



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGIA E AGROPECUÁRIA
CURSO BACHARELADO EM AGROECOLOGIA**

EVELYN SALES DA SILVA

Prospecção de Bioprodutos para o Manejo Ecológico do Pulgão

Hyadaphis foeniculi

LAGOA SECA - PB

2023

EVELYN SALES DA SILVA

Prospecção de Bioprodutos para o Manejo Ecológico do Pulgão
Hyadaphis foeniculi

Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de graduado em agroecologia.

Área de concentração: Entomologia

Orientadora: Prof. Dra. Jéssica Karina da Silva Pachú

Co-orientador: Prof. Dr. José Bruno Malaquias

LAGOA SECA - PB

2023

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586p Silva, Evelyn Sales da.
Prospecção de bioprodutos para o manejo ecológico do pulgão *Hyadaphis foeniculi* [manuscrito] / Evelyn Sales da Silva. - 2023.
46 p. : il. colorido.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroecologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, 2023.
"Orientação : Profa. Dra. Jéssica Karina da Silva Pachú, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais - CCAA. "
"Coorientação: Prof. Dr. José Bruno Malaquias , UFPB - Universidade Federal da Paraíba"

1. Hyadaphis foeniculi. 2. Erva-doce. 3. Controle Biológico.
4. Fungos entomopatogênicos . I. Título

21. ed. CDD 577.55

EVELYN SALES DA SILVA

Prospecção de Bioprodutos para o Manejo Ecológico do Pulgão

Hyadaphis foeniculi

Trabalho de Conclusão de Curso da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
graduado em agroecologia.

Área de concentração: Entomologia

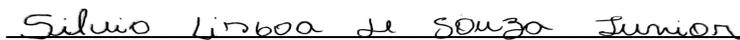
Aprovada em: 22/11/2023.

BANCA EXAMINADORA



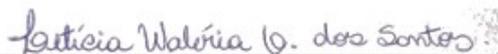
Prof. Dra. Jéssica Karina da Silva Pachú (Orientadora)

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Silvio Lisboa de Souza Junior - Engenheiro agrônomo

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Letícia Waleria Oliveira dos Santos - Licenciada em Ciências Agrárias

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Imaginei durante minha vida diversas dedicatórias. Hoje, escrevo com saudade sobre os Severinos, a quem devo eterna gratidão por terem me ensinado a não desistir. Dedico a vocês essa batalha vencida.

In Memoriam de Seu Tim e Biu de Tim

“Deus, quando criou o mundo, não deu terra pra ninguém, porque todos os que nasceram são seus filhos. Mas só merece a terra aquele que a faz produzir para si e para os seus semelhantes. O melhor adubo da terra é o suor daqueles que trabalham nela.”

O rei do gado

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 — Dose resposta em *Hyadaphis foeniculi* com 96 horas após exposição de suspensões fúngicas nas concentrações de 1, 2, 3, 4 e 5 g dos produtos Metarhizium JCO®, Beauveria JCO® e BIOMatch JCO® por litro de água destilada **13**
- Figura 2 — Curvas de sobrevivência de ninfas de *Hyadaphis foeniculi* tratadas com diferentes concentrações de Metarhizium anisopliae e Beauveria bassiana em mistura técnica como função do tempo (h)..... **16**
- Figura 3 — Curvas de sobrevivência de ninfas de *Hyadaphis foeniculi* tratadas com diferentes concentrações de Beauveria bassiana como função do tempo (h).....**17**
- Figura 4 — Curvas de sobrevivência de ninfas de *Hyadaphis foeniculi* tratadas com diferentes concentrações de Metarhizium anisopliae como função do tempo (h) **17**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Concentrações Letais 50% (CL50) e 90% (CL90) em <i>Hyadaphis foeniculi</i> em exposição aos fungos <i>Metarhizium anisopliae</i> e <i>Beauveria bassiana</i> aplicados de forma isolada ou em mistura técnica. CL-concentração letal, Li-limite inferior, Ls- limite superior, EP-valor esperado, χ^2 Qui-quadrado	14
Tabela 2 — Tempo Letal Mediano (TLM em horas) e respectivos Intervalos de Confiança (IC95%) estimados para <i>Hyadaphis foeniculi</i> em exposição à mistura técnica dos fungos <i>Metarhizium anisopliae</i> e <i>Beauveria bassiana</i>	14
Tabela 3 — Tempo Letal Mediano (TLM em horas) e respectivos Intervalos de Confiança (IC95%) estimados para <i>Hyadaphis foeniculi</i> em exposição ao fungo <i>Beauveria bassiana</i>	15
Tabela 4 — Tempo Letal Mediano (TLM em horas) e respectivos Intervalos de Confiança (IC95%) estimados para <i>Hyadaphis foeniculi</i> em exposição ao fungo <i>Metarhizium anisopliae</i>	15

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CB	Controle Biológico
EMEPA	Empresa Paraibana de Pesquisa
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MIP	Manejo Integrado de Pragas
RENISUS	Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	MATERIAL E MÉTODOS	12
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
3.1	Dose Resposta e Concentrações Letais	12
3.2	Tempo Letal Mediano	14
3.3	Curvas de sobrevivência	15
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
	REFERÊNCIAS	19

