



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE**

**POTENCIAL DE *Beauveria bassiana* NO CONTROLE DO
ÁCARO-DA-NECROSE *Aceria guerreronis* (ACARI:
ERIOPHYIDAE)**

SAMUEL FARIAS SANTANA

2022



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE**

SAMUEL FARIAS SANTANA

**POTENCIAL DE *Beauveria bassiana* NO CONTROLE DO ÁCARO-DA-NECROSE
Aceria guerreronis (ACARI: ERIOPHYIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

Orientador
Prof. Dr. Adenir Vieira Teodoro

SÃO CRISTÓVÃO SERGIPE – BRASIL2



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

S232p Santana, Samuel Farias.
Potencial de *Beauveria bassiana* no controle do ácaro-da-necrose *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) / Samuel Farias Santana; orientador Adenir Vieira Teodoro. – São Cristóvão, SE, 2022.
42 f.; il.

Dissertação (mestrado em Agricultura e Biodiversidade) –
Universidade Federal de Sergipe, 2022.

1. Agrobiodiversidade. 2. Fungos entomopatogênicos. 3. Inseticidas. 4. Sistemas de controle biológico I. Teodoro, Adenir Vieira, orient. II. Título.

CDU 582.281.21

SAMUEL FARIAS SANTANA

**POTENCIAL DE *Beauveria bassiana* NO CONTROLE DO ÁCARO-DA-NECROSE
Aceria guerreronis (ACARI: ERIOPHYIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

APROVADA em 28 de julho de 2022.

Prof^a. Dr^a. Glauca Barretto Goncalves
UFS

Prof. Dr. José Oliveira Dantas
IFS

Documento assinado digitalmente
 ADENIR VIEIRA TEODORO
Data: 28/09/2022 14:58:07-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Adenir Vieira Teodoro
EMBRAPA/UFS - PPGAGRI
(Orientador)

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir saúde e determinação para não desanimar durante toda a vida.

A minha mãe querida, Ana Lucia, por me gerar e amar sem medidas, minhas maravilhosas irmãs Ana Cleide, Maria e Luciana por serem exemplo de garra e persistência. Aos meus sobrinhos lindos, Nathalia, Henrique, Alice e Laiza por encherem a vida do titio de orgulho, e que sempre que incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

Aos meus amigos, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período em que me dediquei a esta realização, em especial a Leila Oliveira, Ruana Bomfim, Rodrigo Ferrari, Ianca Larissa, Selma Pimentel, Tahisa Teles, Mirelly Mazoni, Camila Mendonça, Regina Lemos, Renata Lemos, Débora Siqueira, Guilherme Uchoa, Anderson Argolo, Tirezah Wanne, Joana Beatriz, Jéssica Sampaio, Marzah Meurer, Ana Claudia, Pedro de Jesus, Decamps Balbino, Cintia Horta, Jean Silveira e Dana Macedo.

À equipe do Laboratório de Entomologia Agrícola, Jéssica Fontes, Eduardo Otavio, em especial ao meu orientador, Dr. Adenir Vieira Teodoro, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso. À Professora Gláucia Barreto, por todos os conselhos, ajuda e paciência que guiaram o meu processo de formação profissional.

À Canindé Insumos Especializados, em especial à senhora Maria do Carmo e aos engenheiros agrônomos Juan Lopes, Evillyn e Raul.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	i
e ii	iii
LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 A cultura do coqueiro: aspectos socioeconômicos	2
2.2 Ácaro-da-necrose (<i>Aceria guerreronis</i>).....	2
2.3 Controle biológico	4
2.4 Fungos entomopatogênicos e acaropatogênicos	5
2.5 <i>Beauveria bassiana</i>	5
3. MATERIAIS E MÉTODOS	7
3.1 Coleta de <i>A. guerreronis</i> e escolha de cepa de <i>B. bassiana</i>	7
3.2 Reativação da virulência da cepa de <i>B. bassiana</i> e preparação de suspensão de conídios	7
3.3 Determinação das concentrações letais (CL) da cepa Bb 032 ao ácaro <i>A. guerreronis</i> ...	8
3.4 Inibição de crescimento micelial de <i>B. bassiana</i>	10
4. RESULTADOS	13
4.1 Determinação das concentrações letais (CL) da cepa Bb 032 ao ácaro <i>A. guerreronis</i> .	13
4.2 Efeito da CL ₅₀ e CL ₉₀ dos óleos e calda sulfocálcica no crescimento do fungo	13
5. DISCUSSÃO.....	20
5.1 Determinação das concentrações letais (CL) da cepa Bb 032 ao ácaro <i>A. guerreronis</i> .	20
5.2 Efeito da CL ₅₀ e CL ₉₀ dos óleos e calda sulfocálcica no crescimento do fungo	21
6. CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Colônia do ácaro-da-necrose <i>Aceria guerreronis</i>	1
2	Danos em frutos causados pelo ácaro-da-necrose <i>Aceria guerreronis</i>	4
3	Cepa Bb032 do fungo <i>Beauveria bassiana</i>	7
4	Quantificação de conídios de <i>Beauveria bassiana</i> através da câmara de Neubauer.....	8
5	Concentrações do fungo <i>Beuveria bassiana</i>	8
6	Arenas confeccionadas com ágar bacteriológico sobre pedaços de perianto do fruto.....	9
7	Câmara climatizada tipo BOD.....	9
8	Ácaros infectados pelo fungo <i>Beauveria bassiana</i> com extrusão de hifas..	10
9	Óleo de nim comercial utilizado no experimento de seletividade ao fungo <i>Beauveria bassiana</i>	10
10	Óleo mineral comercial utilizado no experimento de seletividade ao fungo <i>Beauveria bassiana</i>	11
11	Calda sulfocálcica utilizada no experimento de seletividade ao fungo <i>Beauveria bassiana</i>	11
12	Placas de Petri vertidas com meio BDA.....	12
13	A e B –Suspensão fungo <i>Beauveria bassiana</i> micropipetada em placas com óleo de nim, óleo mineral e calda sulfocálcica. C – Placas após a inoculação de <i>Beauveria bassiana</i>	12
14	Paquímetro utilizado para medição do crescimento micelial de <i>Beauveria bassiana</i>	13
15	Avaliação final do crescimento micelial de <i>Beauveria bassiana</i> submetido à CL ₅₀ do óleo de nim.....	13
16	Avaliação final do crescimento micelial de <i>Beauveria bassiana</i> submetido à CL ₅₀ do óleo mineral.....	15
17	Avaliação final do crescimento micelial de <i>Beauveria bassiana</i> submetido a 0,3° Bé da calda sulfocálcica.....	16
18	Crescimento micelial (cm) do fungo <i>B. bassiana</i> submetido à CL ₅₀ dos óleos de nim, mineral e 0,3° Bé da calda sulfocálcica.....	16
19	Avaliação final do crescimento micelial de <i>Beauveria bassiana</i> submetido à CL ₉₀ do óleo de nim.....	17
20	Avaliação final do crescimento micelial de <i>Beauveria bassiana</i> submetido à CL ₉₀ do óleo mineral.....	17
21	Crescimento micelial (cm) do fungo <i>B. bassiana</i> submetido à CL ₉₀ dos óleos de nim, mineral e 0,3° Bé da calda sulfocálcica.....	18
22	Crescimento micelial (cm) do fungo <i>B. bassiana</i> submetido à CL ₅₀ dos óleos de nim, mineral, e da calda sulfocálcica após 2, 4, 6, e 8 dias da aplicação.	18
23	Crescimento micelial (cm) do fungo <i>B. bassiana</i> submetido à CL ₉₀ dos óleos de nim, mineral, e da calda sulfocálcica após 2, 4, 6, e 8 dias da aplicação.	19
24	Interação entre os tratamentos e o tempo no crescimento micelial de <i>B. bassiana</i> (cm) submetido à CL ₅₀ dos óleos de nim, mineral, e da calda sulfocálcica ao longo dos dias.....	19
25	Interação entre os tratamentos e o tempo no crescimento micelial de <i>B. bassiana</i> (cm) submetido à CL ₉₀ dos óleos de nim, mineral, e da calda sulfocálcica ao longo dos dias.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Concentrações letais (CL) do fungo <i>B. bassiana</i> (Cepa Bb) a adultos de <i>A. guerreronis</i> (n = 720).....	13
2	Resumo da Anova para medidas repetidas para a CI50 dos óleos e da calda sulfocálcica ao ácaro <i>A. guerreronis</i>	14
3	Resumo da Anova para medidas repetidas para a CL90 dos óleos e da calda sulfocálcica ao ácaro <i>A. guerreronis</i>	14

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

Bb032	Cepa do fungo <i>Beauveria bassiana</i>
BDA	Meio de batata-dextrose-ágar
CL ₅₀	Concentração letal que leva à morte de 50% dos indivíduos
CL ₉₀	Concentração letal que leva à morte de 90% dos indivíduos
CL	Concentrações letais

RESUMO

SANTANA, Samuel Farias. **Potencial de *Beauveria bassiana* no controle do ácaro-da-necrose *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae)**. São Cristóvão: UFS, 2022. 30p. (Dissertação – Mestrado em Agricultura e Biodiversidade).*

O ácaro-da-necrose, *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae), é considerado praga-chave na cultura do coqueiro. O controle químico é, atualmente, uma das formas mais utilizadas para controlar essa praga. Frente aos diversos problemas sociais, econômicos e ambientais ocasionados pelo uso de agrotóxicos, surge a necessidade de alternativas ambientalmente viáveis para o seu controle como o uso de fungos entomopatogênicos. Assim, este trabalho objetivou estimar as concentrações letais da cepa Bb 032 do fungo *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill (Moniliales: Moniliaceae) ao ácaro-da-necrose e avaliar a seletividade do óleo de nim, óleo mineral e da calda sulfocálcica no crescimento micelial do fungo *in vitro*. Esses óleos e a calda são defensivos alternativos usados no controle de pragas do coqueiro, no entanto não se conhece seus possíveis efeitos deletérios sobre *B. bassiana*. Seis concentrações do fungo foram pulverizadas em arenas com ácaros para determinar as concentrações letais. Posteriormente, concentrações do óleo de nim, óleo mineral e da calda sulfocálcica foram micropipetadas em placas de Petri para determinar a sua seletividade ao fungo. Os dados foram submetidos à análise de PROBIT para estimar as concentrações do fungo *B. bassiana* ao ácaro-da-necrose e ANOVA para medidas repetidas para estimar a seletividade dos óleos e da calda ao fungo *B. bassiana*. A concentração letal média CL₅₀ para a cepa Bb 032 foi de $1,31 \times 10^5$ conídios/mL e a CL₈₀ foi de $2,04 \times 10^6$. Os óleos de nim e mineral foram seletivos a *B. bassiana* ($F = 79,6$; $p < 0,0001$). Assim, conclui-se que o fungo *B. bassiana* apresenta potencial de controle do ácaro-da-necrose, bem como o óleo de nim e mineral podem ser empregados no manejo de pragas na cultura do coqueiro sem que interfiram no crescimento micelial do fungo, e possivelmente em sua eficiência no controle do ácaro.

Palavras-chave: bioinseticida, controle biológico, fungo entomopatogênico, MIP.

* Comitê Orientador: Adenir Vieira Teodoro – EMBRAPA – UFS/PPGAGRI (Orientador).

