amblyseius swirskii*. Esses ácaros obtiveram uma certa resistência (10%-15%) à aplicação dos produtos fúngicos, o que é favorável para a permanência de inimigos naturais. Em contraponto, *D. citri* registrou

100% de mortalidade após o contato com os ácaros predadores que foram expostos ao fungo.

As diferentes concentrações de *M. anisopliae* testadas sobre os ácaros fêmeas adultos do *M. tanajoa* possibilitaram verificar que o produto Metarhizium Hizobio (*M. anisopliae* cepa IBCB 425) é patogênico, uma vez que provocou a mortalidade dos adultos desde as primeiras 24 e 48 horas após a infecção, independente da concentração estudada (Fig. 5).

Figura 5- Mortalidade acumulada de fêmeas adultas do ácaro Mononychellus tanajoa com as concentrações do Metarhizium Hizobio à base do fungo Metarhizium anisopliae cepa IBCB 425, sob avaliação em diferentes horas



Fonte: Elaborada pela Autora, (2024)

*Médias seguidas pela mesma letra na barra, não diferem entre si, pelo teste de Regressão a 5% de probabilidade

A análise de regressão das mortalidades confirmadas das diferentes concentrações do fungo *M. anisopliae* cepa IBCB 425 evidenciam que todas as concentrações proporcionaram taxas de mortalidades variando de 86,5% a 99% ao ácaro *M. tanajoa*, sendo um resultado satisfatório para o controle da população.

A partir dos dados sobre a mortalidade, é possível constatar que *M. tanajoa* teve mortalidade inferior com o tratamento de 1% de *M. anisopliae*, entretanto chegaram a $\pm 86,5\%$ e os maiores picos de mortalidade de 98-99% para 2,5% e 5% respectivamente.

A formulação invertida do fungo *M. anisopliae* (formulação água em óleo) usada no bioensaio pode ter contribuído para a alta taxa de mortalidade. No estudo de Bateman *et al.*, (1993,p.147 e 150) o aumento da infectividade fúngica variou de 76% a 90% do *M. flavoviridae* no controle do gafanhoto do deserto da África Ocidental (*Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775)) (Orthoptera: Acrididae) em baixas umidades ($\pm 35\%$). Corroborando com os resultados obtidos no presente estudo, Batta, (2003, p.418) utilizando o fungo que foi formulado em emulsão invertida chegou a 93,3% de mortalidade do ácaro *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval, 1867) (Acari: Tetranychidae).

Após 48h de avaliação nas concentrações de 2,5% e 5%, foram observados o crescimento micelial de *M. anisopliae* no ácaro *M. tanajoa*, indicando o controle eficaz do fungo em média de 98% das repetições, sendo confirmado posteriormente a morte do ácaro (Fig. 6).

Figura 6- Ácaro *Mononychellus tanajoa* Bondar, (1938) com estruturas fúngicas (*Metarhizium anisopliae* cepa IBCB 425) em sua superfície externa



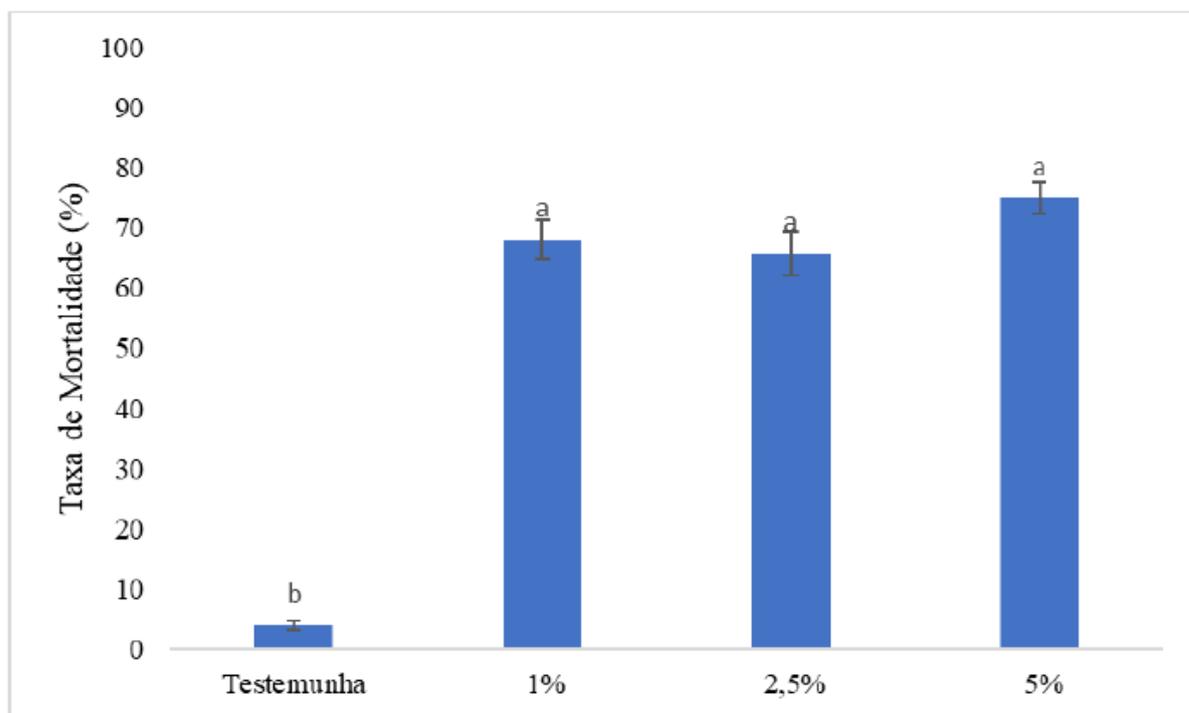
Fonte: Elaborada pela Autora, (2024)

Comparada com as concentrações do Beauvel[®]_{sc} (*B. bassiana*) (1%, 9% e 27%) e o compilado de Mesopel Mix[®]_{sc} (*B. bassiana* + *M. anisopliae*) (1%, 2,5% e 5%) e da testemunha (água destilada), foi constatada mortalidade significativa, com destaque em função da elevada mortalidade e menor tempo para ação do produto Metarhizium HizoBio (*M. anisopliae*) que foi patogênico e é capaz de causar epizootias ao *M. tanajoa*, desde as menores concentrações.

De acordo com o trabalho realizado por Baron; Rigobelo; Zied, (2019, p. 310) sobre o potencial do fungo *M. anisopliae* no controle microbiológico em artrópodes, bem como Pourseyed *et al.*, (2010, p.307-308) na eficiência do controle do carrapato das aves, *Argas persicus* (Fortescue, 1924), o fungo *M. anisopliae* foi capaz de atuar no controle dos ovos, larvas e adultos de *A. persicus* com média de 93% a 100% de mortalidade. Em outro trabalho, Lee *et al.*, (2015, p. 219) testou *M. anisopliae* (isolados JEF-003 e JEF-004) para o controle de *Aedes* (*Stegomyia*) *Albopictus* (Skuse, 1894) e este fungo causou 93,3% e 86,7% de mortalidade larval, respectivamente, destacando-se a cepa *M. anisopliae* JEF-003, que matou 73% das larvas nos dois primeiros dias.

Para o teste com Mesopel Mix[®]_{sc} que é um produto compilado dos fungos *M. anisopliae* cepa IBCB 425 + *B. bassiana* cepa IBCB 66, nas primeiras 24h e 48h, a mortalidade do ácaro *M. tanajoa* ficou abaixo de 25 a 60 indivíduos em todas as concentrações testadas (1%, 2,5 % e 5%, (Fig. 7).