PROSPECÇÃO DE BIOPRODUTOS PARA O MANEJO ECOLÓGICO DO PULGÃO

Hyadaphis foeniculi

Evelyn Sales da Silva¹

RESUMO

A erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill) é uma das especiarias mais antigas, mundialmente importante por sua vasta qualidade medicinal. No agreste paraibano a erva-doce é uma cultura importante economicamente nos períodos de entressafra. Todavia, o afídeo *Hyadaphis foeniculi* (Passerini, 1860) (Hemiptera: Aphididae) é um dos principais gargalos no cultivo da espécie e, apesar dos esforços, o controle químico ainda é o que prevalece no manejo desse afídeo. O estudo foi conduzido no Laboratório de Entomologia do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba - CCA/UFPB, Areia - PB, em condições de temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Coletou-se ninfas de *H. foeniculi* provenientes da casa de vegetação. Plântulas de coentro foram higienizadas em água sanitária diluída na concentração 2% e posteriormente em água destilada. Utilizou-se os isolados BeauveriaJCO®, Meta-TurboSC® e o composto BioMatch® nas concentrações de 1×10^5 , 2×10^5 , 3×10^5 , 4×10^5 , 5×10^5 conídios viáveis por litro de água destilada. Na testemunha, utilizou-se apenas água destilada. As plântulas já higienizadas e secas foram expostas a suspensões fúngicas durante 1 minuto e secaram durante 30 minutos. Posteriormente, foram individualizadas em recipientes plásticos de 50 ml, com discos de isopor ao fundo e um *ependorf* com água destilada fechados com algodão, impedindo o escape da água. Em cada tratamento foram dispostas 10 ninfas de *Hyadaphis foeniculi* submetidas a aplicação tópica com pincel. Avaliou-se a mortalidade dos pulgões em 24, 48, 72, 92 e 120 após a exposição do produto. Os dados foram analisados com o pacote ecotox que permite usar a análise probit ou logit para calcular a concentração letal (CL) e os limites de confiança fiduciais apropriados desejados. Conclui-se que, baixos volumes dos produtos biológicos BeauveriaJCO® Meta-TurboSC® e BioMatch® avaliados promoveram altos níveis de mortalidade no pulgão *H. foeniculi*.¹

Palavras-chave: *Hyadaphis foeniculi*; Erva-doce; Controle Biológico; Fungos entomopatogênicos

¹ Estudante de Bacharelado em Agroecologia pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

**BIOPRODUCT PROSPECTING FOR THE ECOLOGICAL MANAGEMENT OF
THE APHID *Hyadaphis foeniculi***

ABSTRACT

The fennel (*Foeniculum vulgare*) is one of the oldest spices globally significant for its extensive medicinal qualities. In the agreste region of Paraíba, fennel is an economically important crop during off-season periods. However, the aphid *Hyadaphis foeniculi* (Passerini, 1860) (Hemiptera: Aphididae) remains one of the main obstacles in cultivating this species, and despite efforts, chemical control still prevails in managing this aphid. The study was conducted at the Entomology Laboratory of the Department of Crop Science at the Center for Agricultural Sciences - Federal University of Paraíba- CCA/UFPB, Areia- PB, under temperature conditions of 25 ± 2 °C, relative humidity of $70 \pm 10\%$, and a 12- h photophase. Nymphs of *H. foeniculi* were collected from the greenhouse. Coriander seedlings were sanitized in a diluted bleach solution at a concentration of 2% and then rinsed in distilled water. BeauveriaJCO®, Meta-TurboSC®, and the compound BioMatch® isolates were used at concentrations of 1×10^5 , 2×10^5 , 3×10^5 , 4×10^5 , 5×10^5 viable conidia per liter of distilled water. Distilled water was used in the control. The sanitized and dried seedlings were exposed to fungal suspensions for 1 minute and left to dry for 30 minutes. Subsequently, they were individually placed in 50 ml plastic containers with Styrofoam discs at the bottom and an Eppendorf tube with distilled water, sealed with cotton to prevent water escape. In each treatment, 10 *H. foeniculi* nymphs were subjected to topical application using a brush. The mortality of aphids was evaluated at 24, 48, 72, 92, and 120 h after product exposure. The data were analyzed using the ecotox package, which allows for probit or logit analysis to calculate the lethal concentration (LC) and the desired appropriate fiducial confidence limits. It was concluded that low volumes of the evaluated biological products BeauveriaJCO®, Meta-TurboSC®, and BioMatch® resulted in high levels of mortality in the *H. foeniculi* aphids.

Palavras-chave: *Hyadaphis foeniculi*; Fennel; Biological Control; Entomopathogenic Fungi

1. INTRODUÇÃO

A erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) é nativa de áreas costeiras da região do Mediterrâneo e amplamente naturalizada na Europa e América do Norte. No Brasil, ela foi introduzida pelos primeiros colonos, apresentando uma boa aceitação nos estados da Bahia, Sergipe, Paraíba e Pernambuco (Kishore; Verma, 2022), pelo fato de apresentar propriedades terapêuticas (estomática, diurética e antiinflamatória) condimentares (composição de sopas, pães, bolos e tortas), inseticidas e fungicidas (Noreen *et al.*, 2023).

Foeniculum vulgare Mill tem encontrado mercado garantido na região Nordeste do Brasil, o que confere a sua importância junto aos agricultores familiares da região (Malaquias *et al.*, 2010). Todavia, diversos fatores contribuem para diminuir a produtividade e qualidade dos grãos da erva-doce no Brasil, como por exemplo, o pulgão *Hyadaphis foeniculi* Passerini (Hemiptera: Aphididae) de espécie cosmopolita vetor de pelo menos 12 tipos de vírus, por meio de sucção contínua da seiva, ele causa murcha e secagem das flores e frutos (Fernandes, 2013).

O ataque do pulgão pode reduzir em até 29% do peso das sementes de erva-doce. Além disso, o rendimento de óleo essencial extraído das sementes atacadas por esse afídeo pode ser duas vezes menor do que das sementes atacadas, além de produzirem uma substância açucarada que favorece o desenvolvimento de *Capnodium* spp., fungo que leva à formação de fumagina, prejudicando a respiração da planta e diminuindo a taxa fotossintética, contribuindo para o seu enfraquecimento (Ramalho *et al.*, 2015).

No estado da Paraíba, *H. foeniculi* geralmente se reproduz em períodos de altas temperaturas, formando colônias de insetos nas inflorescências (Malaquias *et al.*, 2014). As injúrias causadas por esse inseto-praga são irreversíveis, pois a partir do momento que a inflorescência é danificada, a erva-doce perde seu valor comercial. A utilização de inseticidas químicos é uma prática predominante na cultura da erva-doce em toda região Nordeste. Atualmente o principal produto utilizado no combate do pulgão da erva-doce é o piretróide Karate Zeon 50 CS que atua por contato e ingestão em diversas pragas, sendo as principais: lagartas (*Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis*), vaquinhas (*Diabrotica speciosa*), brocas (*Diaphania nitidalis*), percevejos (*Dichelops melacanthus*) e algumas espécies de pulgão (*Epitrix fasciata*, *Capitophorus fragaefolli*). Na bula do produto não existe indicação de uso para *H. foeniculi*. Apesar de ser um produto formulado, não é seletivo aos inimigos naturais (Zotti *et al.*, 2010).