ABSTRACT

SANTANA, Samuel Farias. *Beauveria bassiana* **potential to control coconut mite** *Aceria guerreronis* (**Acari: Eriophyidae**). São Cristóvão: UFS, 2022. 30p. (Thesis - Master of Science in Agriculture and Biodiversity).*

The coconut mite, *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae), is a key pest in coconut plantations. Chemical control is currently one of the most used strategies to control this pest. Faced with the various social, economic, and environmental problems caused by the use of pesticides, there is a need for environmentally viable alternatives for its control, such as entomopathogenic fungi. Thus, this work aimed to estimate the lethal concentrations of the Bb 032 strain of fungus *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill (Moniliales: Moniliaceae) to the coconut mite and to evaluate the selectivity of neem oil, mineral oil, and lime sulfur on the mycelial growth of the fungus *in vitro*. These oils and lime sulfur are alternative pesticides used in the control of coconut pests, however their side effects on *B. bassiana* are yet to be studied. Six concentrations of the fungus were sprayed in arenas with mites to determine the lethal concentrations. Subsequently, concentrations of neem and mineral oils, and lime sulfur were micro pipetted in Petri dishes to determine their selectivity to the fungus. Data were subjected to PROBIT analysis to estimate the concentrations of the fungus *B. bassiana* to the coconut mite and to ANOVA repeated measures to estimate the selectivity of oils and lime sulfur to the fungus *B. bassiana*. The mean lethal concentration CL_{50} was 1.31×10^7 conidia/mL, and the CL_{800} was 2.04×10^6 . Neem oil and mineral oil were selective for *B. bassiana* ($F = 79.6$, $p < 0.0001$). Thus, *B. bassiana* has the potential to control the coconut mite, as well as neem and mineral oil can be used in the management of coconut pests without impairing micelial growth of the fungus, and possibly not affecting its efficiency in the control of the mite

Key-words: bioinsecticide, biological control, entomopathogenic fungus, IPM.

* Supervising Committee: Adenir Vieira Teodoro – EMBRAPA – UFS/PPGAGRI (Orientador).

1. INTRODUÇÃO

O coqueiro, *Cocos nucifera* L., é considerado uma das espécies cultivadas de maior valor comercial do mundo, tendo seus subprodutos utilizados em cerca de 90 países, com destaque para o Brasil que ocupa o quinto lugar na produção mundial, além de apresentar condições climáticas favoráveis para o seu desenvolvimento (ELEVITCH, 2006; ROSADO *et al.*, 2016; PATIL; BENJAKUL, 2018; FERREIRA *et al.*, 2019; BRAINER, 2021; IGNACIO AND MIGUEL, 2021).

O ácaro-da-necrose, *Aceria guerreronis* keifer (Acari: Eriophyidae), é considerado a principal praga da cultura, causando perdas superiores a 80% em coqueirais do nordeste brasileiro (KEIFER, 1975; MARIAU, 1977; LINS, 2002; MORAES; FLECHTMANN, 2008; NAVIA *et al.*, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Os danos causados pelo ácaro caracterizam-se por lesões de coloração branco amarelada de formato triangular na epiderme próxima às brácteas que evoluem para lesões em forma de fendas longitudinais e necrosadas, acarretando em perdas significativas devido à redução no tamanho do fruto, peso e volume de água, e redução do valor comercial (MOORE; HOWARD, 1996; MONTEIRO *et al.*, 2012; NAVIA *et al.*, 2013; TEODORO *et al.*, 2017).

Atualmente, o controle químico com acaricidas sintéticos é a principal forma de manejo deste ácaro, reduzindo populações de inimigos naturais e entomopatógenos presentes nos agroecossistemas, além de contaminar solos, pessoas e selecionar indivíduos resistentes a esses produtos (RAMARAJU *et al.*, 2002; GUEDES *et al.*, 2016; ISMAN *et al.*, 2020).

O fungo *Beauveria bassiana* (Moniliales: Moniliaceae) ocorre naturalmente em agroecossistemas, reduzindo densidades populacionais de artrópodes fitófagos. Este fungo é considerado um importante agente regulador em programas de manejo integrado de pragas (MIP) (ALMEIDA, 2005; MONTEIRO *et al.*, 1998; MORA *et al.*, 2017), e apresenta potencial de controle sobre diversos ácaros fitófagos (BARRETO *et al.*, 2004; LEKIMME *et al.*, 2006; UHRY, 2007; GATARAYIHA; LAING; MILLER, 2012; FREITAS *et al.*, 2019; ROBLES- ACOSTA *et al.*, 2019; YUCEL, 2021; MINGUELY *et al.*, 2021).

Com base no exposto, surge a necessidade de alternativas ecológicas e ambientalmente viáveis, como a utilização do fungo *Beauveria bassiana*, através de pulverizações sinérgicas com óleos vegetais e calda sulfocálcica para o controle de *A. guerreronis* (ALVES *et al.*, 1998; MORAES; FLECHTMANN, 2008; LIN *et al.*, 2017; TEODORO *et al.*, 2020)

Por exemplo, os óleos de nim e mineral, e a calda sulfocálcica são defensivos alternativos usados no controle de pragas do coqueiro, no entanto não se conhece seus possíveis efeitos deletérios sobre *B. bassiana*. Assim, o objetivo do trabalho foi estimar as concentrações letais do fungo *B. bassiana* (Bals) Vuill ao ácaro-da-necrose e avaliar a seletividade do óleo de nim, óleo mineral e da calda sulfocálcica comerciais no crescimento micelial do fungo *in vitro*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do coqueiro: aspectos socioeconômicos

O coqueiro, *Cocos nucifera* L., faz parte da família Arecaceae, é originário do sudeste asiático e distribuído por regiões tropicais do globo terrestre com exploração comercial em cerca de 90 países (SIQUEIRA; ARAGÃO; TUPINAMBÁ, 2002; ROSADO2016 *et al.*, 2016).

O coqueiro é adaptado a regiões tropicais predominante em solos arenosos, altas temperaturas e alta umidade, além de tolerar curtos períodos climáticos abaixo de 21 °C (ELEVITCH, 2006; FERREIRA *et al.*, 2019).

O coqueiro apresenta potencial agrícola devido aos elevados números de empregos diretos e indiretos gerados em toda cadeia produtiva (DEBMANDAL; MANDAL, 2011; MACHADO *et al.*, 2020). Os frutos são mais consumidos devido às características organolépticas e alto valor nutricional (GUNN; BAUDOUIN; OLSEN, 2011). O consumo dos frutos do coqueiro pode ser de forma *in natura* ou industrializados, além de suas raízes, estipes, inflorescências, folhas e palmitos através de mais de 100 subprodutos (MIRISOLA FILHO, 2002; PATIL; BENJAKUL, 2018).

A produção de coco vem se intensificando nos últimos anos com uma área mundial plantada de 11,8 milhões de hectares, produzindo 62,9 milhões de toneladas. O continente Asiático registra a maior produção mundial de coco, com 84%, seguido do continente Americano, Oceania e África. O Brasil ocupa a 5º posição no ranking mundial entre os maiores produtores da cultura no mundo, com produção de coco no país em 2021 estimada em 2.447,000 toneladas, tendo a região nordeste com uma concentração de 80,9% da área colhida de coco do país e 73,5% de sua produção (FAO, 2021; BRAINER, 2021).

A cultura do coco no Brasil tem sua evolução devido a grandes áreas implantadas no país ao longo dos anos, através de sistemas altamente tecnificados de manejo como adubação equilibrada e variedades melhoradas, o que garantem altos desempenhos produtivos da cultura (MARTINS; JESUS JUNIOR, 2011). A cultura sofre perdas econômicas consideráveis devido ao ataque de ácaros fitófagos, com destaque para os ácaros *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae), *Steneotarsonemus furcatus* De Leon (Acari: Tarsonemidae), *Tetranychus mexicanus* Mc Gregor (Acari: Tetranychidae) e, mais recentemente, *Raoiella indica* Hirst (Acari; Tenuipalpidae) (NAVIA *et al.*, 2011, 2013).

2.2 Ácaro-da-necrose (*Aceria guerreronis*)

O ácaro-da-necrose, *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) (Figura 1), foi descrito pela primeira vez no estado de Guerrero, no México, e relatado em seguida em outros países da América, África e Ásia (KEIFER, 1975; MARIAU, 1977; FERNANDO *et al.*, 2002; MORAES; FLECHTMANN, 2008; NAVIA *et al.*, 2013). Robbs e Peracchi (1965) relataram a presença do ácaro em cultivos brasileiros no estado do Rio de Janeiro em 1964 e, em seguida, no estado de Pernambuco, em frutos com sintomas de necrose meristemática, rachaduras superficiais e queda prematura (AQUINO; ARRUDA, 1967; HAQ; SUMANGALA; RAMANI, 2002). Atualmente, o ácaro é considerado praga-chave em coqueirais brasileiros, sobretudo na região Nordeste (FERREIRA; MICHEREFF FILHO; LINS, 2002; ISMAN *et al.*, 2020).

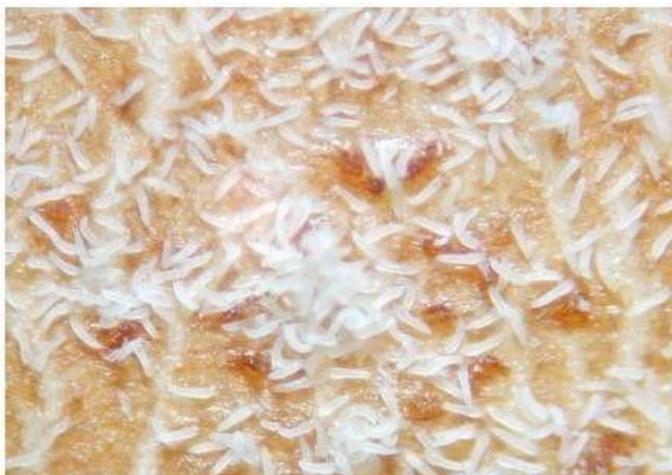


Figura 1. Colônia do ácaro-da-necrose *Aceria guerreronis*. Foto: Teodoro, A. (2022).

O ácaro possui corpo alongado e vermiforme, de coloração branco-leitoso com tamanho de aproximadamente 255 μm de comprimento, e dois pares de pernas articuladas (MOORE; HOWARD, 1996; MORAES; FLECHTMANN, 2008). As fêmeas ovipositam em média 66 ovos de coloração hialino com formato oval durante 15 dias, com desenvolvimento médio de ovo a adulto entre 8 e 10 dias (ANSALONI; PERRJNG, 2004). O ácaro passa por três estágios de desenvolvimento antes de atingir a idade adulta, a saber: ovo (2,5 a 3,5 dias), larva (1,5 a 2,5 dias) e ninfa com duração de 2,0 dias, respectivamente (a 28 ± 2 °C de temperatura e 80% de umidade relativa), e entre as fases de ninfa a adulto (1,0 a 1,5 dias) (SOBHA; HAQ, 2011).

As colônias de *A. guerreronis* encontram-se dispersas no perianto dos frutos, que fica entre a superfície abaxial das brácteas e a superfície dos frutos, sendo os tecidos meristemáticos a região de fácil inserção do aparelho bucal do ácaro, facilitando sua alimentação (MORAES; FLECHTMANN, 2008). A dispersão do ácaro entre os cultivos ocorre através de sua locomoção entre frutos e/ou pela ação do vento (GALVÃO *et al.*, 2012). O artrópode ataca frutos de todas as idades, com aumento da população em frutos das folhas 13 e 14, com três e quatro meses de idade (NEGLOH; HANNA; SCHAUSBERGER, 2011; SOUZA *et al.*, 2012).