Figura 7- Mortalidade de fêmeas adultas do ácaro *Mononychellus tanajoa* com as concentrações do Mesopel Mix®sc, um compilado dos fungos *Metarhizium anisopliae* cepa IBCB 425 + *Beauveria bassiana* cepa IBCB 66, sob avaliação em diferentes horas



Fonte: Elaborada pela Autora, (2024)

*Médias seguidas pela mesma letra na barra, não diferem entre si, pelo teste de Regressão a 5% de probabilidade.

Observou-se uma lentidão no processo de infecção do ácaro, não alcançando nem 5% de mortalidade ao longo das 48 horas. Um dos possíveis causadores dessa baixa mortalidade é a cepa IBCB 66 de *B. bassiana* utilizado na formulação do produto, que diferencia do primeiro produto testado Beauvel®sc (*B. bassiana* cepa CBMAI 1306). Esse produto, nas avaliações realizadas às 72 e 96 horas indicaram um aumento na taxa de mortalidade, entretanto não passou de 38% na mortalidade diária, levando em consideração os outros produtos que foram testados.

Outro aspecto é temperatura já que o fungo *B. bassiana* necessita que esteja entre 23°C e 28 °C e o *M. anisopliae* de 25°C e 30°C. No presente trabalho a média das temperaturas variou de 24,5°C a 24,7°C, o que pode ter retardado o desenvolvimento do fungo *M. anisopliae*. A umidade relativa- UR, oscilou de 71% para 87%, sendo favorável a ambas espécies de fungos.

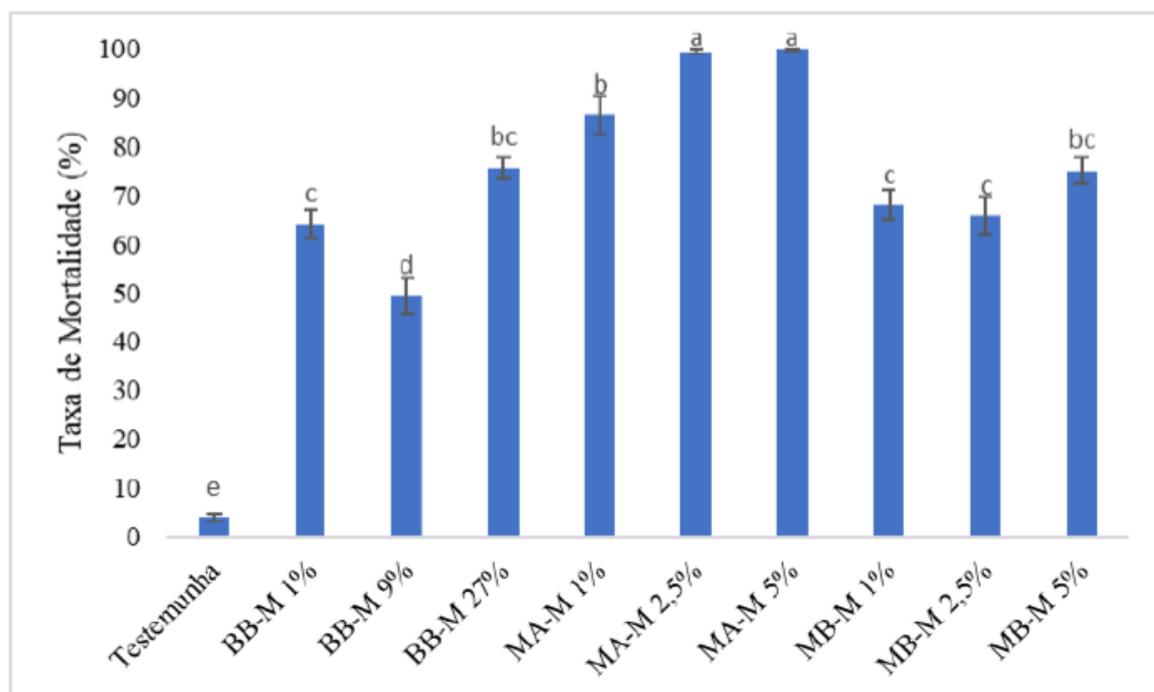
Nas 48 horas de avaliação não foram observadas diferenças significativas na mortalidade do *M. tanajoa* entre os tratamentos com Mesopel Mix[®]_{sc} e controle, pelo teste de regressão. A partir das 72 horas, a mortalidade foi maior em 5% do produto (188 ácaros), seguido de 1% (115 ácaros), e 2,5% (65 ácaros) e o controle (água) com apenas 5 ácaros mortos.

A partir das 96 horas de avaliação da mortalidade, ainda existiam ácaros vivos em todas as concentrações, entretanto observou-se que no tratamento de 2,5% houve mortalidade de 205 ácaros, não ultrapassando um percentual de 41%. Em comparação com a concentração de 1% com 31% de mortalidade (157 ácaros), e o tratamento de 5% com 23% (115 ácaros) e o controle com 3 ácaros (1%).

Para os tratamentos utilizando o Mesopel Mix[®]_{sc}, ressalta-se que a média geral dos tratamentos após o término do período de avaliação para a mortalidade do *M. tanajoa*, foram 1% (68%, com 340 ácaros mortos), 2,5% (66,5%, com 329 ácaros mortos) e 5% (375 ácaros mortos) com maior porcentagem de mortalidade ultrapassando os 75%. Em relação ao tratamento controle houve 19 ácaros mortos (abaixo de 4%).

Por meio do teste Tukey a 5% de probabilidade, foram comparados os três produtos que tiveram as melhores concentrações testadas (2,5%, 5%, 9% e 27% e testemunha) (Fig. 8).

Figura 8- Teste de comparatividade de mortalidade dos produtos comerciais Metarhizium Hizobio e Mesopel Mix®sc, Beauvel®sc, submetidos às diferentes concentrações no controle do ácaro fitófago Mononychellus tanajoa (Bondar,1938)



Fonte: Elaborada pela Autora, (2024)

*Médias seguidas pela mesma letra na barra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A comparação dos dois produtos comerciais em laboratório mostrou que o Metarhizium Hizobio proporcionou melhor desempenho do que o Mesopel Mix®sc nas primeiras 24 horas nas concentrações de 2,5% e 5 %, partindo para as 48 horas concentração de 1%, quando se aproxima do terceiro dia de avaliação, o Mesopel Mix®sc á 5% e no quarto dia na concentração de 2,5% se torna mais expressivo na mortalidade do ácaro, somente pelo fato que nas horas que antecederam (24 a 48 horas) o Metarhizium Hizobio, matou praticamente 98% dos ácaros avaliados em cada concentração.

Trabalhos realizados por Tamai, (1999); Oliveira; Neves; Alves, (2004) Barreto *et al.*, (2004) com seleção dos fungos *B. bassiana*, *M. anisopliae* de diferentes cepas, constataram, uma excelente variabilidade na virulência demonstrando um alto potencial no controle da família Tetranychidae.