É comum que agricultores não adotem o período de carência recomendado, devido ao rápido aumento populacional dessa praga. As aplicações são feitas quinzenalmente e, em alguns casos, semanalmente. Portanto, estratégias mais ecológicas e sustentáveis de controle são de capital importância, como por exemplo, a utilização de fungos entomopatogênicos. Este método consiste na colonização das espécies levando a praga ao que denominamos epizootias (Benevides, 2020).

O emprego de tecnologias alternativas para o manejo agroecológico de *H. foeniculi* tem se tornado cada vez mais importante, principalmente quando se discute a produção integrada para uma agricultura sustentável (Moreira *et al.*, 2019). No Brasil, esse mercado vem em ascensão por demonstrar eficiência e aceitabilidade por parte do produtor. O controle biológico vem ganhando um grande destaque em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) principalmente diante da premissa sustentável (Bueno *et al.*, 2023).

Para o manejo de *H. foeniculi*, a utilização de fungos entomopatogênicos, como *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, têm se mostrado promissor (Viagem *et al.*, 2023), todavia as informações ainda são incipientes. Diante do exposto, o presente estudo

avaliou o efeito e dose-resposta dos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae*, em formato isolado e combinado, no padrão de sobrevivência do pulgão da erva-doce em condições de laboratório.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Paraíba, em condições de temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Para a realização do experimento, foram coletadas ninfas de *H. foeniculi* em plantio de erva-doce, e posteriormente transferidos para plântulas de coentro cultivadas em vaso de 10 litros, e mantidas em casa de vegetação do CCA. A mistura técnica dos fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* foram obtidos do produto comercial BioMatch®. Já o isolado de *B. bassiana* foi obtido do produto comercial BeauveriaJCO®; e o isolado de *M. anisopliae*, do produto comercial Meta-TurboSC®.

Para a determinação da concentração letal, prepararam-se suspensões fúngicas nas concentrações de 1×10^5 , 2×10^5 , 3×10^5 , 4×10^5 , 5×10^5 conídios viáveis por litro de água destilada. Como testemunha, utilizou-se apenas água destilada. Nesse bioensaio, as plântulas de coentro foram lavadas com água destilada, e a assepsia foi conduzida com a imersão do material vegetal em água sanitária diluída na concentração de 2% durante um 1 minuto, e novamente lavadas com água destilada, para eliminar agentes patogênicos externos. Após este procedimento, as folhas foram imersas nas suspensões fúngicas por 30 segundos, e em seguida expostas ao ambiente por 30 minutos para secar o excesso da solução.

Após a secagem, as plântulas foram individualmente alocadas em recipientes plásticos de 50 ml cobertos com voil, e seus pecíolos imersos em água contida no eppendorf e vedado com chumaço de algodão. O eppendorf estava envolvido sobre o isopor contido no fundo do recipiente. Em cada recipiente plástico, foram liberadas 10 ninfas da *H. foeniculi* previamente submetidas à aplicação tópica. As avaliações foram realizadas em 24, 48, 72, 92 e 120 horas. Considerou-se insetos mortos aqueles que não foram capazes de caminhar sobre as folhas. Usou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e a testemunha contendo 4 repetições por tratamento (1 repetição = 10 ninfas do pulgão).

A análise de dose resposta foi conduzida com um modelo linear generalizado com distribuição binomial com função logit. A qualidade de ajuste do modelo foi avaliada com um envelope simulado meio normal (Moral *et al.*, 2017). Os dados foram analisados com o pacote ecotox que permite usar a análise probit ou logit para calcular a concentração letal (CL) e os limites de confiança fiduciais desejados e apropriados. A simplicidade do pacote ecotox (Hlina *et al.*, 2021) do R (R Core Team, 2023) vem da sintaxe que ele implica em suas funções, que são semelhantes às funções glm() e lm() do R (R Core Team, 2023). Além da simplicidade da sintaxe, é produzido uma matriz de dados abrangente que fornece ao usuário um valor de Concentração Letal (CL) prevista para o nível desejado, exemplo CL50 ou CL90, e um conjunto de parâmetros importantes, valores de erro padrão, qui-quadrado, inclinação e significância.

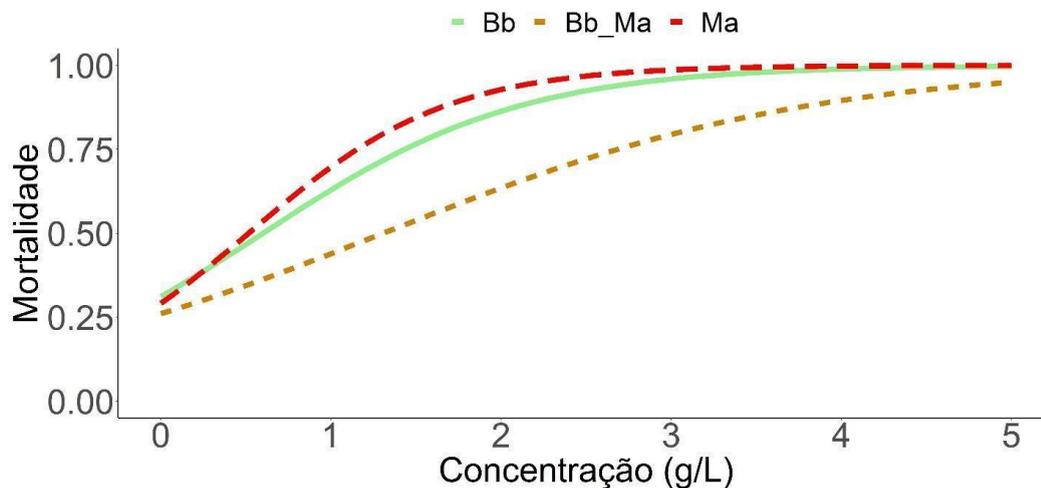
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Dose Resposta e Concentrações Letais

A resposta de *H. foeniculi* mediante às concentrações de suspensões dos produtos adotados ocorreu de forma assintótica, com maiores velocidades de resposta observadas quando os fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* foram adotados de forma isolada, do que combinada (Figura 1), revelando, portanto, que a ação de *B. bassiana* e de *M. anisopliae* foi

menos eficaz quando em mistura técnica. Tais evidências foram confirmadas pela estimativa das CL_{50} e CL_{90} para cada produto (Figura 1).