Os danos causados nos frutos são oriundos da alimentação do ácaro que se dá através do conteúdo celular meristemático, provocando a morte do tecido vegetal da área afetada, caracterizada por uma mancha branco-amarelada de formato triangular na epiderme próxima às brácteas, se expandindo para lesões com formato de fendas longitudinais e necrosadas (MARIAU, 1977; MORAES; FLECHTMANN, 2008; NAVIA *et al.*, 2013) (Figura 2). Perdas significativas são relatadas por Moore e Howard (1996) e Monteiro *et al.* (2012) em regiões produtoras de coco no mundo, entre elas estão a redução no tamanho do fruto, redução de peso e volume de água, e valor comercial.



Figura 2. Danos em frutos causados pelo ácaro-da-necrose *Aceria guerreronis*. Foto: Samuel Farias Santana (2022).

Devido ao hábito que este ácaro tem em se desenvolver no perianto, as estratégias de controle atuais nem sempre são suficientes para a redução das populações para abaixo do nível de dano econômico (FERREIRA; MICHEREFF FILHO; LINS, 2002; MONTEIRO *et al.*, 2012). O controle químico é a principal forma de manejo utilizados pelos cocoicultores para a redução dos níveis populacionais da praga, o que o torna um método oneroso, especialmente por serem necessárias várias aplicações ao longo do ciclo da cultura, e como consequência do uso indiscriminado, solos e pessoas são contaminados além de selecionar indivíduos resistentes a esses produtos. Sob estas circunstâncias, medidas de controle alternativo são altamente desejáveis (PERSLEY, 1992; RAMARAJU *et al.*, 2002; MORAES; FLECHTMANN, 2008; MONTEIRO *et al.*, 2012; GUEDES *et al.*, 2016; LIMA *et al.*, 2017; LIN *et al.*, 2017; TEODORO *et al.*, 2020).

2.3 Controle biológico

O controle biológico consiste no uso de inimigos naturais para a regulação de pragas, patógenos e plantas espontâneas (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Esses organismos têm sido utilizados no manejo de artrópodes há séculos, porém nos últimos 100 anos houve um grande aumento no seu uso, bem como na compreensão de como manipulá-los, sendo estes parte efetiva e segura nos sistemas de manejo de pragas (CARVALHO *et al.*, 2009).

Entre os agentes de controle biológico existem grupos bastante variados, como insetos, vírus, fungos, bactérias, nematoides, protozoários, micoplasmas, ácaros, aranhas, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (PARRA *et al.*, 2002). Predadores, parasitas, parasitoides e patógenos são terminologias utilizadas para classificar inimigos naturais. Muitos esquemas de controle biológico usam predadores de insetos e ácaros, insetos que parasitam outros insetos (parasitoides) e também vários agentes microbianos (bactérias, vírus e fungos) que foram desenvolvidos e aplicados no controle biológico de insetos e ácaros-praga (BALE; VAN LENTEREN; BIGLER, 2008).

Por estar localizado em uma região tropical onde o número de espécies de fungos entomopatogênicos é bastante grande, o Brasil tem grande potencial para utilização desse método de controle (PARRA *et al.*, 2002). No entanto, o maior uso desses microrganismos dependerá do interesse de um maior número de empresas em produzir organismos eficientes no controle de pragas, e também é necessário diminuir as lacunas ainda existentes entre o conhecimento básico dos pesquisadores sobre controle biológico e seu uso prático pelos agricultores (MORAES *et al.*, 2008). O controle de pragas por meio de fungos

entomopatogênicos é uma opção desejável para evitar aplicações químicas e aumentar a proteção ambiental (AHMED; LEATHER, 2011).

2.4 Fungos entomopatogênicos e acaropatogênicos

Os fungos entomopatogênicos compreendem cerca de 1000 espécies distribuídas em 100 gêneros (LEGER; WANG, 2010; VEGA; KAYA; TANADA, 2012). Os primeiros estudos com estes organismos ocorreram no início do século XVIII com foco no desenvolvimento de formas de manejar doenças que estavam prejudicando a indústria do bicho-da-seda na França (VEGA *et al.*, 2009). Os fungos entomopatogênicos são capazes de infectar insetos e ácaros fitófagos, por isso são de extrema importância no controle dessas pragas (KHAN *et al.*, 2012). Os principais fungos entomopatogênicos encontrados em agrossistemas são *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *M. majus*, *M. acridum*, *M. flavoviride*, *Nomuraea rileyi*, *Aspergillus ochraceus*, entre outros (ALVES, 1998). Esses fungos possuem como principal mecanismo de infecção a penetração através da cutícula, diferentemente de outros patógenos que têm o mecanismo de infecção por via oral. A invasão parenteral garante a esse grupo a possibilidade de infectar diversos estágios dos insetos, como ovos e pupas, ou infectar larvas e adultos somente por contato (ALVES, 1998; LIU *et al.*, 2009; GABARTY *et al.*, 2014; MORA *et al.*, 2017).

Estes fungos apresentam vantagens em relação aos outros microrganismos (bactérias, protozoários, vírus e nematoides), por exemplo: uma ampla gama de hospedeiros, melhor dispersão de um hospedeiro infectado para outro não infectado, não são patogênicos para humanos ou qualquer outro animal vertebrado, e fácil manipulação e armazenamento (MILNER, 2000; GINDIN *et al.*, 2002; KAMP; BIDOCHKA, 2002).

O uso desses fungos torna-se uma alternativa viável, como bioinseticidas, uma vez que os mesmos não causam danos ao meio ambiente, o que o torna biologicamente e economicamente vantajoso no manejo de ácaros-praga (SUN; FUXA; HENDERSON, 2003; WANG; HU; LEGER, 2005).

2.5 *Beauveria bassiana*

O fungo *Beauveria bassiana* foi identificado pela primeira vez através do italiano Agostino Bass no início do século XVIII, quando lagartas do bicho-da-seda de uma produção doméstica estavam sendo infectadas por uma doença denominada de muscardina, caracterizada por uma massa branca que causava mortalidade nos insetos (SVEDESE, 2007; UHRY, 2007).

B. bassiana pertence à ordem Ascomycota, classe Hyphomycete e família Monilaceae com distribuição cosmopolita facultativa (ALMEIDA, 2005). Monteiro *et al.* (1998) consideram a espécie do fungo como generalista no controle de várias ordens de insetos e ácaros.

A capacidade que o fungo tem em se adaptar a vários nichos ambientais, apresentar alta taxa de crescimento e produzir altos níveis de conídios, é revelada através de estudos de sequenciamento de RNA e taxas de germinação, o que favorece a fácil penetração das estruturas infectivas no tegumento de insetos e ácaros (SINGH *et al.*, 2004; XIAO *et al.*, 2012).

B. bassiana produz conídios uninucleados e/ou multinucleados, arredondados e hialinos, com tamanhos que medem entre 1,5 e 2,0 μm e conidióforos sônicos ou agrupados (ALVES, 1998). A temperatura ótima para o seu crescimento é entre 20 °C e 30 °C, porém o fungo é capaz de crescer em temperaturas entre 6 °C e 35 °C (FARGUES *et al.*, 1997; ALVES, 1998).

Desde o primeiro relato, *B. bassiana* é utilizado como bioinseticida no controle de insetos e ácaros-praga como a broca-do-café *Hypothenemus hampei* (FERRARI, 1867)

(Coleoptera: Scolytidae), moleque-da-bananeira *Cosmopolites sordidus* Germar, ácaro-da-falsa-ferrugem *Phyllocoptruta oleivora* (ASHMEAD, 1879), (Acari, Eriophyidae), broca-do-olho *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae), broca-da-cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794) (Lepidoptera, Pyralidae) e mosca-branca *Bemisia tabaci* (GENN, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) (UHRY, 2007).

Barreto *et al.* (2004) relataram em trabalho realizado que isolados de *B. bassiana* causaram elevados índices de mortalidade (91,0%) ao ácaro-verde-da-mandioca *Mononychellus tanajoa* (BONDAR, 1938) (Acari, Tetranychidae) semelhante a resultados encontrados por Lekimme *et al.* (2006), em testes de patogenicidade ao ácaro parasita de coelhos *Psoroptes* spp. (Acari: Psoroptidae).

B. bassiana apresenta excelente potencial como agente biocontrolador do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em folhas de feijoeiros em casa de vegetação com mortalidade variando entre 92,5 e 95% (GATARAYIHA; LAING; MILLER, 2012; ULLAH, LIM, 2014). Freitas *et al.* (2021) também comprovam a eficiência do fungo ao ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), sob baixas concentrações de esporos. Testes de patogenicidade utilizando *B. Bassiana* sobre o ácaro da ferrugem-dos-citros família do *A. guerreronis* (Acari: Eriophyidae), apresentam resultados promissores no controle desse microácaro (ALVES *et al.*, 2005; MINGUELY *et al.*, 2021; ROBLES-ACOSTA *et al.*, 2019).

Com base no exposto, surge a necessidade de alternativas ecológicas e ambientalmente viáveis, como a utilização do fungo *Beauveria bassiana*, através de pulverizações sinérgicas com óleos vegetais e calda sulfocálcica para o controle de *A. guerreronis* (PENTEADO *et al.*, 2000; TEODORO *et al.*, 2017; LIMA *et al.*, 2017; FREITAS *et al.*, 2019).

Por exemplo, os óleos de nim e mineral, e a calda sulfocálcica são defensivos alternativos usados no controle de pragas do coqueiro, no entanto não se conhece seus possíveis efeitos deletérios sobre *B. bassiana*.

O óleo bruto vegetal de nim, óleo mineral e calda sulfocálcica apresentaram toxicidade letal ao ácaro *P. oleivora* (ASHMEAD, 1879) em experimento anterior feito pelo autor do trabalho (dados não publicados) (óleo de nim $CI_{50} = 0,6\%$, $CI_{80} = 1,0\%$, óleo mineral $CI_{50} = 1,0\%$, $CI_{80} = 2,0\%$ e calda sulfocálcica 0,3 Bé) além de serem defensivos alternativos usados no controle do pragas de coqueiro, no entanto não se conhece seus possíveis efeitos deletérios sobre *B. bassiana*.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi estimar as concentrações letais do fungo *B. bassiana* ao ácaro-da-necrose e avaliar a seletividade do óleo de nim, óleo mineral e da calda sulfocálcica comerciais no crescimento micelial do fungo *IN VITRO*,

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Coleta de *A. guerreronis* e cepa de *B. bassiana*

Frutos de coco infestados com *A. guerreronis* foram coletados em coqueiros da Embrapa Tabuleiros Costeiros, em Aracaju - SE (10° 57' 03" S; 37° 03' 07" O), Brasil. Colônias de ácaros foram isoladas para utilização nos testes de letalidade de *B. bassiana* ao ácaro-da-necrose. A cepa de *B. bassiana* utilizada neste experimento foi escolhida com base no trabalho de FREITAS *et al.* (2021), no qual a cepa do Bb 032 foi a mais patogênica ao ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). Esta cepa pertence à Embrapa Tabuleiros Costeiros e foi isolada em 1991 através de extrusão de hifas do exoesqueleto da praga de coqueiro *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) coletados em coqueirais de Aracaju – SE (Figura 3).