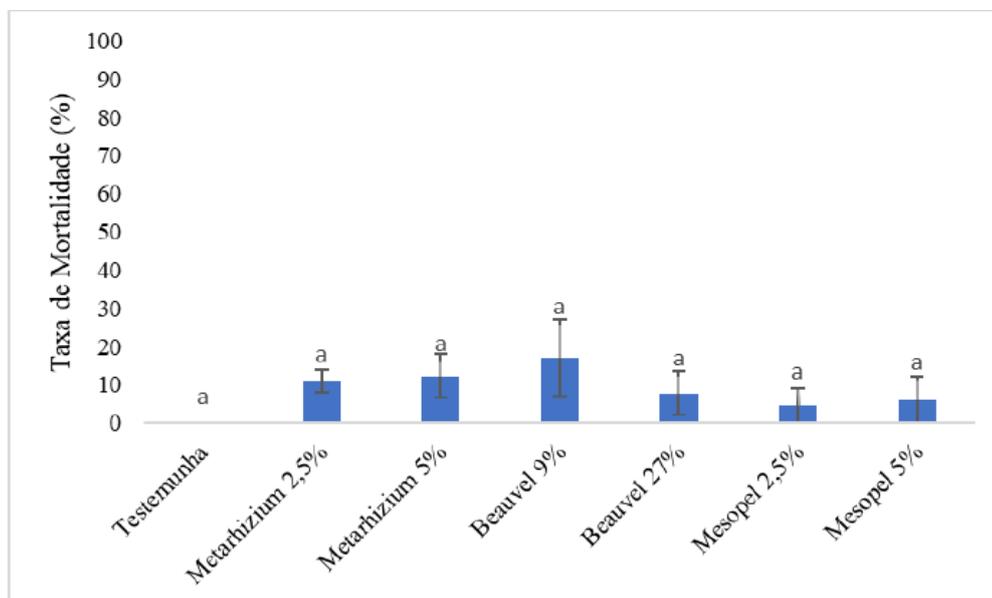
4.2 Bioensaio de controle do ácaro *Mononychellus tanajoa* Bondar, 1938 em semi-campo

Quinze dias após a aplicação dos tratamentos, observou-se uma leve diminuição na população de ácaros adultos de *M. tanajoa*. No entanto, a persistência da praga sugere que fatores ambientais, como o aumento da umidade relativa do ar e a queda das temperaturas, podem ter influenciado negativamente a eficácia dos fungos utilizados no controle microbiano.

Entre as diversas concentrações do produto Beauvel[®]_{sc} testadas, a formulação a 9% demonstrou a maior eficácia no controle do ácaro, proporcionando a mais alta taxa de mortalidade. Embora as demais concentrações também tenham apresentado resultados significativos, a de 9% se destacou. É importante ressaltar que todos os produtos avaliados em laboratório superaram a taxa de eficácia de 65%, com alguns atingindo até 99,9% de mortalidade. No entanto, os resultados obtidos em condições de semi-campo não reproduziram exatamente essa mesma tendência, sugerindo que outros fatores podem influenciar a eficácia dos produtos em campo.

Os resultados obtidos indicam que, embora os tratamentos tenham promovido uma redução inicial na população de *M. tanajoa*, a persistência da praga exige estudos mais aprofundados. Além disso, a possibilidade de desenvolvimento de resistência da praga aos fungicidas não pode ser descartada. Todavia, o uso do *B. bassiana* e *M. anisopliae*, separadamente ou compilados são eficientes no controle de *M. tanajoa* (Fig. 9).

Figura 9- Mortalidade do ácaro *Mononychellus tanajoa* (Bondar,1938) submetido aos produtos comerciais Beauvel®sc, Metarhizium Hizobio e Mesopel Mix®sc, a diferentes concentrações no controle em condições de semi-campo



Fonte: Elaborada pela Autora, (2024)

Foi realizada uma única aplicação de cada tratamento, uma vez que não há registro de uso desses produtos para a cultura da mandioca e o controle do ácaro verde. Apesar disso, observou-se que a concentração de 9% do Beauvel®sc apresentou o melhor desempenho no controle da praga, seguida das concentrações de 2,5% e 5% do Metarhizium hizobio.

É importante ressaltar que fatores abióticos, como a umidade relativa do ar e a temperatura, podem influenciar significativamente a eficácia dos fungos entomopatogênicos. As condições climáticas ideais para o desenvolvimento de *M. anisopliae* variam entre 65% e 100% de umidade relativa e temperaturas entre 25°C e 30°C. Já para *B. bassiana*, a umidade relativa ideal é de aproximadamente 70% e a temperatura entre 20°C e 30°C.

A dinâmica populacional do ácaro e a presença de refúgios também podem afetar a eficácia do controle biológico. Diversos estudos (Dalberto et al., 2004, p.91; Pucheta Díaz et al., 2006, p.857; Colombi e Galli, 2009, 414-415; Imoulan et al., 2017, p.1205; Rocha, 2019, p.17), demonstram que os fungos entomopatogênicos podem causar epizootias em populações de insetos e ácaros, especialmente sob condições ambientais favoráveis. No entanto, a persistência da praga após a aplicação dos

tratamentos sugere que outros fatores podem ter influenciado os resultados. A combinação de diferentes estratégias de controle, como a utilização de cultivares resistentes e o manejo integrado de pragas, pode contribuir para um controle mais eficiente e sustentável do ácaro verde da mandioca.

É importante ressaltar que este estudo foi conduzido em condições de semi-campo, o que pode limitar a extrapolação dos resultados para condições de campo. Além disso, o número de repetições e o tamanho das parcelas experimentais podem ter influenciado a precisão dos resultados.

4.3 Determinação dos tempos letais e concentrações letais dos fungos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* no controle do ácaro *Mononychellus tanajoa*

As concentrações letais (CL_s) refere-se a concentração de um produto no ar ou na água que leva à morte de 50% desses indivíduos que foram submetidos aos testes, e os tempos letais (TL_s) para 50% é o tempo que levaram para ocorrer a morte.

Os resultados do teste de mortalidade em laboratório demonstraram alta eficácia do *Metarhizium* HizoBio no controle do ácaro *M. tanajoa*. A análise de Probit revelou que a concentração de 5% do produto proporcionou um tempo letal médio (TL₅₀) de apenas 0,25 unidades de tempo, indicando rápida ação letal. É importante destacar que não houve diferença estatística significativa entre as concentrações de 2,5% e 5%, sugerindo que a concentração menor pode ser tão eficaz quanto a maior, otimizando o uso do produto.

O tempo letal médio (TL₅₀) para 50% da população de *M. tanajoa* foi significativamente reduzido com o uso do *Metarhizium* HizoBio, especialmente na concentração de 5%. Esse resultado indica a alta toxicidade do produto para o ácaro.

A análise estatística revelou que a concentração de 2,5% também foi eficaz, não diferindo significativamente da concentração de 5%, o que sugere uma relação dose-resposta não linear.

A análise dos resultados do teste de mortalidade revelou que o Beauvel[®]_{sc} na concentração de 27% apresentou o menor tempo letal médio (TL₅₀), indicando uma ação mais rápida no controle do ácaro. Em comparação, as concentrações menores (1% e 9%) desse mesmo produto demonstraram menor eficácia.

O Mesopel Mix[®]_{sc} a 5% também apresentou um TL₅₀ relativamente baixo, indicando uma boa performance no controle da praga. No entanto, o Beauvel[®]_{sc} na concentração de 27% se mostrou ainda mais eficaz (Tab. 1).