Figura 1 – Dose resposta em *Hyadaphis foeniculi* com 96 horas após exposição de suspensões fúngicas nas concentrações de 1, 2, 3, 4 e 5 g dos produtos Metarhizium JCO®, Beauveria JCO® e BIOMatch JCO® por litro de água destilada.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

A CL_{50} para a mistura de fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* foi estimada em 1,77 g/L (IC95%: 1,40 – 2,10 g/L), e a CL_{90} em 5,45 g/L (IC95%: 4,36 – 7,80 g/L), equivalente a $1,77 \times 10^5$ conídios (CL_{50}) ($IC_{95\%} = 1,40 \times 10^5 - 2,10 \times 10^5$ conídios/L) do produto por litro de água destilada; enquanto a CL_{90} teve o número de conídios estimado em $5,45 \times 10^5$ conídios (IC 95% = $4,36 \times 10^5 - 7,80 \times 10^5$ conídios/L) por litro de água destilada, conforme resultados apresentados na **Tabela 1**.

A CL_{50} para o fungo *B. bassiana* foi estimada em 1,50 g/L (IC95%: 0,38 – 2,36 g/L), e a CL_{90} em 3,00 g/L (IC95%: 1,97 – 23,20 g/L), equivalente a $1,50 \times 10^5$ conídios (CL_{50}) ($IC_{95\%} = 0,38 \times 10^5 - 2,36 \times 10^5$ conídios/L) do produto por litro de água destilada; enquanto a CL_{90} teve o número de conídios estimado em $3,00 \times 10^5$ conídios (IC 95% = $1,97 \times 10^5 - 23,20 \times 10^5$ conídios/L) por litro de água destilada, conforme resultados apresentados na **Tabela 1**.

A CL_{50} para o fungo *M. anisopliae* foi estimada em 1,43 g/L (IC95%: 0,42 – 2,26 g/L), e a CL_{90} em 2,55 g/L (IC95%: 1,71 – 20,04 g/L), equivalente a $1,43 \times 10^5$ conídios (CL_{50}) ($IC_{95\%} = 0,42 \times 10^5 - 2,26 \times 10^5$ conídios/L) do produto por litro de água destilada; enquanto a CL_{90} teve o número de conídios estimado em $2,55 \times 10^5$ conídios (IC 95% = $1,71 \times 10^5 - 20,04 \times 10^5$ conídios/L) por litro de água destilada, conforme resultados apresentados na **Tabela 1**.

Tabela 1. Concentrações Letais 50% (CL₅₀) e 90% (CL₉₀) em *Hyadaphis foeniculi* em exposição aos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* aplicados de forma isolada ou em mistura técnica. CL-concentração letal, Li-limite inferior, Ls- limite superior, EP-valor esperado, χ^2 Qui-quadrado.

Produto/CL	N	Média	LI	LS	EP	χ^2
Bb + Ma						
50	24	01,77	01,40	02,10	01,10	20,20
90	24	05,45	04,36	07,80	01,15	20,20
Bb						
50	24	01,50	00,38	02,36	01,27	03,31
90	24	03,00	01,97	23,20	01,32	03,31
Ma						
50	24	01,43	00,42	02,26	01,24	04,77
90	24	02,55	01,71	20,4	01,30	04,77

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

3.2 Tempo Letal Mediano

Os resultados revelam que apesar de haver uma tendência de redução do tempo letal mediano conforme aumento da dose de todos os produtos (Tabelas 2, 3 e 4), não houve diferença significativa entre eles pela sobreposição dos intervalos de confiança.

Tabela 2. Tempo Letal Mediano (TLM em horas) e respectivos Intervalos de Confiança (IC_{95%}) estimados para *Hyadaphis foeniculi* em exposição à mistura técnica dos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*

Tratamento	N	Eventos	TLM	LCL	UCL
Controle	40	9	NA	NA	NA
1 x 10 ⁵	40	27	72	48	NA
2 X 10 ⁵	40	26	72	48	96
3 x 10 ⁵	40	30	48	24	48
4 x 10 ⁵	40	37	24	24	48
5 x 10 ⁵	40	30	24	24	48

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Tabela 3. Tempo Letal Mediano (TLM em horas) e respectivos Intervalos de Confiança (IC_{95%}) estimados para *Hyadaphis foeniculi* em exposição ao fungo *Beauveria bassiana*.

Tratamento	N	Eventos	TLM	LCL	UCL
Controle	40	9	NA	NA	NA
1 x 10 ⁵	47	47	48	48	48
2 X 10 ⁵	43	39	48	24	48
3 x 10 ⁵	39	35	48	24	48
4 x 10 ⁵	41	37	48	24	48
5 x 10 ⁵	43	39	24	24	48

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Tabela 4. Tempo Letal Mediano (TLM em horas) e respectivos Intervalos de Confiança (IC_{95%}) estimados para *Hyadaphis foeniculi* em exposição ao fungo *Metarhizium anisopliae*

Tratamento	N	Eventos	TLM	LCL	UCL
Controle	40	9	NA	NA	NA
1 x 10 ⁵	45	40	48	48	72
2 X 10 ⁵	40	40	48	24	72
3 x 10 ⁵	38	38	48	24	72
4 x 10 ⁵	44	39	48	48	72
5 x 10 ⁵	39	39	48	48	72

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

3.3 Curvas de sobrevivência

Os resultados da sobrevivência de ninfas *H. foeniculi* mediante a aplicação de diferentes concentrações de uma mistura técnica de fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana*

revelaram que a testemunha (água destilada) apresentou o maior percentual de sobrevivência em relação aos demais tratamentos, com valores em torno de 80% durante um período de tempo de 120 horas (figura 2).