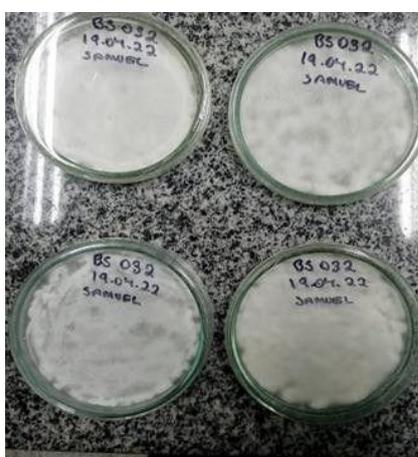


Figura 3. Cepa Bb 032 do fungo *Beauveria bassiana*. Foto: Samuel Farias Santana (2022).

3.2 Reativação da virulência da cepa de *B. bassiana* e preparação de suspensão de conídios

Para a reativação da virulência da cepa Bb 032 de *B. bassiana*, uma suspensão fúngica de 10^8 conídios/ml foi pulverizada por meio de torre de Potter em brácteas de frutos colonizadas por *A. guerreronis*. As brácteas foram mantidas em câmara climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Ácaros mortos foram transferidos para câmara úmida para a extrusão de hifas dos cadáveres e após a reativação da virulência, a cepa foi inoculada em placas de Petri (9 cm \varnothing) contendo meio de batata-dextrose-ágar (BDA) e incubadas em câmara climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotofase de 12 horas e umidade relativa de $70 \pm 10\%$, por 12 dias, até plena esporulação.

Para a preparação das suspensões do fungo, esporos foram raspados das placas de Petri, com auxílio de uma espátula de ferro previamente flambada e, em seguida, transferidos para tubos de ensaio para as diluições sucessivas para contagem e quantificação de esporos em câmara de Neubauer (Figura 4).

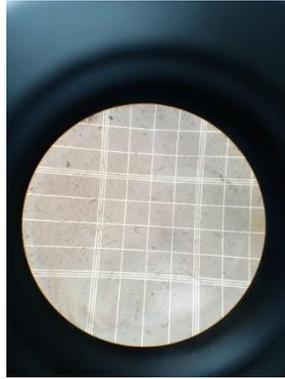


Figura 4. Quantificação de conídios de *Beauveria bassiana* através da câmara de Neubauer. Foto: Samuel Farias Santana (2022).

3.3 Determinação das concentrações letais (CL) da cepa de *B. bassiana* ao ácaro *A. guerreronis*

Os procedimentos utilizados neste bioensaio foram descritos por SANTOS et al., (2019). Experimentos de concentração-mortalidade foram realizados no laboratório de entomologia da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju SE. Para determinar as concentrações letais da cepa Bb 032 do fungo a adultos do ácaro-da-necrose, cinco concentrações do fungo foram utilizadas: $6,5 \times 10^2$, $6,5 \times 10^3$, $6,5 \times 10^4$, $6,5 \times 10^5$ e $6,5 \times 10^6$ conídios/mL e quantificadas através de câmara de Neubauer + espalhante adesivo Tween 80 (5mL/L) (Figura 5). Essas concentrações foram selecionadas por meio de bioensaios iniciais, situando-se entre os limites inferior (0%) e o superior (100%) de mortalidade ao ácaro-da-necrose.



Figura 5. Concentrações do fungo *Beuveria bassiana*. Foto: Samuel Farias Santana (2022).

As suspensões foram pulverizadas por meio de uma torre de Potter a uma pressão de 34 Kpa, usando uma alíquota de 1,7 mL em arenas de perianto de frutos (disco de 2 cm de diâmetro). Arenas do tratamento controle foram pulverizadas com água destilada [35]. Após as pulverizações, as arenas foram expostas ao ambiente natural por 30 minutos para secagem e em seguida transferidos 20 ácaros adultos através de um pincel de cerdas macias. Em seguida, as placas foram transferidas para câmara climatizada BOD a $26 \pm 1^\circ\text{C}$, fotofase de 12 horas e umidade relativa de $70 \pm 10\%$. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e para cada concentração e controle foram utilizadas doze repetições (arenas), com 20 adultos cada, totalizando 120 ácaros por concentração



Figura 6. Arenas confeccionadas com ágar bacteriológico sobre pedaços de perianto do fruto.
Foto: Samuel Farias Santana (2022).



Figura 7. Câmara climatizada tipo BOD. Foto: Samuel Farias Santana (2022).

A mortalidade dos ácaros foi avaliada após 24 horas com auxílio de um microscópio estereoscópico e considerados mortos pelo fungo quando mumificados e em seguida submetidos à câmara úmida para a extrusão de hifas e confirmação de morte pela ação do fungo (Figura 8).



Figura 8. Ácaros infectados pelo fungo *Beauveria bassiana* com extrusão de hifas. Foto: Samuel Farias Santana (2022).

Os resultados de mortalidade obtidos por meio dos bioensaios de concentração-mortalidade foram submetidos à análise de Probit por intermédio do procedimento PROC PROBIT do programa SAS.

3.4 Inibição de crescimento micelial de *B. bassiana*

O experimento de seletividade foi conduzido no laboratório de fitossanidade da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju - SE. Foram utilizados no bioensaio o óleo de nim (Original Nim, da empresa Base Fértil, composto por 0,12% p/p de azadiractina), óleo mineral (Agefix E8, da empresa Energis Brasil, composto por hidrocarbonetos parafínicos) e calda sulfocálcica (oriunda de produção caseira, composta por água, enxofre e cal virgem submetidos à fervura) (Figuras 9, 10 e 11).



Figura 9. Óleo de nim comercial utilizado no experimento de seletividade ao fungo *Beauveria bassiana*. Foto: Samuel Farias Santana (2022).



Figura 10. Óleo mineral comercial utilizado no experimento de seletividade ao fungo *Beauveria bassiana*. Foto: Samuel Farias Santana (2022).



Figura 11. Calda sulfocálcica utilizada no experimento de seletividade ao fungo *Beauveria bassiana*. Foto: Samuel Farias Santana (2022).

Placas de Petri (40 mm de diâmetro) foram vertidas com 20 mL de meio de cultura BDA e após o processo de solidificação do meio à temperatura ambiente, as concentrações dos óleos $CL_{50} = 0,6\%$, $CL_{80} = 1,6\%$ do óleo de nim, $CL_{50} = 0,6\%$, $CL_{80} = 1,6\%$ do óleo mineral e $0,3^\circ$ Baumé da calda sulfocálcica foram aplicadas através de micropipeta (10 μ l por placa) e espalhadas com auxílio de alça de drigalski de vidro com base na metodologia adaptada de QUEIROZ *et al.* (2020) (Figura 12). As concentrações utilizadas baseiam-se em estimativas de mortalidade desses óleos e calda a outro ácaro da mesma família que *A. guerreronis*, o ácaro-da-falsa-ferrugem-dos-citros *Phyllocoptruta oleivora* (Acari: Eriophyidae) (SANTANA, dados não publicados).

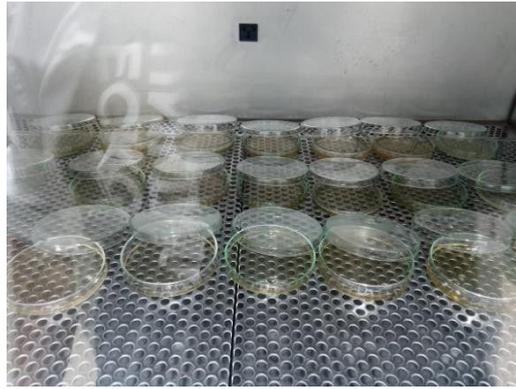


Figura 12. Placas de Petri vertidas com meio BDA. Foto: Samuel Farias Santana (2022).

Após as alíquotas dos óleos e calda secarem, suspensões fúngicas obtidas de placas repicadas da cepa Bb032, lidas e corrigidas a $6,0 \times 10^7$ esporos/mL, foram inoculadas através de micropipeta (3 μ l por placa) no centro de cada placa e, após secagem, incubadas em câmara de crescimento (BOD) a 26 °C e fotoperíodo de 12 horas (Figura 13).

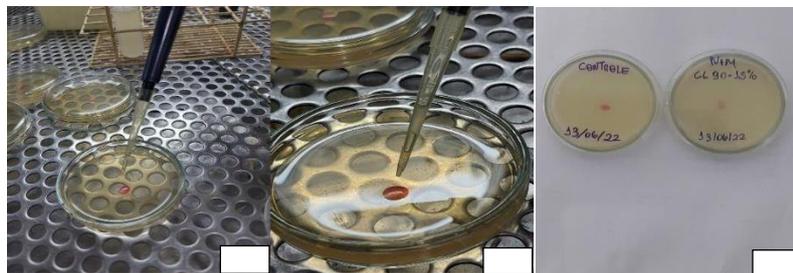


Figura 13. A e B –Suspensão fungo *Beauveria bassiana* micropipetada em placas com óleo de nim, óleo mineral e calda sulfocálcica. C – Placas após a inoculação de *Beauveria bassiana*. Foto: Samuel Farias Santana (2022).

Com auxílio de um paquímetro mensurou-se o crescimento micelial a partir de duas medidas opostas da colônia fúngica, a cada dois dias, totalizando 4 avaliações (tempo) (Figura 14). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em que cada unidade experimental foi constituída de uma placa de Petri, com 10 repetições cada, totalizando 60 placas com o controle. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas através do programa estatístico Statistica 7.0.

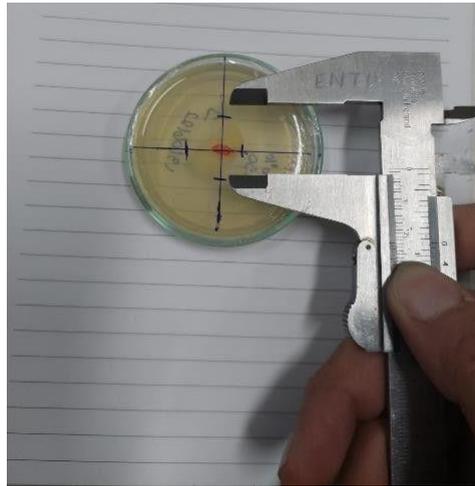


Figura 14. Paquímetro utilizado para medição do crescimento micelial de *Beauveria bassiana*. Foto: Samuel Farias Santana (2022).

4. RESULTADOS

4.1 Determinação das concentrações letais (CL) da cepa Bb 032 ao ácaro *A. guerreronis*

De acordo com a análise de Probit, a concentração letal média estimada (CL₅₀) foi de 1,31x10⁵ conídios/mL e a CL₈₀ em 2,04x10⁶ conídios/mL para a cepa Bb 032 (Tabela 1).

Tabela 1. Concentrações letais (CL) do fungo *B. bassiana* (Cepa Bb 032) a adultos de *A. guerreronis*

(n = 720).