Tabela 1- Inclinação, tempo letal para 50% dos indivíduos (TL₅₀) de três produtos comerciais Beauvel[®]_{sc}, Mesopel Mix[®]_{sc} e Metarhizium Hizobio, no controle do ácaro *Mononychellus tanajoa*

Produto	Concentração (%)	N	Inclinação (±EP)	TL ₅₀ (IC95)	X ²	GL	p- valor
Metarhizium hizobio	1	500	1,95±0,29	0,97 (0,67; 1,20)	9,33	2	0,99 ^{ns}
	2,5	500	2,75±0,38	0,39 (0,13; 0,60)	3,35	2	0,81 ^{ns}
	5	500	2,21±0,16	0,25 (0,02; 0,49)	0,64	2	0,27 ^{ns}
Mesopel Mix [®] _{sc}	1	500	5,93±0,67	3,41 (3,21;3,67)	9,54	2	0,99 ^{ns}
	2,5	500	5,25±1,41	3,62 (3,37;3,97)	46,66	2	1,00 ^{ns}
	5	500	6,41±0,63	3,07 (2,90;3,25)	8,62	2	0,99 ^{ns}
Beauvel [®] _{sc}	1	500	3,43±0,64	3,51 (3,18;4,01)	23,60	2	0,99 ^{ns}
	9	500	2,30±0,24	4,56 (3,81;6,14)	4,35	2	0,87 ^{ns}
	27	500	3,01±0,55	2,73 (2,47;3,05)	26,81	2	0,99 ^{ns}

Fonte: Elaborada pela Autora, (2024)

Legenda: N (nº ácaros utilizados); EP (Erro padrão); TL (tempo letal); IC (intervalo de confiança); X² (Chi quadrado); GL (grau de liberdade); ns (não significativo ajusta-se ao modelo com base em intervalos de confiança de 95% de probabilidade).

A análise de Probit permitiu determinar a concentração letal média (CL₅₀) para cada produto, ou seja, a concentração necessária para causar a morte de 50% dos indivíduos expostos. Os resultados indicam que os valores de CL₅₀ obtidos foram 0,01, 0,02 e 0,44, para Beauvel[®]_{sc}, Mesopel Mix[®]_{sc} e Metarhizium Hizobio, respectivamente (Tab. 2).

Esses valores sugerem que as concentrações utilizadas nos testes foram eficazes em causar a mortalidade dos organismos, superando os valores de referência indicados nas bulas dos produtos. No entanto, é importante ressaltar que a

interpretação dos resultados deve considerar outros fatores, como o tempo de exposição, as condições do experimento e a espécie do organismo testado.

Tabela 2- Inclinação, concentração letal para 50% dos indivíduos (CL₅₀) de três produtos comerciais Beauvel[®]_{sc}, Mesopel Mix[®]_{sc} e Metarhizium Hizobio, no controle do ácaro *Mononychellus tanajoa*

Fungo	N	Inclinação (±EP)	CL50	X2	GL
Metarhizium Hizobio	500	3,11± 0,68	0,44	0,09	1
Mesopel Mix [®] _{sc}	500	0,26 ±0,29	0,02	0,01	1
Beauvel [®] _{sc}	500	0,12 ±0,46	0,01	0001	1

Fonte: Elaborada pela Autora, (2024)

Legenda: N (nº insetos utilizados); EP (Erro padrão); CL (concentração letal); X2 (Chi quadrado); GL (grau de liberdade).

A análise da interação entre o tempo de exposição e os diferentes tratamentos mostrou que a formulação à base de óleo de girassol do Metarhizium Hizobio mostrou-se um fator crucial, no favorecimento do desenvolvimento fúngico mais rápido e uma infecção mais eficiente do ácaro-verde-da-mandioca, já a partir da primeira avaliação. Essa formulação potencializou a infecção do ácaro desde o início do experimento, indicando uma maior aderência e penetração do fungo no hospedeiro.

Os demais produtos apresentaram um efeito mais gradual sobre o desenvolvimento fúngico, com variações menores na CL₅₀ ao longo do tempo.

5 CONCLUSÕES

O produto *Metarhizium Hizobio* (*Metarhizium anisopliae* cepa IBCB 425) teve o melhor desempenho na mortalidade de *Mononychellus tanajoa*, em laboratório.

Os produtos Mesopel Mix[®]_{sc} (*Metarhizium anisopliae* cepa IBCB 425 + *Beauveria bassiana* cepa IBCB 66) e Beauvel[®]_{sc} (*Beauveria bassiana* cepa CBMAI 1306) controlaram *Mononychellus tanajoa*.

Em semi-campo, o uso dos produtos *Metarhizium Hizobio*; Mesopel Mix[®]_{sc} e Beauvel[®]_{sc}, são eficientes no controle de *Mononychellus tanajoa*.

REFERÊNCIAS

- AGBOTON, B. V. *et al.* Interactions between the predatory mite *Typhlodromalus aripo* and the entomopathogenic fungus *Neozygites tanajoae* and consequences for the suppression of their shared prey/host *Mononychellus tanajoa*. **Experimental & applied acarology**. v.60, p. 205–217. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10493-012-9630-1>. Acesso em: 12 out 2023.
- AGROFIT - **Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/ SDA. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 01 jan 2024.
- ALMEIDA, C. J. **Patogenicidade e viabilidade de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* Var. *anisopliae* e *Metarhizium anisopliae* Var. *acridium* ao *Anthonomus grandis* (Boheman) (Coleoptera: Curculionidae)**. 151 p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Ciências Biológicas; (2005). Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/1998>. Acesso em: 13 Out 2023.
- ALMEIDA, C. O.; RANGEL, M. A. S. Ações de pesquisa e desenvolvimento com mandioca Campo avançado Centro-Sul. 36p., 2023 (**Documentos/Embrapa Mandioca e Fruticultura**). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1154761/1/Serie-Documento-Clovis-Final-CGPE-1.pdf>. Acesso em: 24 abril 2024.
- ALVES, S.B. O controle microbiano sustentável de ácaros em citros. **Visão agrícola**, Piracicaba, n.2, p.87-89, 2004. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va02-pragas08.pdf>. Acesso em: 04 jan 2024.
- AL-ZAHRANI, J. K. *et al.* Entomopathogenic fungi and their biological control of *Tetranychus urticae*: Two-spotted spider mites. **Journal of King Saud University – Science**, v.35, ed.8, 9p., 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102910>. Acesso 23 fev 2024.
- ARBABI, M.; GOLMOHAMMAD, Z. N.; ASKARI, M. Plant mite fauna of Sistan Baluchestan and Hormozgan Provinces. **Journal of Entomological Society of Iran**, v. 22, n. 1, p. 87- 88, 2002. Disponível em: https://jesi.areeo.ac.ir/?_action=article&au=148587&_au=N.++Golmohammad-Zadeh-Khiaban&lang=en. Acesso 1 jan 2024.
- BARBOSA, T. S. *et al.* Susceptibility of *Tetranychus ogmophallos* (Acari: Tetranychidae) to *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. **Florida Entomologist**, v.101, p. 249-253, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1653/024.101.0215>. Acesso em: 15 out 2023.

BARON, N.C.; RIGOBELLO, E.C.; ZIED, D. C. Filamentous Fungi in Biological Control: Current Status and Future Perspectives. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.79, n.2, p.307-315, 2019. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392019000200307>. Acesso em 10 ago 2024.

BARRETO, R. S. *et al.* Selection of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. for the control of the mite *Mononychellus tanajoa* (Bondar). **Scientia Agricola**, v. 61, n. 6, p. 659–664, nov. 2004. Disponível em:<https://doi.org/10.1590/S0103-90162004000600015>. Acesso em: 04 jan 2024.