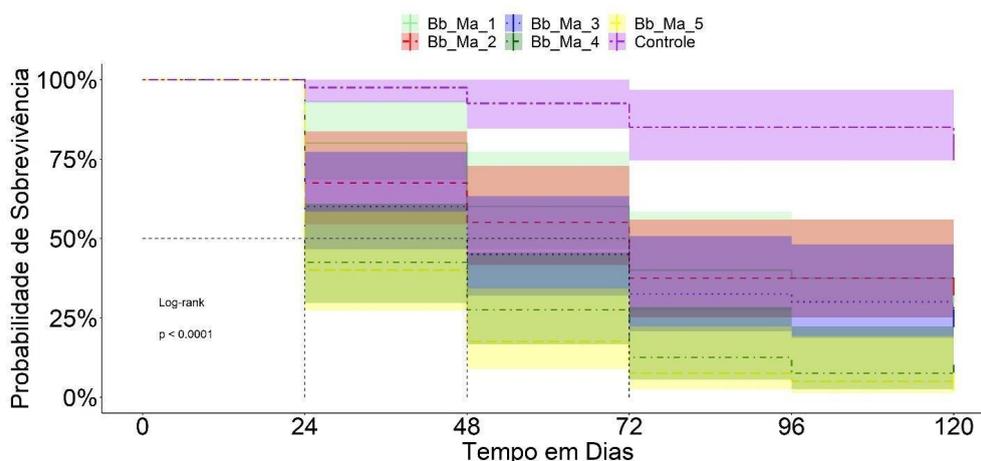
Observou-se uma proporção inversa entre as concentrações da mistura técnica de fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana*, e o percentual de sobrevivência do pulgão da erva doce, isto é, a medida que a dose aumenta o percentual de sobrevivência diminui, assim como também observou-se uma redução do percentual de sobrevivência ao longo do tempo.

Os resultados apresentados na Figura 2, revelam que a testemunha apresentou uma sobrevivência superior a 80% das ninfas do pulgão da erva doce durante as 120 horas de avaliação, ocorrendo diferença significativa entre a testemunha e os demais tratamentos, sendo que o percentual de sobrevivência observado na testemunha foi o mais alto, tendo os valores variando de 97,5% a 77,5% num intervalo de tempo compreendido entre 24 a 120 horas.

Os tratamentos 4 e 5, com as concentrações de 4 gr/L e 5 gr/L correspondente a (4×10^5) e (5×10^5) conídios viáveis respectivamente, mostram-se mais eficientes, embora não tenham diferido entre si, estes diferiram dos demais tratamentos, pois o percentual de sobrevivência após 24 horas foi abaixo dos 50%, para ambos, e em 72 horas, caiu para menos de 25%/.A sobrevivência foi reduzindo ao longo do tempo, em 120 horas registou-se um percentual em torno de 7,5% para o tratamento 4, e 5% para o tratamento 5.

Os tratamentos com concentrações intermediárias, ou seja, 1 gr/L, 2 gr/L, 3 gr/L correspondente a 1×10^5 , 2×10^5 e 3×10^5 conídios viáveis não diferiram entre si, mas diferiram do tratamento controle, sendo que o percentual de sobrevivência entre esses tratamentos, em 24 horas foi em torno de 80, 67,5 e 60 % respectivamente, a semelhança dos tratamentos 4 e 5, o percentual de sobrevivência também reduziu ao longo do tempo, atingindo 50% ao longo de 72 horas, reduzindo para aproximadamente de 35% em 120 horas.

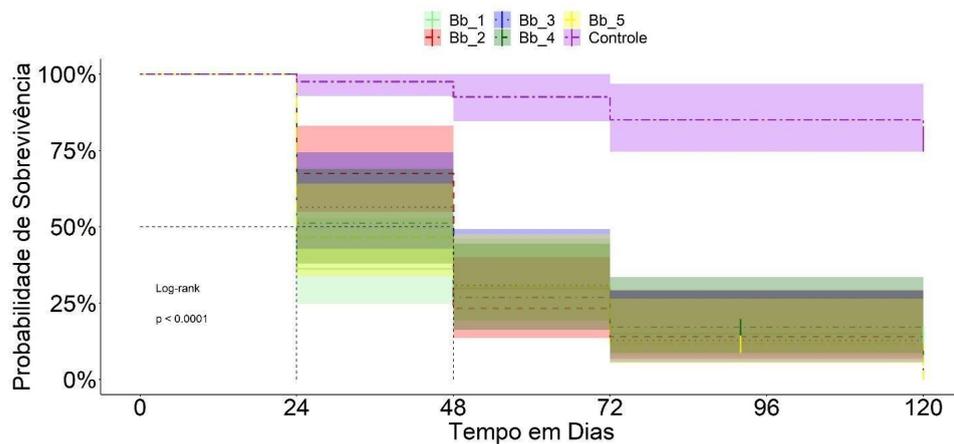
Figura 2. Curvas de sobrevivência de ninfas de *Hyadaphis foeniculi* tratadas com diferentes concentrações de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* em mistura técnica como função do tempo (h). Tratamentos: Controle (Água destilada), T1 (Bb_Ma_1): 1 g/L = 1×10^5 conídios viáveis; T2 (Bb_Ma_2): 2 g/L = 2×10^5 conídios viáveis; T3 (Bb_Ma_3): 3 g/L = 3×10^5 conídios viáveis; T4 (Bb_Ma_4): 4 g/L = 4×10^5 conídios viáveis; e T5 (Bb_Ma_5): 5 g/L = 5×10^5 conídios viáveis.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