CL ₅₀ (90% IC)	CL ₈₀ (90% IC)	Inclinação (±SE)	χ^2	<i>p</i>	<i>gl</i>
1,31x10 ⁵	2,04x10 ⁶	0,706±	6,2	0,1022	3
(8,91x10 ⁴ – 1,95x10 ⁵)	(1,22x10 ⁶ – 3,83x10 ⁶)				

4.2 Efeito da CL₅₀ e CL₉₀ dos óleos e calda sulfocálcica no crescimento do fungo

Os resultados indicam que os tratamentos tanto na CL₅₀ quanto na CL₉₀ afetaram o crescimento do fungo. O tempo também influenciou o crescimento micelial. Similarmente, houve interação entre os tratamentos e o tempo (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Resumo da Anova para medidas repetidas para a CL₅₀ dos óleos e da calda sulfocálcica ao ácaro *A. guerreronis*.

	SS	gl	MS	F	p
Intercept	1041,135	1	1041,135	5513,130	0,000000
Tratamentos	44,796	3	14,932	79,069	0,000000
Erro	6,610	35	0,189	793,301	0,000000
Tempo	177,440	3	59,147	5,131	0,000009
Tempo x tratamentos	3,443	9	0,383		
Erro	7,829	105	0,075		

Tabela 3. Resumo da Anova para medidas repetidas para a CL₉₀ dos óleos e da calda sulfocálcica ao ácaro *A. guerreronis*.

Effect	SS	gl	MS	F	p
Intercept	861,8860	1	861,8860	3538,774	0,000000
Tratamentos	31,3516	3	10,4505	42,908	0,000000
Erro	8,5244	35	0,2436		
Tempo	116,9949	3	38,9983	520,308	0,000000
Tempo x Tratamentos	5,8664	9	0,6518	8,696	0,000000
Erro	7,8700	105	0,0750		

Os óleos de nim e mineral, aplicados em suas respectivas CL₅₀, não diferiram estatisticamente no crescimento do fungo em comparação ao controle, e para a CL₉₀ foram diferentes do controle e da calda sulfocálcica e semelhantes entre si no crescimento do fungo, não sendo observados diferenças significativas de inibição nas placas de Petri ao final das avaliações, em relação ao controle. Já calda sulfocálcica diferiu estatisticamente de todos os tratamentos, inibindo o crescimento de *B. bassiana* com média de 1,7 cm (Figuras 15, 16, 17 e 18).



Figura 15. Avaliação final do crescimento micelial de *Beauveria bassiana* submetido à CL₅₀ do óleo de nim. Foto: Samuel Farias Santana (2022).

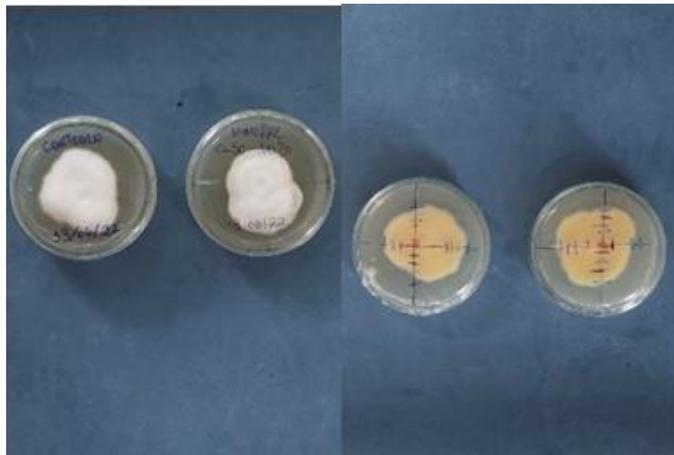


Figura 16. Avaliação final do crescimento micelial de *Beauveria bassiana* submetido à CL₅₀ do óleo mineral. Foto: Samuel Farias Santana (2022).



Figura 17. Avaliação final do crescimento micelial de *Beauveria bassiana* submetido a 0,3° Bé da calda sulfocálcica. Foto: Samuel Farias Santana (2022).

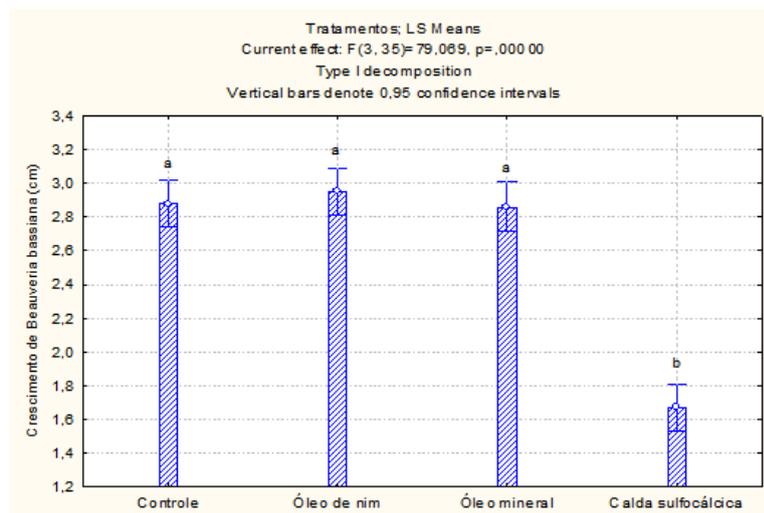


Figura 18. Crescimento micelial (cm) do fungo *B. bassiana* submetido à CL₅₀ dos óleos de nim, mineral e 0,3°Bé da calda sulfocálcica.

Os óleos de nim e mineral foram diferentes do controle e da calda sulfocálcica e semelhantes entre si no crescimento do fungo, não sendo observados diferenças significativas de inibição nas placas de Petri ao final das avaliações, em relação ao controle (Figura 19, 20 e 21).

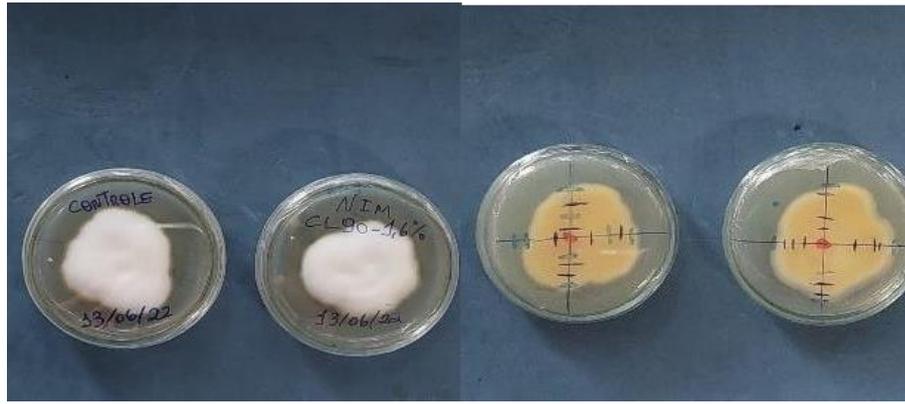


Figura 19. Avaliação final do crescimento micelial de *Beauveria bassiana* submetido à CL₉₀ do óleo de nim. Foto: Samuel Farias Santana (2022).



Figura 20. Avaliação final do crescimento micelial de *Beauveria bassiana* submetido à CL₉₀ do óleo mineral. Foto: Samuel Farias Santana (2022).

Os óleos em suas respectivas CL₅₀ e CL₉₀ e a calda, interagiram ao longo do tempo com o crescimento micelial após 2, 4, 6 e 8 dias da aplicação com crescimento final com média de 3,9 cm para CL₅₀ e 3,5 cm para a CL₉₀ (Figuras 22 e 23).

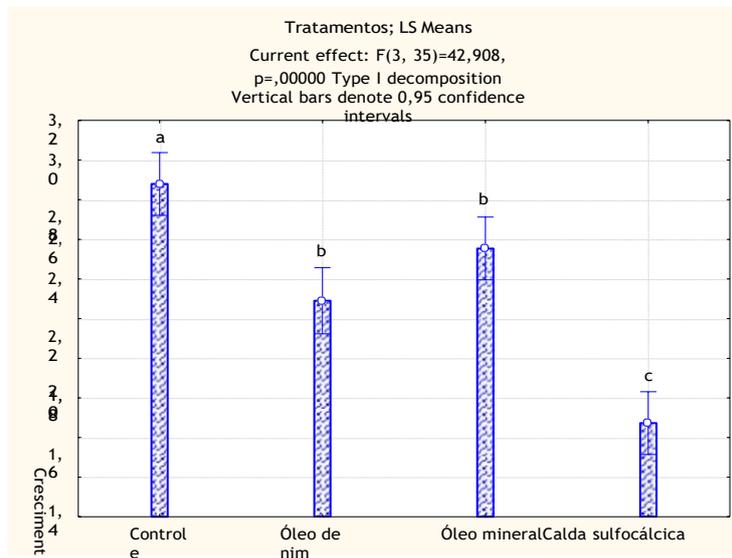


Figura 21. Crescimento micelial (cm) do fungo *B. bassiana* submetido à CL₉₀ dos óleos de nim, mineral e 0,3°Bé da calda sulfocálcica.

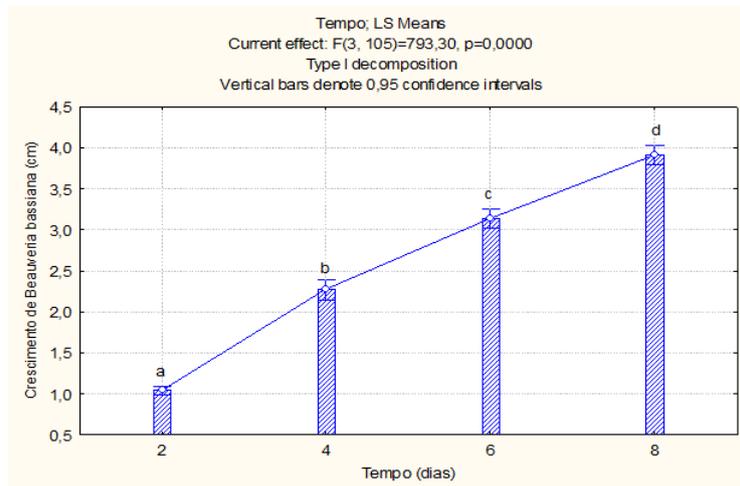


Figura 22 - Crescimento micelial (cm) do fungo *B. bassiana* submetido à CL₅₀ dos óleos de nim, mineral, e da calda sulfocálcica após 2, 4, 6, e 8 dias da aplicação.

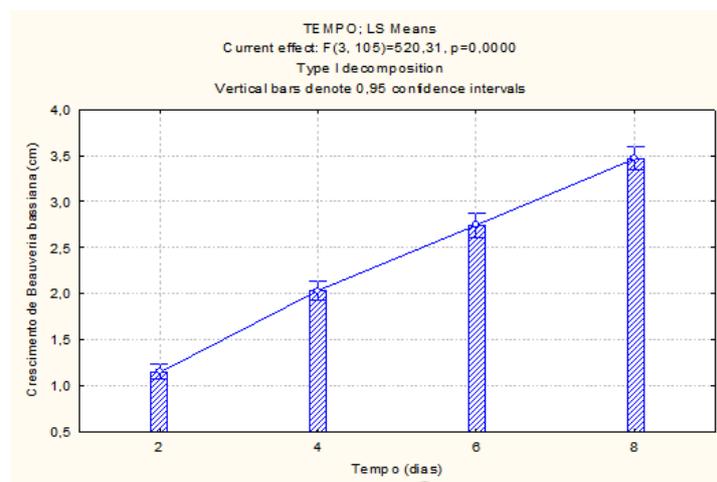


Figura 23 - Crescimento micelial (cm) do fungo *B. bassiana* submetido à CL₉₀ dos óleos de nim, mineral, e da calda sulfocálcica após 2, 4, 6, e 8 dias da aplicação.