BATTA, Y. Production and testing of novel formulations of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Metchinkoff) Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes). **Crop Protection - CROP PROT.** v. 22. p.415-422, 2003. Disponível em: 10.1016/S0261-2194(02)00200-4. Acesso em 2 ago 2024.

BATEMAN, R. P. *et al.* The enhanced infectivity of *Metarhizium flavoviride* in oil formulations to desert locusts at low humidities. **Annals of Applied Biology**, v.122, ed.1, p.145–152, 1993. Disponível em: doi:10.1111/j.1744-7348.1993.tb04022.x Acesso em: 1 ago 2024.

BOAVENTURA, V. D. NORONHA, A. C. da S.; ALVES, A. A. C. Oviposição e desenvolvimento do ácaro verde (*Mononychellus tanajoa*) em diferentes espécies de Manihot. In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA TROPICAL, Cruz das Almas. Anais... Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 4p., 2009. Disponível em:<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/661148/1/ResumoVeronica.pdf>. Acesso em: 11 out 2023.

BOOPATHI, T. *et al.* Impact of insecticides on spiralling whitefly, *Aleurodicus dispersus* (Hemiptera: Aleyrodidae) and its natural enemy complex in cassava under open field conditions. **Crop Protection**. v. 94, p.137-143, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/312421826_Impact_of_insecticides_on_spiralling_whitefly_Aleurodicus_dispersus_Hemiptera_Aleyrodidae_and_its_natural_enemy_complex_in_cassava_under_open_field_conditions. Acesso em: 11 Out 2023.

BOSTANIAN, N. J. *et al.* Management of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* [Acari: Tetranychidae] in eggplant fields. **Phytoprotection**. v. 84, n. 1, p.1–8. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.7202/007439ar>. Acesso em: 12 Out 2023.

BUGEME, D. M. *et al.* Efeito da temperatura na virulência de isolados de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* para *Tetranychus evansi*. **Acarologia Experimental e Aplicada**, v.46: p.275–285, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10493-008-9179-1>. Acesso em: 03 jan 2024.

CANO, L. M. G. **Diversidade e controle biológico de ácaros em laboratório em diferentes regiões do estado de São Paulo**. 2020. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio), Instituto Biológico, São Paulo, 71p., 2020.

Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=9660558. Acesso em 30 dez 2023.

CARNEIRO, F. F. *et al.* **Dossiê ABRASO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. v.1. 624p. 2015, São Paulo: Expressão Popular.

Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/26221/2/Livro%20EPSJV%20013036.pdf>. Acesso em 21 dez 2023.

CARRILLO, D.; NÁVIA, D.; FERRAGUT, F. First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Colombia. **Florida Entomologist**, v. 94, n. 2, p. 370-371, 2011.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1653/024.094.0241>. Acesso 29 dez 2023.

CARRILLO, D. *et al.* Variability in response of four populations of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) to *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) and *Tetranychus gloveri* (Acari: Tetranychidae) eggs and larvae. **Biological Control**, v. 60, n. 1, p. 39-45, 2012. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.09.002>. Acesso em: 01 jan 2024.

CHANDLER, D. *et al.* Biocontrole fúngico de Acari. **Ciência e Tecnologia de Biocontrole**. 10, p. 357-384. 2000.

COLOMBI, C. A.; GALLI, J. C. Dinâmica populacional e evolução de dano de *Triozoida limbata* (Hemiptera: Psillyidae) em goiabeira, em Jaboticabal-SP. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 412-416, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/JLgFkQf5VZpj8chMQXBxCdL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 ago 2024.

CONAB. **COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO**. Análise mensal da mandioca – mandioca: segundo levantamento, fevereiro 2024 – safra 2012/2013.: Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca> . Acesso em: 02 abril. 2024.

COSTA, R. S. **Resistência de cultivares de bananeira *Musa spp.* (Zingiberales: Musaceae) ao ácaro *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae)**. 2023.

Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas), Universidade Federal de Alagoas, *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo, 45p., 2023.

CUA BASULTO, M. *et al.* Physiological and molecular characterization of *Metarhizium* isolates and their acaricidal activity against *Tetranychus urticae* Koch (Trombidiformes: Tetranychidae). **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 32, n. 1, p. 1-7, 2022. Disponível em:

<https://ejbpc.springeropen.com/articles/10.1186/s41938-022-00530-w>. Acesso em: 13 out 2023.

DALBERTO, F. M. S. *et al.* Flutuação populacional do psilídeo-dagoiabeira, *Triozoida limbata* (Hemiptera: Psyllidae) na região de Londrina, PR. **Semina**:

Ciências Agrárias, v. 25, n. 2, p. 87-92, 2004. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2219/1904>. Acesso em: 11 ago 2024.

DE CARVALHO, N. L.; DE BARCELLOS, A. L.; BUBANS, V. E. Ácaros fitófagos em plantas cultivadas e os fatores que interferem em sua dinâmica populacional. **Revista Técnico-Científica do IFSC**, v. 2, n. 7, p. 04-17, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/1783>. Acesso em: 06 jul 2024.

DELALIBERA JÚNIOR, I. **Produção, distribuição geográfica e epizootiologia de Neozygites sp., patógeno de *Mononychellus tanajoa***. 1996. Dissertação (Mestrado em Entomologia) –Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-20181127-160212/pt-br.php>. Acessado em: 11 out 2023.

DOGAN, Y. O. *et al.* Avaliação de fungos entomopatogênicos para o controle de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) e o efeito de *Metarhizium brunneum* nos ácaros predadores (Acari: Phytoseiidae). **Controle Biol.** v.111, p.6 12. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.05.001>. Acesso em: 14 out 2023.

DRIVER, F.; MILNER, R.; TRUEMAN, J. (2000). A taxonomic revision of *Metarhizium* based on a phylogenetic analysis of rDNA sequence data. **Mycological Research.** v.104. p.134-150.2000. Disponível em: [10.1017/S0953756299001756](https://doi.org/10.1017/S0953756299001756). Acesso em 16 jul 2024.

DUARTE, M. E.; SANTOS, M. D.; SILVA, E.S. ALTERNATIVE CONTROL OF THE TOMATO RED MITE (*Tetranychus evansi* BAKER and PRITCARD, 1960) (ACARI: TETRANYCHIDAE). **Revista Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 19, n. 3, p. 235-241, 2021. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/view/11457/9487>. Acesso em: 10 jul 2024.

FARIAS, A. P. *et al.* Citrus essential oils control the *cassava green* mite, *Mononychellus tanajoa*, and induce higher predatory responses by the lacewing *Ceraeochrysa caligata*. **Journal Industrial Crops and Products**. v. 145, 8p. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669020300674?via%3Dihub>. Acesso em: 13 out 2023.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS. REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Available at: <http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Acesso em: 18 mar. 2024.

FLECHTMANN, C. H. W.; ETIENNE, J. The red palm mite, *Raoiella indica* Hirst, a threat to

palms in the Americas (Acari: Prostigmata: Tenuipalpidae). **Systematic and Applied Acarology**, v.9, p.109-110, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11158/saa.9.1.15>. Acesso em: 29 dez 2023.

FLECHTMANN, C. H. W.; ETIENNE, J. Un nouvel acarien ravageur des palmiers en Martinique; premier signalement de *Raoiella indica* pour les Caraïbes. **Phytoma**, La Défense des Végétaux, Paris, n. 584, p. 10-11, Juil/Août 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Flechtmann-2/publication/281410135_Un_nouvel_acarien_ravageur_des_palmiers/links/55e5f38b08a7cc6118/Un-nouvel-acarien-ravageur-des-palmiers.pdf. Acesso em: 1 jan 2024.

FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. (ed). **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília: Embrapa, 1 ed., 514p. 2020. Disponível em: <http://dspace.unisa.br/handle/123456789/616>. Acesso em: 11 fev 2024.

FRANCO, R. A. *et al.* Influência da teia de *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari:Tetranychidae) sobre os fitoseídeos predadores associados. **Neotropical Entomology**, v.39, p.97–100, 2010. Disponível em:doi: 10.1590/ S1519-566X2010000100013. Acesso em: 12 out 2023.

FREITAS, G. S. *et al.* The potential of *Beauveria bassiana* to control *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) and its compatibility with predatory mites. **Crop Protection**, [s.l.], v. 149, 105776p., 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/228473/1/Freitas-et-al-2021-CropProtection.pdf>. Acesso em: 14 out 2023.

FUXA, J. R. Ecological considerations for the use of entomopathogens in IPM. *Annual Review of Entomology*, v.32, p. 225-251, 1987. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.en.32.010187.001301>. Acesso em:12 out 2023.

GALVÃO, A. S. *et al.* Biologia de *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae), um potencial predador de *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) em coqueiro. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 3, p. 465–470, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2007000300016>. Acesso em: 06 Dez 2023.

GATARAYIHA, C. M. *et al.* Selection of *Beauveria bassiana* strains against the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch in laboratory and greenhouse trials. **African Journal of Microbiology Research**, [s.l.], v. 6, p. 2694-2703, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5897/AJMR11.1184>. Acesso em: 16 out 2023.

GERSON, U.; VENEZIAN, A.; BLUMBERG, D. Phytophagous mites on date palms in Israel. **Fruits**, Paris, v. 38, n. 2, p. 133-135, 1983. Disponível em: <https://revues.cirad.fr/index.php/fruits/article/download/34700/33934/37199>. Acesso em: 01jan 2024.

GONDIM JUNIOR, M. G. C. *et al.* Can the red palm mite threaten the Amazon vegetation? **Systematic and Biodiversity**, v. 10, p. 527-535, 2012. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/945575/1/2012systematicsandbio diversityv10n4p527.pdf>. Acesso em: 22 dez 2023.

GÓMEZ-MOYA, C. A. *et al.* Hosts of *Raioella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) native to the Brazilian Amazon. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 4, p. 86-94, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v9n4p86>. Acesso em: 01 jan 2024.

GULATI, R. Eco-Friendly Management of Phytophagous Mites. **Integrated Pest Management**, p.461–491, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-398529-3.00023-3>. Acesso em: 11 Out 2023.

GUTIERREZ, J. Systematics. In Spider Mites their Biology, Natural Enemies and Control, (eds Helle W & Sabelis MW), **Elsevier Science Publisher**, Amsterdam (NL). v. 1A. p. 75–90. 1985. Disponível em: https://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_53-54/010020797.pdf. Acesso em: 13 Out 2023.

HIRST, S. On some new species of red spider. **Annals and Magazine of Natural History**, v.14, n.83, p.522-527, 1924. Disponível em: DOI:10.1080/00222932408633151. Acesso em 30 dez 2023.

IMOULAN, A.; *et al.* Entomopathogenic fungus *Beauveria*: host specificity, ecology and significance of morpho-molecular characterization in accurate taxonomic classification. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, v. 20, n. 4, p. 1204-1212, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aspen.2017.08.015>. Acesso em: 11 ago 2024.

JORDÃO, A. L.; NORONHA, A. C. da S.; OLIVEIRA, C. Ocorrência do ácaro-verde *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) em cultivo de mandioca no município de Macapá, AP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 17.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO E CARIBENHO DE MANDIOCA, 2., 2018, Belém, PA. Anais...Cruz das Almas: Sociedade Brasileira de Mandioca: Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca. **Embrapa Amazônia Oriental (CPATU)**, p.225-27, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1147254/1/ANAIS-XVIICBM-BELEM-PA-compactado-225-227.pdf>. Acesso em: 5 jul 2024.

KRANTZ, G. W.; WALTER, D. E. **A manual of Acarology**. 3. ed. Texas: Tech University Press. Lubbock, USA, 2009.

LEE, S.J. *et al.* Biological control of Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) using *Metarhizium anisopliae* JEF-003 millet grain. **Journal of Asia-Pacific Entomology** v.18, p.217-221, 2015. Disponível em: doi:10.1016/j.aspen.2015.02.003. Acesso 9 ago 2024.

LIMA, L. M. R. ***Beauveria bassiana* E *Metarhizium anisopliae* no controle de *Planococcus* sp. na cultura do cafeeiro em condições de campo**. 2021. 22p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/33411>. Acesso em: 15 out 2023.

LIN, G.Y. *et al.*, A new method for loading predatory mites with entomopathogenic fungi for biological control of their prey. **Biological Control**. v.115, p.105-111, 2017. Disponível em:doi:10.1016/j.biocontrol.2017.09.012.Acesso em: 10 ago 2024.

LUZ, A. L. D.V.,. **Controle alternativo de *Raoiella indica* Hirst. (Acari:Tenuipalpidae) com extrato de sementes de graviola *Annona muricata* L., em bananeira (*Musa sp.*)** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Alagoas, *Campus de Arapiraca*, Arapiraca, 41p., 2022. Disponível em: https://ud10.arapiraca.ufal.br/web/content?model=ud.biblioteca.anexo&field=arquivo&id=7161&download=true&filename_field=name. Acesso em: 4 jan 2024.

MACHADO, B. B., *et al.*,. BioLeaf: Um aplicativo móvel profissional para medir danos foliares causados pela herbivoria de insetos. **Computadores e Eletrônica na Agricultura**. v.129, p.44–55, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.09.007>. Acesso em: 11 maio 2024.

MERGULHÃO, A. C. do E. S. *et al.*,. Caracterização filogenética de isolados de *Beauveria bassiana* originados de diferentes insetos hospedeiros. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Brasil, v. 19, n. 1, p. 53-57, jul. 2014. ISSN 2446-8053. Disponível em: <<https://pap.emnuvens.com.br/pap/article/view/pap.2014.008>>. Acesso em: 22 jul. 2024.

MENDONÇA, R. S.; NAVIA, D.FLECHTMANN, C. H. W. *Raoiella indica* Hirst (Prostigmata: Tenuipalpidae), ácaro-vermelho-das-palmeiras – uma ameaça para as Américas. **Embrapa Recursos Genéticos Biotecnologia, Documentos**, n. 146, 37 p.,2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/187101/raoiella-indica-hirst-prostigmatatenuipalpidae-o-acaro-vermelho-daspalmeiras---uma-ameaca-para-as-americas>. Acesso em: 30 dez 2023.

MESA COBO, N. C. **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. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006. doi:10.11606/T.11.2020.tde-20200111-155243. Acesso em: 20 jul 2024.

MESOPHEL MIX®. [RÓTULO]. Caxias do Sul. DILLON BIOTECNOLOGIA LTDA. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2022-05/mesopelmix.pdf. Acesso em: 13 Out 2023.

MINGUELY, C. *et al.* Biological Control of the Raspberry Eriophyoid Mite *Phyllocoptes gracilis* Using Entomopathogenic Fungi. **Horticulturae**, [s.l.], v. 7, n. 3, 54p, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/horticulturae7030054>. Acesso em: 22 fev 2024.