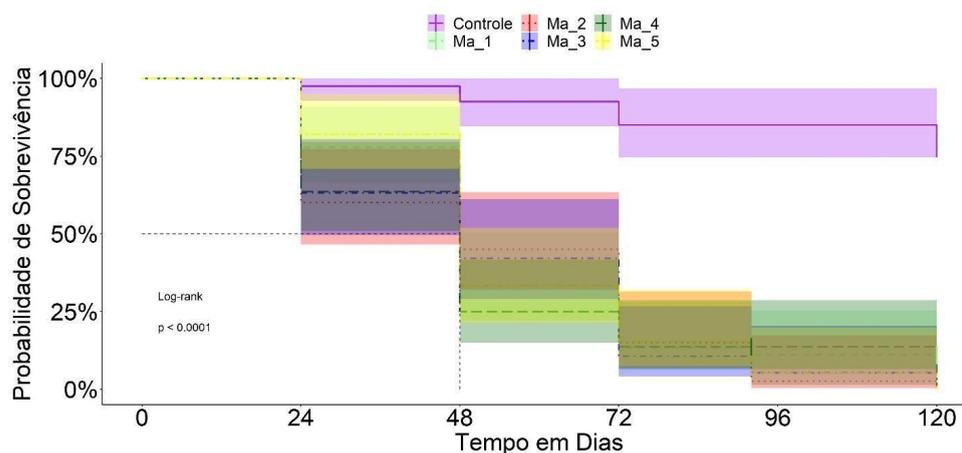
Os resultados apresentados na figura 3, fazem menção à curva de sobrevivência das ninfas de *H. foeniculi* mediante a aplicação de diferentes concentrações do fungos *B. bassiana*.

Figura 3. Curvas de sobrevivência de ninfas de *Hyadaphis foeniculi* tratadas com diferentes concentrações de *Beauveria bassiana* como função do tempo (h). Tratamentos: Controle (Água destilada), T1 (Bb_Ma_1): 1 g/L = 1×10^5 viáveis; T2 (Bb_Ma_2): 2 g/L = 2×10^5 conídios viáveis; T3 (Bb_Ma_3): 3 g/L = 3×10^5 conídios viáveis; T4 (Bb_Ma_4): 4 g/L = 4×10^5 conídios viáveis; e T5 (Bb_Ma_5): 5 g/L = 5×10^5 conídios viáveis.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 4. Curvas de sobrevivência de ninfas de *Hyadaphis foeniculi* tratadas com diferentes concentrações de *Metarhizium anisopliae* como função do tempo (h). Tratamentos: Controle (Água destilada), T1 (Bb_Ma_1): 1 g/L = 1×10^5 conídios viáveis; T2 (Bb_Ma_2): 2 g/L = 2×10^5 conídios viáveis; T3 (Bb_Ma_3): 3 g/L = 3×10^5 conídios viáveis; T4 (Bb_Ma_4): 4 g/L = 4×10^5 conídios viáveis; e T5 (Bb_Ma_5): 5 g/L = 5×10^5 conídios viáveis.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Os resultados obtidos permitem verificar que a concentração $5,44 \times 10^5$ conídios/l do isolado da mistura de *M. Anisopliae* e *B. bassiana* apresentaram potencial para controlar ninfas do pulgão, em condições de laboratório chegando a atingir uma mortalidade na ordem dos 90%. Na figura 3 é possível observar que o valor da mortalidade aumentou aproximadamente 1,81 vezes quando a concentração passou de $1,77 \times 10^5$ para $5,44 \times 10^5$ conídios /l (50 e 90%, respectivamente).

Altos níveis de patogenicidade demonstrados em menores doses do produto testado

significam uma melhor eficiência do ponto de vista econômico e ambiental. Fator que contribui para que um número maior de pulverizações possam ser realizadas, uma vez que fungos entomopatogênicos são, em sua maioria, extremamente suscetíveis a ação dos fatores ambientais adversos (alta temperatura, baixa umidade relativa e alta incidência de UV) que podem ocorrer após cada pulverização, comprometendo deste modo sua sobrevivência no ambiente, e como consequência, a eficiência da pulverização (Almeida *et al.*, 2007).

Em relação ao tempo letal mediano avaliado neste estudo os resultados evidenciam que não houve diferença significativa entre os tratamentos, embora tenha havido uma redução do tempo letal mediano por interposição do intervalo de confiança, onde para o tratamento 1 (1×10^5) e tratamento 2 (2×10^5) o tempo letal mediano foi de 72 horas, com intervalo de confiança variando de 48 a 96 horas para o tratamento 2, o que significa que tempo no qual 50% dos pulgões tem a probabilidade de morrer, foi de 72 horas, podendo ocorrer num intervalo cujo limite inferior é de 48 horas e o limite superior de tempo e de 96 horas, sendo que para o tratamento 1, segundo os resultados apurados, não existiu o limite superior de tempo.

Para os tratamentos 4 (4×10^5) e 5 (5×10^5) o tempo letal mediano foi inferior comparado com os demais tratamentos, ambos tiveram um tempo letal mediano de 24 horas, com intervalo de confiança variando entre 24 a 48 horas, o que demonstra uma maior eficiência destas doses em relação ao demais, pois em 24 horas foi possível observar uma mortalidade do pulgão em torno de 50%.

Os resultados da presente pesquisa diferem dos estudos realizados por Loureiro e Moino Jr (2009), onde avaliaram o tempo letal mediano do fungo *B. bassiana* com a concentração de 1×10^5 sobre o Pulgão *Aphis gossypii*, e obtiveram um tempo letal mediano de 57 horas. Os resultados da presente pesquisa mostraram-se mais eficientes, com concentrações mais baixas 5×10^5 tempo letal mediano foi de 24 horas, tempo menor em relação ao estudo de Cavalcanti *et al.* (2009).

Levando em consideração os valores de mortalidade e sobrevivência em função do tempo apresentados neste estudo, os tratamentos 4 e 5 correspondentes aos valores de concentração 4×10^5 e 5×10^5 conídios/L, respectivamente da mistura de *M. anisopliae* e *B. bassiana* mostraram-se mais eficientes atingindo uma sobrevivência abaixo de 10 %, o que em outras palavras significa uma mortalidade acima de 90%, num intervalo de tempo de 120 horas.