Na interação entre tempo/tratamento, a CL₅₀ dos óleos de nim e mineral interferiram de forma leve no desenvolvimento fúngico apenas no primeira avaliação, apresentando semelhança entre o controle a partir da segunda avaliação até o final do experimento sendo que a calda afetou o crescimento do fungo desde o primeiro dia (Figura 24).

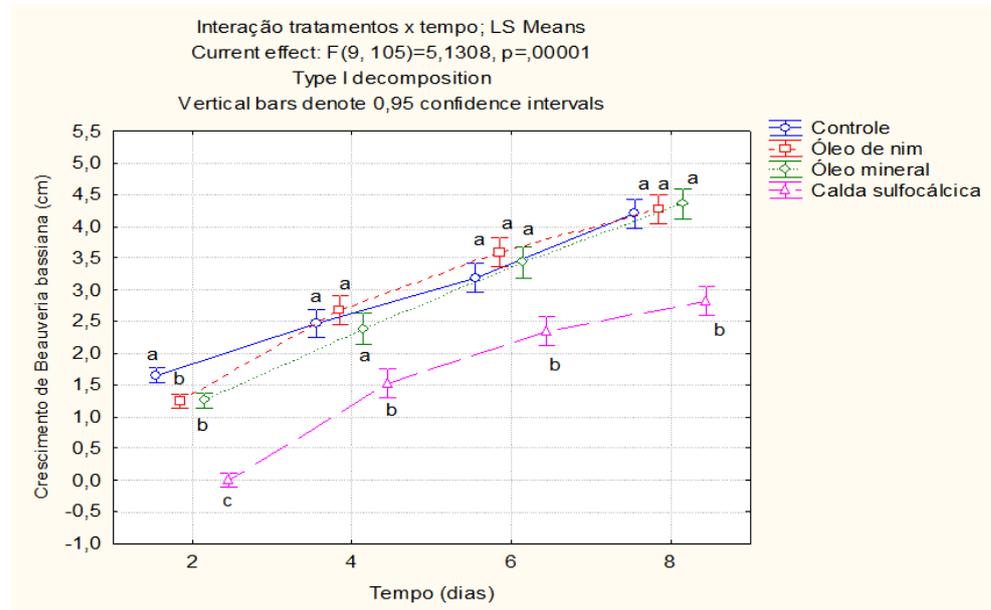


Figura 24. Interação entre os tratamentos e o tempo no crescimento micelial de *B. bassiana* (cm) submetido à CL₅₀ dos óleos de nim, mineral, e da calda sulfocálcica ao longo dos dias.

Para a mesma interação tempo x tratamento na a CL₉₀, a calda sulfocálcica afetou drasticamente o crescimento do fungo ao longo do tempo e que a partir do sexto dia, o óleo de nim apresentou inibição semelhante à calda até o final das avaliações (Figura 25).

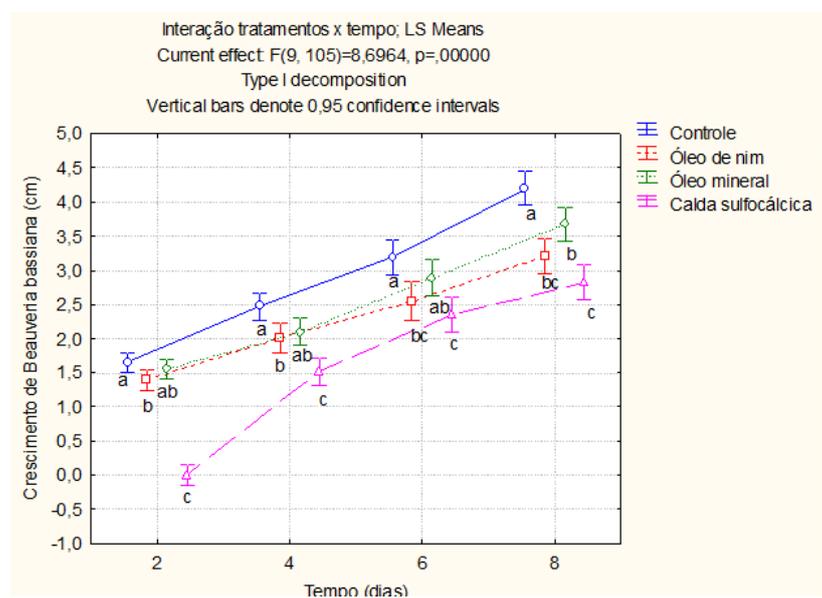


Figura 25. Interação entre os tratamentos e o tempo no crescimento micelial de *B. bassiana* (cm) submetido à CL₉₀ dos óleos de nim, mineral, e da calda sulfocálcica ao longo dos dias.

5. DISCUSSÃO

5.1 Determinação das concentrações letais (CL) da cepa Bb 032 ao ácaro *A. guerreronis*

A CL₅₀ é a concentração média estimada em laboratório capaz de matar 50% da população de *A. guerreronis*. Já a CL₈₀ indica uma possível concentração que poderia ser utilizada em condições de campo, pois causa mortalidade de 80% da população da praga. As concentrações encontradas apontam alta virulência ao ácaro *A. guerreronis*.

O processo que permite aos conídios produzidos pelo fungo fixarem-se à cutícula dos ácaros é desempenhado por moléculas sintetizadas pela espécie, sendo denominadas de adesinas MAD1, e a penetração das hifas através da degradação da cutícula ocorre através de enzimas como proteases, quitinases e lipases (MORA, *et al.*, 2017). Após a penetração, as hifas se disseminam na hemocele do ácaro com consequente extrusão de hifas de coloração branca sobre o exoesqueleto, formando novos conídios (JUNGES, 2010).

A CL₈₀ estimada *in vitro* é a concentração ideal para a multiplicação massal das estruturas reprodutivas do fungo para posterior pulverização em condições de campo, as pulverizações devem ser executadas de forma favorável ao crescimento do fungo, preferencialmente ao final da tarde onde os índices UV estão baixos e umidade relativa favorável.

Quanto menor as CL, mais agressivo o entomopatógeno e menores serão os custos com a produção massal. A cepa Bb 032 apresentou uma baixa concentração para a CL₈₀ em comparação a outros trabalhos que apontam concentrações superiores utilizando *B. bassiana* no controle de ácaros

Por exemplo, em estudo de letalidade de *B. bassiana* a *P. oleivora*, ALVES *et al.* (2005) relataram que foram encontrados em toda a superfície corporal do ácaro, conídios do fungo, bem como foi observada a formação de cristais pequenos dentro do corpo do ácaro, configurando a colonização da cavidade corporal deste, com a CL₅₀ estimada em $4,23 \times 10^6$ conídios/mL, superior à estimada na presente pesquisa (Tabela 1).

LEKIMME *et al.* (2006) [23] mostraram que *B. bassiana* causou alta mortalidade ao ácaro *Psoroptes ovis* (Acari: Psoroptidae) *in vitro*, com CL₈₀ estimada em $4,26 \times 10^9$ conídios/ML, superior à CL₈₀ estimada no presente trabalho. Outros bioensaios semelhantes foram feitos para determinar as concentrações letais de *B. Bassiana* ao ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), determinando o potencial da espécie no controle da família Tetranychidae.

ROBLES-ACOSTA *et al.* (2019) comprovaram a eficiência de *B. bassiana* no controle de *P. oleivora*, com concentrações do fungo aplicadas em casa de vegetação causando mortalidade ao longo dos dias avaliados. MINGUELY *et al.* (2021) [29] avaliaram a mortalidade do ácaro *Phyllocoptes gracilis* Nalepa (Acari: Eriophyidae) submetido a duas espécies de entomopatógenos em uma concentração de 1×10^7 conídios/mL e encontrou maior letalidade do ácaro para a cepa Bb 1.1 de *B. bassiana* (80% de mortalidade).

5.2 Efeito da CL₅₀ e CL₉₀ dos óleos e calda sulfocálcica no crescimento do fungo

No entanto, o óleo de nim pode ser aplicado para controle do ácaro em sinergia com *B. bassiana*, na CL₉₀ uma vez que só interferiu o crescimento micelial a partir do sexto dia após a aplicação.

As propriedades antifúngicas do óleo de nim são atribuídas a moléculas bioativas encontradas em sua composição como azadiractina, azadiradione, nibin e salannin, e do óleo mineral são os ácidos graxos (COVENTRY *et al.*, 2001; OLIVEIRA *et al.*, 2015). Porém a atividade antifúngica desses óleos podem variar em função do tipo de solo cultivado, estação do ano, bem como propriedades singulares que cada espécie de fungo tem em resistir à penetração micelial através de cutícula de artrópodes praga (LINS *et al.*, 2015).

O óleo mineral diferiu do controle em todas as concentrações testadas (CL₅₀ e CL₉₀), o que corrobora resultados de AKBAR (2005), que demonstrou da CL₅₀ de *B. bassiana* na presença de óleo mineral (CL₅₀ na presença de óleo mineral = 17,6 mg/ml, e CL₅₀ sem óleo mineral = 29,9 mg/ml).

A calda sulfocálcica mostrou-se não seletiva a *B. bassiana* em todas as avaliações. Essa calda é formada através de uma reação balanceada entre o cálcio e o enxofre dissolvidos em água e submetidos à fervura, e sua toxicidade está relacionada à liberação dos gases tóxicos, sulfeto de hidrogênio (H₂S) e dióxido de enxofre (SO₂) (PATTARO; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2004; ANDRADE; PATTARO; OLIVEIRA, 2011).

Em estudos testando óleos essenciais de nim, uma menor inibição foi encontrada (23,22%) para o fungo fitopatogênico *Colletotrichum gloeosporioides* (BURGUTE *et al.*, 2019). Silva *et al.* (2021) demonstraram em seu experimento que o óleo de nim também não inibiu o crescimento fúngico de *Fusarium* sp e *Aspergillus* sp, isolados de feijão.

Já em outras pesquisas realizadas por Dubey *et al.* (2009), foram testadas diferentes fontes de óleos vegetais de nim sobre a mortalidade do fungo fitopatogênico *Macrophomina phaseolina*, encontrando 85% de inibição a 10 % do extrato de sementes.

De todos os tratamentos a calda sulfocálcica foi a que mais interferiu negativamente no desenvolvimento do fungo, corroborando trabalhos na qual esta controlou doenças fúngicas, como em experimento feito por Junior *et al.* (2021) que constatou que a calda sulfocálcica pode agir como método profilático ao atrasar o início de epidemias causadas pelo fungo *Erysiphe necator* em gemas dormentes de videiras.

Foi observado em estudo por MONTAG *et al.* (2005) que a calda sulfocálcica a 1,5%, 16 horas após a infecção por sarna da macieira (*Venturia inaequalis*), agiu como fungicida nas estruturas iniciais da infecção, ocasionando também interrupção do desenvolvimento, além de reduzir o percentual de penetração mesmo 40 horas após a infecção.