MOTAZEDIAN, N. *et al.* Toxicity and Repellency Effects of Three Essential Oils against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Journal of Agricultural Science and**

Technology, v.14, ed. 2, p.275-284, 2012. Disponível em: <http://jast.modares.ac.ir/article-23-10768-en.html>. Acesso em: 12 Out 2023.

NÁVIA, D. *et al.* First report of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 409-411, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2011000300018>. Acesso em: 30 dez 2023.

NORONHA, A. C. S. **Caracterização morfológica e molecular de ácaros predadores do gênero Euseius (Acari, Phytoseiidae)**. 2002. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 123p., 2002. doi:10.11606/T.11.2002.tde-15072002-173031. Acesso em: jul 2024

NORONHA, A.C.S. Manejo das principais pragas da cultura da mandioca. In: MODESTO JÚNIOR, M. S.; ALVES, R.N.B., editores técnicos. **Cultura da mandioca: aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria**. Brasília, DF: Embrapa, 2016, p. 172-185. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150233/1/Livro-Mandioca-2016.pdf>. Acesso em 13 jul 2024.

OLIVEIRA, L. A. de; GODOY, R. C. B. de. Mandioca Chips. **Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular técnica, 101**, v 6p., 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55040/1/circular-101.pdf>. Acesso em: 23 fev 2024.

OLIVEIRA, D. C. *et al.* First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Southeastern Brazil. **Florida Entomologist**, v. 99, n. 1, p. 123-125, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144834/1/CPAF-RR-2016-First-reportof-Raoiella-indica.pdf>. Acesso em: 23 dez 2023.

OLIVEIRA, R. C. DE.; NEVES, P. M. O. J.; ALVES, L. F. A.. Seleção de fungos entomopatogênicos para o controle de *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae), na cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.). **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 3, p. 347–351, maio 2004.

ONZO, A. *et al.* Single versus multiple enemies and the impact on biological control of spider mites in cassava fields in West-Africa. *Experimental & applied acarology*. v.62, p.293–311. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10493-013-9742-2>. Acesso em: 13 out 2023.

OPISA, S. *et al.* Horizontal transmission of *Metarhizium anisopliae* between *Spoladea recurvalis* (Lepidoptera: Crambidae) adults and compatibility of the fungus with the attractant phenylacetaldehyde. **Microbial Pathogenesis**. v.131, p.197–204.2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.04.010>. Acesso em: 13 out 2023.

ORTIZ-URQUIZA, A., LUO, Z., AND KEYHANI, N. O. Improving mycoinsecticides for insect biological control. **Applied Microbiology and Biotechnology**.v.99, p.1057-1068,

2015. Disponível em: doi:10.1007/s00253-014-6270-x. Acesso em: 28 jul 2024.

PARSA, S. *et al.* Sources of pest resistance in cassava. *Crop Protection*. v. 68, p. 79-84. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.11.007>. Acesso em: 13 out 2023.

PASCHOAL, A. D. **Contribuição ao conhecimento da família Tetranychidae no Brasil (Arachnida: Acarina)**. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, S.Paulo , 116 p., 7 est., 1970.

PEREIRA, S. L. *et al.* Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* fungi to *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, 7p., 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000272018>. Acesso em: 13 out 2023.

PESTANA. T.C.; CASTRO. G.H.F. Potencial da rama de mandioca para uso na alimentação de ruminantes: Revisão. **PubVet**, v. 9, p. 429-466, 2015. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/uploads/fab3c5ec70582def28226acdc3e6dd7a.pdf>. Acesso em: 29 jun 2024.

PINTO-ZEVALLOS, D. M.; PAREJA, M.; AMBROGI, B. G. Current knowledge and future research perspectives on cassava (*Manihot esculenta* Crantz) chemical defenses: An agroecological view. **Journal Phytochemistry**. v.130, p. 10-21. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031942216301157?via%3Dihub>. Acesso em: 13 out 2023.

PUCHETA DÍAZ, M. *et al.* Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. **Interciencia**, v. 31, n. 12, p. 856-860, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33901204.pdf>. 11 ago 2024.

POURSEYED, S.H. *et al.* *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Hypocreales): An effective alternative to chemical acaricides against different developmental stages of fowl tick *Argas persicus* (Acari: Argasidae). **Veterinary Parasitology**, v.172, p.305-310, 2010. Disponível em: doi:10.1016/j.vetpar.2010.05.014. Acesso em: 10 ago 2024.

RAMÍREZ, M. B. *et al.* First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Paraguay. **Journal of Plant Diseases and Protection -New Series-**. v. 127. p.715-717, 2020. Disponível em: 10.1007/s41348-020-00312-2. Acesso em: 22 dez 2023.

RIVERO, E.; VÁSQUEZ, C. Biología e tabela de vida de *Tetranychus desertorum* (Acari:Tetranychidae) sobre folhas de feijão (*Phaseolus vulgaris*). *Zoologia (Curitiba)*, v. 26, n. 1, p.38 – 42, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1984-46702009000100007>. Acesso em 7 jul 2024.

ROBLES-ACOSTA, I. N. *et al.* Entomopathogenic Fungi as Biological Control Agents of *Phyllocoptruta oleivora* (Prostigmata: Eriophyidae) under Greenhouse Conditions. **Florida Entomologist**. [s.l.], v. 102, p. 303-308, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1653/024.102.0203>. Acesso em: 16 out 2023.

ROCHA, L. G. **Atividade de isolados de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sobre a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) em laboratório.** Tese (Doutorado) – Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 24p. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/29939/1/AtividadesDelsolados.pdf>. Acesso em: 11 ago 2024.

ROGGIA, S. **Ácaros Tetraniquídeos (Prostigmata: Tetranychidae) associados á soja no Rio Grande do Sul: Ocorrência, identificação de espécies e efeito de cultivares e de plantas daninhas.** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2007. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/5122>. Acesso em: 13 Out 2023.

ROGGIA, S. **Caracterização de fatores determinantes dos aumentos populacionais de ácaros tetraniquídeos em soja.** 2010. 154p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 155p., 2010. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-29112010-090801/publico/Samuel_Roggia.pdf . Acesso em: 12 jul 2024.

SABELIS, M. W.; BAKKER, F. M. How predatory mites cope with the web of their tetranychid prey: a functional view on dorsal chaetotaxy in the Phytoseiidae. **Experimental and Applied Acarology**, v.16, p.203–225, 1992. DOI: 10.1007/BF01193804. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF01193804>. Acesso em: 8 mar 2023.

SACRAMENTO, F. Z. do. ***Colomerus* sp. (Acari: eriophyidae) microácaro da videira recémintroduzido no Vale do São Francisco.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-Pe, 53p., 2019. Disponível em: <http://www.producaovegetal.univasf.edu.br/Arquivos/fatimazeni.pdf>. Acesso em: 7 jul 2024.

SCHRANK, A.; VAINSTEIN, M.H. 2010. *Metarhizium anisopliae* enzymes and toxins. **Toxicon**. v.56,p.1267-1274, 2010. Disponível em: [doi:10.1016/j.toxicon.2010.03.008](https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2010.03.008). Acesso em 24 jul 2024.

SAITO, Y. Plant mites and sociality: Diversity and evolution. Tokyo, **Springer**, 187p., 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-4-431-99456-5>. Acesso em: 13 out 2023.

SARWAR, M. Mite (Acari: Acarina) vectors involved in transmission of plant viruses. **Applied Plant Virology**, p. 257-273, 2020. Disponível em: [doi:https://doi.org/10.1016/C2018-0-04335-2](https://doi.org/10.1016/C2018-0-04335-2). Acesso em: 17 jul 2024.