Estudos realizados por Araújo Júnior *et al.*, (2009) onde, avaliando a eficiência de *M. anisopliae* e *B. bassiana* com a concentração de 1×10^7 para o controle do pulgão *Lipaphis erysimi* (Kalt.) em plantas de couve, obteve um resultado de 90% de mortalidade em aproximadamente 120 horas de sobrevivência, e 64% de mortalidade em aproximadamente 96 horas de sobrevivência, respectivamente. Estes resultados diferem dos resultados obtidos na presente pesquisa, onde a mistura de *M. anisopliae* e *B. bassiana* proporcionaram uma mortalidade em torno de 90%, em 120 horas, mas usando concentrações em torno de $5,44 \times 10^5$, que são menores quando comparadas as concentrações usadas por Araújo Júnior, Marques e Oliveira (2009).

Resultados da presente pesquisa igualmente diferem dos resultados observados por Loureiro e Moino Jr. (2006), que constataram a eficiência de *B. bassiana* na infecção do pulgão *A. gossypii* e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), atingiu até 100% de mortalidade confirmada aos 7 dias após a aplicação. Almeida *et al.* (2007), constataram que o produto comercial Boveril®, que contém conídios do fungo *B. bassiana*, apresentou níveis de mortalidade confirmada superiores a 85% para o pulgão *B. brassicae*.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados evidenciam que baixos volumes do produto BeauveriaJCO® promoveram altos níveis de mortalidade no pulgão *H. foeniculi* sendo a CL₅₀ estimada em 1,50 g/L e a CL₉₀ 3,00 g/L. De forma semelhante o Meta-TurboSC®, foi determinada a CL₅₀ 1,43 g/L e a CL₉₀ estimada em 2,55 g/L. Já com relação à mistura técnica do produto BioMatch® foi estimada em 1,77 g/l a CL₅₀ e a CL₉₀ foi estimada em 5,45 g/l.

Os produtos BeauveriaJCO®, Meta-TurboSC® BioMatch® demonstram ser uma ferramenta promissora para o manejo do pulgão da erva-doce, pois baixos volumes do produto representam níveis expressivos de mortalidade do afídeo.

REFERÊNCIAS

AIELLO, Domenico *et al.* Evaluation of cross-species transferability of SSR markers in *Foeniculum vulgare*. **Plants**, v. 9, n. 2, p. 175, 2020.

AGROLINK. **Bula Meta-Turbo**. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/meta-turbo_10254.html. Acesso em: 16 out. 2023.

ALMEIDA, Gustavo Dias de *et al.* Determinação da concentração letal média (CL 50) de *Beauveria bassiana* para o controle de *Brevicoryne brassicae*. **Idesia (Arica)**, v. 25, n. 2, p. 69-72, 2007.

ALVES, Sérgio Batista (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. São Paulo: Manole. 1986. 407 p.

ALVES, Sérgio Batista. Perspectivas para utilização de fungos entomopatogênicos no controle de pragas no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 13, p. 77-86, 1992.

APROTOSOAIÉ, Ana Clara *et al.* The chemical profile of essential oils obtained from fennel fruits (*Foeniculum vulgare* Mill.). **Farmacia**, v. 58, n. 1, p. 46-53, 2010.

ARAÚJO JÚNIOR, José M.; MARQUES, Edmilson J.; DE OLIVEIRA, José V. Potencial de isolados de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* e do óleo de Nim no controle do pulgão *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 520-525, 2009.

AZEVEDO, C. F. *et al.* Aspectos anatômicos de plântulas *Foeniculum vulgare* Mill. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, p. 197-204, 2012.

AZEVEDO, Camila Firmino *et al.* Anatomia de plântulas de erva doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) sob o efeito de inseticida. **Revista Biociências**, v. 20, n. 1, p. 63-71, 2014.

AZEVEDO, Camila Firmino de *et al.* Produção de sementes de erva-doce em sistemas de consórcio. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

BASS, Chris *et al.* The evolution of insecticide resistance in the peach potato aphid, *Myzus persicae*. **Insect biochemistry and molecular biology**, v. 51, p. 41-51, 2014.

BASS, Chris; NAUEN, Ralf. The molecular mechanisms of insecticide resistance in aphid crop pests. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, p. 103937, 2023.

BELO HORIZONTE. Secretaria de Assistência Social, Segurança Alimentar e Cidadania. Subsecretaria de Segurança Alimentar e Nutricional. **Nutri informa**. Belo Horizonte, 2021. Publicações SMASAC. Disponível em: <https://encurtador.com.br/hjo34>. Acesso em: 25 out. 2023.

BENEVIDES, Jorgeana Almeida J.; MARINHO, Glória. Degradação de Pesticidas por fungos- Uma revisão. **HOLOS**. v. 2, p. 110-129, 2015.

BEZERRA, N. S. **Eficiência de fungos entomopatogênicos sobre formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae)**. Tese de Doutorado. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2018.

BIRCH, A. Nicholas E.; BEGG, Graham S.; SQUIRE, Geoffrey R. How agro-ecological research helps to address food security issues under new IPM and pesticide reduction policies for global crop production systems. **Journal of experimental botany**, v. 62, n. 10, p. 3251-3261, 2011.

BORTOLOTI, Gillyene. **Características da inserção dos bioinsumos para controle biológico no mercado fitossanitário brasileiro**. 2022. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio, Instituto Biológico, São Paulo, 2022. Disponível em: <http://repositoriobiologico.com.br/jspui/bitstream/123456789/1190/1/Gillyene.pdf>. Acesso em: 03 out. 2023.

BORTOLOTI, Gillyene; SAMPAIO, Renata Martins. Demandas tecnológicas: os bioinsumos para controle biológico no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 39, n. 1, p. 26927, 2022..

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Boas Práticas Agrícolas (BPA) de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. Brasília: MAPA/SDC, 2006. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cartilha_plantas_medicinais.pdf. Acesso em: 1 ago. 2023.

BRASIL. **Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.831.htm. Acesso em: 25 out. 2023.

BUENO, Adeney de Freitas *et al.* **Manejo de pragas com parasitoides. Bioinsumos na cultura da soja. Parte 2 - Tecnologia de aplicação**. Tradução . Brasília, DF: Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1143066/bioinsumos-na-cultura-da-soja>. Acesso em: 03 nov. 2023.