Outro estudo avaliando nove agromateriais contendo em sua composição enxofre e cobre, constatou que estes inibiram a germinação dos esporos do fungo *Venturia nashicola*, com destaque para a calda sulfocálcica e o sulfato cúprico, que apresentaram ação antifúngica sob o fungo *G. asiaticum*, também testado no experimento (SONG; SEO, 2018), o que comprova a maior inibição de *B. bassiana* pela calda sulfocálcica testada neste experimento.

1. CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que o fungo *B. bassiana* apresenta ação letal contra o ácaro-da-necrose *A. guerreronis*, sendo assim uma alternativa promissora para o desenvolvimento de um bioacaricida para o controle desta praga em coqueirais. Adicionalmente, o seu uso pode ser associado aos óleos de nim e mineral por serem seletivos ao fungo, ou seja, não interferem no desenvolvimento do patógeno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, S. I.; LEATHER, S. R. Suitability and potential of entomopathogenic microorganisms for forest pest management so some points for consideration. **International Journal of Pest Management**, [s.l.], v. 40, p. 287-292, 2011.

AKBAR, W.; LORD, J. C.; NECHOLS, J. R.; LOUGHIN, T. M. Efficacy of *Beauveria bassiana* for Red Flour Beetle When Applied with Plant Essential Oils or in Mineral Oil and Organosilicone Carriers. **Journal of Economic Entomology**, [s.l.], v. 98, n. 3, p. 683-688, 2005.

AL KHOURY, C.; GUILLOT, J.; NEMER, N. Lethal activity of beauvericin, a *Beauveria bassiana* mycotoxin, against the two-spotted spider mites, *Tetranychus urticae* Koch. **Journal of Applied Entomology**, v. 143, n. 9, p. 974-983, 2019.

ALMEIDA, C. J. **Patogenicidade e viabilidade de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* e *Metarhizium anisopliae* var. *acridium* ao *Anthonomus grandis* (Boheman) (Coleoptera: Curculionidae)**. 2005. 151f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2005.

ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. 1163p.

ANDRADE, D. J.; PATTARO, F. C.; OLIVEIRA, C. A. L. Resíduos de calda sulfocálcica sobre a eficiência de acaricidas no controle de *Brevipalpus phoenics*. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 41, n. 10, p. 1695-1901, 2011.

ANSALONI, T.; PERRING, T. M. Biology of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) on queen palm, *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae). **International Journal of Acarology**, v. 30, p. 63-70, 2004.

AQUINO, M. L. N.; ARRUDA, G. P. **Agente causal da “necrose-do-olho-coqueiro” em Pernambuco**. Recife: IPA, 33p. (Boletim técnico, 27), 1967.

BALE, J.; VAN LENTEREN, J.; BIGLER, F. Biological control and sustainable food production. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, [s.l.], v. 363, n. 1492, p. 761-776, 2008.

BARRETO, S.; MARQUES, J. E.; GODIM, C. G. M; OLIVEIRA, V. J. Selection of *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. and *Metarhizium anisopliae* (METSCH.). For the controlo of the

- mite *Mononychellus tanajoa* (BONDAR). **Science Agriculture**, Piracicaba, v. 61, n. 6, p. 659- 664, 2004.
- BRAINER, P. C. S. M. Coco: Produção e mercado. **Caderno setorial ETENE**, v. 206, p.13, 2021.
- BURGUTE, K. A.; MAGAR, S. J.; PATIL, A. C.; NAVALE, M. D.; BAJAD, A. R. In vitro bioefficacy of essential oils against *Colletotrichum gloeosporioides* causing fungal fruit rot in pomegranat. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry** [s.l.], v. 8, n. 6, p. 1605-1607, 2019.
- CARVALHO, L. M.; BUENO, V. H. P.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; SILVA, R. A.; REIS, P. R. Pragas na floricultura: identificação e controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 249, p. 36-46, 2009.
- COVENTRY, E.; ALLAN, Eunice Jessie. Análise microbiológica e química de extratos de nim (*Azadirachta indica*): novos dados sobre atividade antimicrobiana. **Phytoparasitica** , v. 29, n. 5, p. 441-450, 2001.
- DEBMANDAL, M.; MANDAL, S. Coconut (*Cocos nucifera* L.: Arecaceae): in health promotion and disease prevention. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, [s.l.], v. 4, n. 3, p. 241-247, 2011.
- DUBEY, R. C.; KUMAR, H.; PANDEY, R. R. Fungitoxic Effect of Neem Extracts on Growth and Sclerotial Survival of *Macrophomina phaseolina* in vitro. **Journal of American Science**, [s.l.], v. 5, n. 5, p.17-24, 2009.
- ROSADO FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **World Production**. 2021. Disponível em: www.faostate.org.br. Acesso em: 27 jun. 2022.
- FARGUES, J.; GOETTEL, M. S.; SMITS, N.; OUEDRAOGO, A.; ROUGIER, M. Effect of temperature on vegetative growth of *B. bassiana* isolates from different origins. **Mycologia, Lancaster**, [s.l.], v. 89, n. 3, p. 383-392, 1997.
- FERNANDO, L. C. P.; WICKRAMANANDA, I. R.; ARATCHIGE, N. S. Status of coconut mite, *Aceria guerreronis* in Sri Lanka. In: International Workshop On Coconut Mite (*Aceria guerreronis*), **Anais [...]**. Lunuwila: Coconut Research Institute, p.1-8, 2002.
- BRAINER .
- FERREIRA, J. M. S.; MICHEREFF FILHO, M.; LINS, P. M. P. Pragas do coqueiro: características, amostragem, nível de ação e principais métodos de controle. In: FERREIRA, J. M. S.; MICHEREFF FILHO, M. (Ed.). **Produção integrada de coco: práticas fitossanitárias**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 37-72, 2002.
- FREITAS, G. S.; LIRA, V. A.; JUMBO, L. O. V.; SANTOS, F. J.; RÊGO, A. S.; TEODORO, A. V. The potential of *Beauveria bassiana* to control *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) and its compatibility with predatory mites. **Crop Protection**, [s.l.], v. 149, p. 105776, 2021.
- FREITAS, G. S.; SENA FILHO, J. G.; SARAIVA, W. V. A.; VIEIRA, I. G.; OLIVEIRA, E. E.; TEODORO, A. V. Acaricidal Activity of Palm Oil on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and a *Nontarget Predator*. **Journal Of Entomological Science**, [s.l.], v. 54, p. 60-68, 2019.

- GABARTY, A.; SALEM, H. M.; FOU DA, M. A.; ABAS, A. A.; IBRAHIM, A. A. Pathogenicity induced by entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in *Agrotis ipsilon* (Hufn.). **Journal of Radiation Research and Applied Sciences** (em impressão), [s.l.], v. 7, n. 1, p. 95-100, 2014.
- GALVÃO, A. S.; MELO, J. W. S.; MONTEIRO, V. B.; LIMA, D. B.; MORAES, G. J.; GONDIM JUNIOR, M. G. C. Dispersal strategies of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), a coconut pest. **Experimental and Applied Acarology**, [s.l.], v. 57, p. 1-13, 2012.
- GATARAYIHA, C. M.; LAING, D. M.; MILLER, M. R. 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.
- GINDIN, G.; SAMISH, M.; ZANGI, G.; MISHOUTCHENKO, A.; GLAZER, I. The susceptibility of different species and stages of ticks to entomopathogenic fungi. **Experimental & Applied Acarology**, [s.l.], v. 28, p. 283-288, 2002.
- GUEDES, R. N. C. et al. Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. *Annual Review of Entomology*, v. 61, p. 43-62, 2016.
- GUNN, B. F.; BAUDOUIN, L.; OLSEN, K. M. Independent origins of cultivated coconut (*Cocos nucifera* L.) in The Old World Tropics. **PLoS ONE**, [s.l.], v. 6, p. 1-8, 2011.
- HAQ, M. A.; SUMANGALA, K.; RAMANI, N. Coconut mite invasion, injury and distribution. In: FERNANDO, L. C. P.; MORAES, G. J.; WICKRAMANANDA, I. R (eds.). *Proceedings of the International Workshop on Coconut Mite (Aceria guerreronis)*. **Anais [...]**. Coconut Research Institute, p. 41-49, 2002.
- HASSAN, S. A.; BIGLER, F.; BOGENSCHÜTZ, H.; BOLLER, E.; BRUN, J.; CALIS, J. N. M. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS-working group pesticides and beneficial organisms. **Entomophaga**, [s.l.], v. 39, p. 107-119, 1994.
- IGNACIO, I. F.; MIGUEL, T. S. Research opportunities on the coconut (*Cocos nucifera* L.) using new Technologies. v. 141, p. 414-420, 2021.
- ISMAN, Murray B. Botanical insecticides in the twenty-first century—fulfilling their promise?. *Annual Review of Entomology*, v. 65, p. 233-249, 2020.
- JÚNIOR, A. F. N.; AMORIM, L.; SPÓSITO, M. B. Videiras requerem monitoramento e combate às doenças de início e fim de ciclo. 2021.
- JUNGES, A. ***Metarhizium anisopliae*: expressão de proteína tóxica de origem vegetal e análise genômica de quitinases**. 2010. 145 f. Dissertação (Mestre em Biologia Celular e Molecular) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2010.
- LINS, A.D. F.; OLIVEIRA, M. N.; FERNANDES, V. O.; ROCHA, A. P.T.; SOUSA, R. C.; MARTINS, A. N.A.; NUNES, E. R.N. Quantificação de compostos bioativos em erva cidreira (*Melissa officinalis* L.) e capim cidreira [*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.]. **Gaia Scientia**, v. 9, n. 1, p. 17-21, 2015.

LIN, T. k.; ZHONG, L.; SANTIAGO, J. L. Anti-inflammatory and skin barrier repair effects of topical application of some plant oils. *International journal of molecular sciences*, v. 19, n. 1, p. 70, 2017.

KAMP, A. M.; BIDOCHKA, M. J. Conidium production by insect pathogenic fungi on commercially available agars. **Letters in Applied Microbiology**, [s.l.], v. 35, p. 74-77, 2002.

KEIFER, H. H. Eriophyoidea. *In*: JEPPSON, L. R.; KEIFER, H. H.; BAKER, E. W. (eds), **Mites injurious to economic plants**. University of California Press, Berkeley, California, USA, 1975. p. 327-396.

KHAN, S.; GUO, L.; MAIMAITI, Y.; MIJIT, M.; QIU, D. Entomopathogenic Fungi as Microbial Biocontrol Agent. **Molecular Plant Breeding**, [s.l.], v. 3, n. 7, p. 63-79, 2012.

LEGER, R. S. T.; WANG, C. Genetic engineering of fungal biocontrol agents to achieve greater efficacy against insect pests. **Applied Microbiology and Biotechnology**, [s.l.], v. 85, n. 4, p. 901-907, 2010.

LEKIMME, M.; MIGNON, B.; TOMBEUX, S.; FOCANT, C.; MARECHAL, F.; LOSSON, B. *In vitro* entomopathogenic activity of *Beauveria bassiana* against *Psoroptes* spp. (Acari: Psoroptidae). **Veterinary Parasitology**, [s.l.], v. 139, p. 196-202, 2006.

LIMA, A. S.; BITTENCOURT, M. A. L.; SENA FILHO, J. G.; FREITAS, G. S.; TEODORO, A. V. Bioatividade do óleo de dendê ao ácaro-da-necrose *Aceria guerreronis* e seletividade ao predador *Typhlodromus ornatus*. *In*: Renorbio - Encontro de Biotecnologia do Nordeste, 2017, Natal. **Anais [...]**. Natal: Renobio, 2017.