SATTYAWONG, C. *et al.* Larval preference and performance of the green lacewing, *Plesiochrysa ramburi* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) on three species of *Cassava mealybugs* (Hemiptera: Pseudococcidae) **Agriculture and Natural Resources**.v. 50 , p.460–

464. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anres.2016.07.002>. Acesso em : 12 out 2023.

SAVITA, S.; SHARMA, A. **Fungi as Biological Control Agents**. In: GIRI, B.; PRASAD, R.; WU, QS.; VARMA, A. (eds) *Biofertilizers for Sustainable Agriculture and Environment*. *Soil Biology*, v. 55, 547p., 2019. **Springer**. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Qiang-Sheng-Wu/publication/339253814_Biofertilizers_for_Sustainable_Agriculture_and_Environment/links/5ef2ee9092851cba7a4619c4/Biofertilizers-for-Sustainable-Agriculture-and-Environment.pdf. Acesso em 15 jul 2024.

SCHOLTE, E-J. 2004. Entomopathogenic fungi for mosquito control: A review. **Journal of Insect Science**. v.4, 24p. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jis/4.1.19>. Acesso em: 23 jan 2024.

SILVA, R. F. da *et al.* Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 865–871, jun. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000600014>. Acesso em: 15 jul 2024.

SIQUEIRA, F. F. da S. **Potencial de extratos aquosos de plantas da caatinga sobre o ácaro verde da mandioca *Mononychellus tanajoa* Bondar (Acari: Tetranychidae)**. 2013. 36p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/6156>. Acesso em: 14 jul 2024.

SOARES, D.F. *et al.* Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT), Brasil. **Eng Sanit Ambient.**, v.22, n.2, p. 277-284, mar/abr 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/esa/v22n2/1809-4457-esa-s1413_41522016139118.pdf. Acesso em: 13 out 2023.

SOUSA, J. M. DE.; GONDIM JR, M. G. C.; LOFEGO, A. C. *Biologia de *Tetranychus mexicanus* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) em três espécies de Annonaceae*. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 3, p. 319–323, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000300002>. Acesso em: 8 jul 2024.

TAMAI, M.A.; ALVES, S. B. ; NEVES, P. J. 1999. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. ao ácaro *Tetranychus urticae* Koch. **Sci. Agric.** v56: p285-288. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161999000200004>. Acesso em 12 jul 2024.

TAMAI, M. A. *et al.* Avaliação de fungos entomopatogênicos para o controle de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.69, n.3, p.77-84, jul./set., 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228779531_Avaliacao_de_fungos_entomopatogonicos_para_o_controle_de_Tetranychus_urticae_Koch_Acari_Tetranychidae. Acesso em: 19 jan 2024.

TAYLOR, B. *et al.* Withinseason dynamics of red palm mite (*Raoiella indica*) and phytoseiid predators on two host palm species in South-West India. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, p. 331-345, 2012. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.1007/s10493-011-9482-0>. Acesso em: 02 jan 2024.

THOMAS, P. C., *et al.* **Exigências nutricionais da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. XI Semana Universitária X Encontro de Iniciação Científica III Feira de Ciência, Tecnologia e Inovação Mostra das Profissões- Ciência alimentando o Brasil, Unifirmes. 7p., 2016. Disponível em:https://unifimes.edu.br/filemanager_uploads/files/documentos/semana_universitaria/xi_semana/artigos/exatas/EXIGÊNCIAS%20NUTRICIONAIS%20DA%20MANDIOCA.pdf. Acesso 23 fev 2024.

THOMAZONI, D.; FORMENTINI, M. A.; ALVES, L. F. A. Patogenicidade de isolados de fungos entomopatogênicos à *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Agricultural Entomology**. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.81, n.2, p. 126-133, 2014. Disponível em: DOI: 10.1590/1808-1657001162012. Acesso em: 21 jan 2024.

TRAVAGLINI, R. V. *et al.* Description using ultramorphological techniques of the infection of *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. in larvae and adults of *Atta sexdens* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Formicidae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Ciências Naturais**, V.15, p.101-111, 2020. Disponível em: 10.46357/bcnaturais.v15i1.201. Acesso em: 24 fev 2024.

VÁSQUEZ, C.; DE MORAES, G. J. Geographic distribution and host plants of *Raoiella indica* and associated mite species in northern Venezuela. **Experimental and Applied Acarology**, v. 60, n. 1, p. 73-82, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10493-012-9623-0>. Acesso em: 01 jan 2024.

VEIGA, A. F. de S. L. **Aspectos bioecológicos e alternativas de controle do ácaro verde da mandioca *Mononychellus tanajoa* (Bondar, 1938) (Acarina, tetranychidae) no estado de Pernambuco**. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 156p., 1985. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-20210104-164425/pt-br.php> . Acesso em: 12 out 2023.

WALTER, D. E.; PROCTOR, H. C. **Mites: ecology, evolution and behaviour**. n.2, 494p. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7164-2>. Acesso em 10 set 2024.

WANG, C. S. *et al.* Differential gene expression by *Metarhizium anisopliae* growing in root exudate and host (*Manduca sexta*) cuticle or hemolymph reveals mechanisms of physiological adaptation. **Fungal Genetics and Biology**, [s.l.], v. 42, p. 704-718, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2005.04.006>. Acesso em: 14 out 2023.

YANINEK, J. S.; HERREN, H.P. Introduction and spread of the cassava green mite,

Mononychellus tanajoa (Bondar) (Acari: Tetranychidae), an exotic pest in Africa and the search for appropriate control methods: A review. **Bulletin of Entomological Research**. v.78. 13p.1988. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.1017/S0007485300016023>. Acesso em: 13 out 2023.

YUCEL, C. Effects of local isolates of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin on the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae). **Egypt J Biol Pest Control**, v.31, n.63, 7p. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00409-2>. Acesso em: 21 fev 2024.

ZAHER, M.A.; WAFI, K. A.; YOUSEF, A.A. Biological studies on *Raoiella indica* Hirst and *Phyllostetranychus aegyptiacus* Sayed infesting Date palm trees in U.A.R. (Acarina: Tenuipalpidae). **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, v.63, p.406-411, 1969. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0418.1969.tb04395.x>. Acesso em; 30 dez 2023.

ZANNOU, I. D. *et al.* Native phytoseiid mites as indicators of non-target effects of the introduction of *Typhlodromalus aripo* for the biological control of cassava green mite in Africa. **Biological control**. v. 41, ed.02, p. 190–198. 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.01.016>. Acesso em: 11 out 2023.

ZHANG, L; SHI, EW.B; FENG, M.G. Histopathological and molecular insights into the ovicidal activities of two entomopathogenic fungi against two-spotted spider mite. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.117, p. 73-78, 2014. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.jip.2014.02.005>. Acesso em 22 fev 2024.

ZHANG, Y.X., *et al.* A novel use of predatory mites for dissemination of fungal pathogen for insect biocontrol: The case of *Amblyseius swirskii* and *Neoseiulus cucumeris* (Phytoseiidae) as vectors of *Beauveria bassiana* against *Diaphorina citri* (Psyllidae). **Systematic and Applied Acarology**. v.20, p.177-187, 2015. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.11158/saa.20.2.4>. Acesso em: 11 ago 2024.

ZHANG, F., *et al.* Phylogenomics from low-coverage whole-genome sequencing. **Methods Ecol Evol**. v.10: p.507–517, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13145>. Acesso em: 11 ago 2024.