LIU, W.; XIE, Y.; XUE, J.; GAO, Y.; ZHANG, Y.; ZHANG, X. Histopathological changes of *Cereoplastes japonicus* infected by *Lecanicilium lecanii*. **Journal of Invertebrate Pathology**, [s.l.], v. 101, p. 96-105, 2009.

MACHADO, L. J.; SARTORI, R. A.; MARQUES, D. D.; NASCIMENTO, A. E. S.; FURTADO, J. M. Utilização da biomassa do coco verde (*Cocos nucifera* L.) para obtenção de subprodutos. **Brazilian Journal of Development**, [s.l.], v. 6, n. 1, p. 3808-3826, 2020.

LINS MARTINS, C. B.; JESUS JUNIOR, L. A. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional- Panorama 2010**. Sergipe: Embrapa Tabuleiros Costeiros (Embrapa Tabuleiros Costeiros, (Documentos, 164), 2011. 32p.

MILNER, R. Current status of *Metarhizium* as a mycoinsecticide in Australia. **Biocontrol News and Information**, [s.l.], v. 21, n. 2, p. 47N-50N, 2000.

MINGUELY, C.; NORRGROVE, L.; BURREN A.; CHRISTI, B. Biological Control of the Raspberry Eriophyoid Mite *Phyllocoptes gracilis* Using Entomopathogenic Fungi. **Horticulturae**, [s.l.], v. 7, n. 3, p. 54, 2021.

MIRISOLA FILHO, L. A. **Cultivo de coco Anão**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 344 p.

MONTAG, J.; SCHREIBER, L.; SCHÖNHERR, J. Estudo in vitro das atividades pós-infecção de cal hidratada e cal sulfúrica contra a sarna da macieira (*Venturia inaequalis*). **Journal of Phytopathology**, v. 153, n. 7-8, p. 485-491, 2005.

MONTEIRO, S.G.; BITTENCOURT, V. R. E. P.; DAEMON, E.; FACCINI, J. L. H. Efeito dos fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* em ovos de *Rhipicephalus sanguineus* (acarixodidae). **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 461-466, 1998.

MONTEIRO, V. B.; MONTEIRO, V. B.; LIMA, D. B.; GONDIM JUNIOR, G. C. M.; SIQUEIRA, H. A. A. Residual bioassay to assess the toxicity of acaricides against *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) under laboratory conditions. **Journal of Economic Entomology**, [s.l.], v.105, p.1419-142, 2012.

MOORE, D.; HOWARD, F. W. Coconuts. *In*: LINDQUIST, E. E.; BRUIN, L.; SABELIS, M. W.(eds.). **Eriophyoid mites: Their biology, natural enemies and control**. Amsterdam, Elsevier, 1996. p.561-570.

MORA, M. A. E.; CASTILHO, A. M. C.; FRAGA, M. E. Classification and infection mechanism of entomopathogenic fungi. **Arquivos do Instituto Biológico**, [s.l.], v.84, p. 1-10, 2017.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2008.

MORAIS, P.; MORANDI, M. A. B.; PEREIRA, R. A.; COSTA, L. B. Controle biológico do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (koch, 1936) (acari: tetranychidae) em morangueiro em cultivo protegido. *In*: Congresso Interinstitucional De Iniciação Científica, 2., 2008, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: ITAL; IAC; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. 8p. CD-ROM.

NAVIA, D.; MARSARO JUNIOR, A.; SILVA, F. R.; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; MORAES, G. J. First report of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. **Neotropical Entomology**, [s.l.], v. 40, p. 409-411, 2011.

OLIVEIRA NEGLOH, K.; HANNA, R.; SCHAUSBERGER, P. The coconut mite, *Aceria guerreronis*, in Benin and Tanzania: occurrence, damage and associated acarine fauna. **Experimental Applied Acarology**, [s.l.], v. 55, p. 174-361, 2011.

LINS, OLIVEIRA, Natália NFC et al. Toxicity of vegetable oils to the coconut mite *Aceria guerreronis* and selectivity against the predator *Neoseiulus baraki*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 72, n. 1, p. 23-34, 2017.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Editora Manole Ltda, 2002. p. 609.

PATIL, U.; BENJAKUL, S. Coconut milk and coconut oil: their manufacture associated with protein functionality. *Journal of Food Science*, Champaign, v. 83, n. 8, p. 2019-2017, 2018

.PATTARO, F. C.; OLIVEIRA, C. A. L.; OLIVEIRA, M. L. Eficiência de calda sulfocálcica por ação residual, tópica e ovicida no controle de *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) sobre frutos de citros, em laboratório. *In*: Congresso Brasileiro de Entomologia, 2004, Gramado. **Anais [...]**. Gramado: UFSM, 2004. p.168.

- PENTEADO S. R. **Controle alternativo de pragas e doenças com as caldas bordalesa, sulfocálcica e viçosa**. Campinas: Buena Mendes Gráfica e Editora, 2000. 95p.
- PERSLEY, G. J. **Replanting the tree of life**: towards an international agenda for coconut palm research. Wallingford, CAB, 1992. 156p.
- JUNGES RAMARAJU, K.; NATARAJAN, K.; BABU, P. C. S.; PALNISAMY, S.; RABINDRA, R. J. Studies on coconut eriophyid mite, *Aceria guerreronis* Keifer in Tamil Nadu, Índia. In: FERNANDO, L. C. P.; MORAES, G. J.; WICKRAMANANDA, I. R (eds.). **Proceedings of the International Workshop on Coconut Mite (*Aceria guerreronis*)**. Sri Lanka, Coconut Research Institute, 2002. p.13-31.
- ROBBS, C. F.; PERACCHI, A. L. Sobre a ocorrência de um ácaro prejudicial do coqueiro (*Cocos nucifera* L.). In: Reunião Fitossanitária, 9, Rio de Janeiro, **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1965.
- ROBLES-ACOSTA, I. N.; CHACÓN-HERNÁNDEZ, J. C.; TORRES-ACOSTA, R. I.; LANDEROS-FLORES, J.; VANOYE-ELIGIO, V.; ARREDONDO-VALDÉS, R. Entomopathogenic Fungi as Biological Control Agents of *Phyllocoptruta oleivora* (Prostigmata: Eriophyidae) under Greenhouse Conditions. **Florida Entomologist**. [s.l.], v. 102, p. 303-308, 2019.
- ROSADO, A. W. C.; MACHADO, A. R.; FREIRE, F. das D. C. O.; PEREIRA, O. L. Phylogeny, identification, and pathogenicity of lasiodiplodia associated with postharvest stem- end rot of coconut in Brazil. *Plant Disease*, Saint Paul, v. 100, n. 3, p. 561-568, 2016.
- SANTOS, M. C.; TEODORO, A. V.; MENEZES, M. S.; PINTO-ZEVALLOS, D. M.; ARRIGONIBLANK, M. F.; OLIVEIRA, E. M. C.; SAMPAIO, T. S.; FARIAS, A. P.; COELHO, C. R.; BLANK, A. F. Bioactivity of essential oil from *Lippia gracilis* Schauer against two major coconut pest mites and toxicity to a non-target predator. *Crop Protection* , p.125: 104913, 2019.
- SILVA, A. C. P.; CARVALHO, J. W. P.; PASCUALI, L. C.; PORTO, A. G.; SILVA, S. S. Propriedade antifúngica de óleos essenciais e extratos vegetais sobre *Fusarium* sp. e *Aspergillus* sp. isolados de feijão. **Holos**, [s.l.], v. 7, p. e6889, 2021.
- SINGH, T.; SAIKIA R.; JANA T.; ARORA D. K. Hydrophobicity and surface electrostatic charge of conidia of the mycoparasite *Coniothyrium minitans*. **Mycological Progress**, [s.l.], v. 3, p. 219- 228, 2004.
- SIQUEIRA, L. A.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A. W. M. **A introdução do coqueiro no Brasil, importância histórica e agrônômica**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, (Documentos, 47), 2002. 24p.
- SOBHA, T. R.; HAQ, M. A. Postembryonic development of the coconut mite, *Aceria guerreronis*, on coconut in Kerala, India. **Zoosymposia**, [s.l.], v. 6, p. 68-71, 2011.UCEL
- SONG, J.; SEO, H. J. Atividade antifúngica de agromateriais contra os fungos da sarna da pêra (*Venturia nashicola*) e da ferrugem da pêra (*Gymnosporangium asiaticum*). **Research in Plant Disease** , v. 24, n. 1, p. 33-40, 2018.

SOUZA, I. V.; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; RAMOS, A. L. R.; SANTOS, E. A.; FERRAZ, M. I. F.; OLIVEIRA, A. R. Population dynamics of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and other mites associated with coconut fruits in Una, state of Bahia, northeastern Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, [s.l.], v.58, p.221-233, 2012.

SUN, L.; FUXA, J. R.; HENDERSON, G. Effects of virulence, sporulation and temperature on *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* laboratory transmission in *Coptotermes formosanus*. **Journal of Invertebrate Pathology**, [s.l.], v. 84, p. 38-46, 2003.

SVEDESE V. M. **Suscetibilidade de *Zaprius Indianus* (Diptera: Drosophilidae) ao Fungo Entomopatogênico *Beauveria Bassiana***. 2007. 57f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Fungos) – Universidade Federal do Pernambuco, Recife-PE, 2007.

TEODORO, A. V.; SILVA, M. J. S.; SENA FILHO, J. G.; OLIVEIRA, E. E.; GALVÃO, A. S.; SILVA, S. S. Bioactivity of cottonseed oil against the coconut mite *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and side effects on *Typhlodromus ornatus* (Acari: Phytoseiidae). **Systematic And Applied Acarology**, [s.l.], v. 22, p. 1037-1047, 2017.

TEODORO, A. V et al. Interference of plant fixed oils on predation and reproduction of *Neoseiulus baraki* (Acari: Phytoseiidae) feeding on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae). **Biological Control**, v. 143, p. 104204, 2020.

UHRY, K. F. **Aspectos do controle biológico de pragas no Brasil por meio de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.** 2007. 45f. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2007.

ULLAH, M. S.; LIM, U. T. Laboratory bioassay of *Beauveria bassiana* against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on leaf discs and potted bean plants. **Experimental Applied Acarology**, [s.l.], v. 63, p.307-318, 2014.

VEGA, F. E.; GOETTEL, M. S.; BLACKWELL, M.; CHANDLER, D.; JACKSON, M. A.; KELLER, S.; et al. Fungal entomopathogens: new insights on their ecology. **Fungal Ecology**, [s.l.], v. 2, n. 4, p. 149-159, 2009.

VEGA, F. E.; KAYA, H. K.; TANADA, Y. **Insect Pathology**. San Diego: Elsevier/Academic Press, 2012.

WANG, C.; HU, G.; LEGER, R. J. S. 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.

XIAO, G.; YING, S-H.; ZHENG, P.; WANG, Z-L.; ZHANG, S.; XIE, X-Q. et al. Genomic perspectives on the evolution of fungal 470 entomopathogenicity in *Beauveria bassiana*. **Scientific Reports**, [s.l.], v. 2, p. 483, 2012.

YUCEL, C. Efeitos de isolados locais de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin sobre o ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae). **Jornal Egípcio de Controle Biológico de Pragas**, v. 31, n. 1, p. 1-7, 2021.