CALLOU, Sávio Matheus de Sá. **Revisão sobre toxicidade de inseticidas na abelha *Apis mellifera* (Hymenoptera: apidae)**. Pombal: Trabalho de Conclusão de Curso, 2021.

Disponível em: <https://encurtador.com.br/zEKV4> Acesso em: 01 ago. 2023.

CAVALCANTI, R. S. *et al.* Determinação da época de liberação de *lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera: aphidiidae) após aplicação de diferentes fungos entomopatogênicos para controle integrado de *schizaphis graminum* (Rond., 1852) (Hemiptera: aphididae). **Arquivos do Instituto Biológico**, Lavras, v. 76, n. 2, p. 251-257, jun. 2009.

CHOI, Eun-Mi; HWANG, Jae-Kwan. Antiinflammatory, analgesic and antioxidant activities of the fruit of *Foeniculum vulgare*. **Fitoterapia**, v. 75, n. 6, p. 557-565, 2004.

COSTA, Valmir Antonio; PERIOTO, Nelson Wanderley. **Tecnologia sustentável: Insetos parasitoides**. Instituto Biológico, São Paulo, 2017. 28p.

DEBONI, Tarita Cira; CARGNELUTTI, Denise. A teoria da trofobiose: uma abordagem didática. **Educação e agroecologia, interfaces entre o popular e o científico**. Curitiba: CRV, p. 189-201, 2021.

EMBRAPA. **Ordem Dermaptera**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cerrados/colecao-entomologica/dermaptera>. Acesso em: 01 set. 2023.

EMBRAPA. **Sabão e detergente: controle alternativo do pulgão da erva-doce**. 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2425179/prosa-rural---sabao-e-detergente-controlado-alternativo-do-pulgao-da-erva-doce>. Acesso em: 01 ago. 2023.

EMDEN, HF van; HARRINGTON, Richard (Ed.). **Aphids as crop pests**. Cabi, 2017.

EPMIP. **Controle varietal: um dos pilares do MIP**. 2020. Disponível em: <https://www.epmip.ufpi.edu.br/2020/06/resistencia-de-plantas-insetos.html>. Acesso em: 03 out. 2023.

ERTHAL JUNIOR, Milton. Controle biológico de insetos pragas. **Seminário mosaico ambiental**, 2011.

FARIA, MR de; MAGALHÃES, B. P. O uso de fungos entomopatogênicos no Brasil. **Biociência**, v. 22, n. 1, p. 18-21, 2001.

FERNANDES, Francisco Sales. **Dinâmica e distribuição espacial de diferentes espécies de pulgões e inimigos naturais em consórcio de erva-doce com algodão de fibra colorida**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FERREIRA, Rachel Gonçalves; SOUSA-SILVA, Carlos Roberto. *Hyadaphis foeniculi* na cultura de erva-doce no Estado de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 1265-1266, 2004.

FONTES, Eliana Maria Gouveia; VALADARES-INGLIS, Maria Cleria. **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília: Embrapa, 2020.

FRAGOSO, Daniel de Brito *et al.* **Resistência a inseticidas piretroides em populações de Sitophilus zeamais (Coleoptera: Curculionidae) coletadas em unidades armazenadas de arroz no estado de Tocantins.** Itajaí: Epagri, 2011. Disponível em: <https://encurtador.com.br/sCF15>. Acesso em: 01 ago. 2023.

G1. **Após novo recorde, Brasil encerra 2021 com 562 agrotóxicos liberados, sendo 33 inéditos.** Disponível em: <https://encurtador.com.br/tAGLW> Acesso em: 01 ago. 2023.

GEREMIAS, Leandro Delalibera. Perspectivas do mercado de controle biológico no Brasil. **Agropecuária Catarinense**, v. 31, n. 1, p. 12-13, 2018.

HAWKINS, Nichola J. *et al.* The evolutionary origins of pesticide resistance. **Biological Reviews**, v. 94, n. 1, p. 135-155, 2019.

HE, Weiping; HUANG, Baokang. A review of chemistry and bioactivities of a medicinal spice: *Foeniculum vulgare*. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 5, n. 16, p. 3595-3600, 2011.

HLINA, Benjamin L. *et al.* The relationship between thermal physiology and lampricide sensitivity in larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*). **Journal of Great Lakes Research**, v. 47, p. S272-S284, 2021.

JCO BIOPRODUTOS. **Beauveria.** Disponível em: <https://jcobiodprodutos.com.br/produtos-e-solucoes/beauveria/>. Acesso em: 20 out. 2023.

KISHORE, Navneet; VERMA, Akhilesh Kumar. *Foeniculum vulgare* Mill: Flavoring, Pharmacological, Phytochemical, and Folklore Aspects. **Medicinal Plants**, p. 77-91, 2022.

KHAN, Sajad *et al.* Mechanism of Insecticide Resistance in Insects/Pests. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 29, n. 3, 2020.

LABORATÓRIO DE ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA. **Coccinellidae.** Disponível em: <https://labento.ufsc.br/imagens/coccinellidae/>. Acesso em: 01 set. 2023.

LANNA FILHO, Roberto; FERRO, Henrique Monteiro; PINHO, RSC de. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 12-20, 2010.

LIMA, Gláucia Manoella de Souza. Proteínas bioinseticidas produzidas por *Bacillus thuringiensis*. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v. 7, p. 119-137, 2010.

LIMA, S. K. *et al.* Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil. Texto para discussão. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, Ipea**, 2020.

LOUREIRO, Elisângela de S.; MOINO JR, Alcides. Patogenicidade de fungos hifomicetos aos pulgões *Aphis gossypii* Glover e *Myzus persicae* (Sulzer)(Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 660-665, 2006.

MACEDO, Luciano Pacelli Medeiros; VENDRAMIM, José Djair. Gossipol: Fator de resistência a insetos-praga. **Revista Campo Digital**, v. 2, n. 1, 2007.

MAIA, Grace Kelly Fernandes; LIMA, Cristiana Peitz. Eficácia da *Foeniculum vulgare* Mill na dismenorreia: Revisão de Literatura. **Anais do EVINCI-UniBrasil**, v. 6, n. 1, p. 159-159, 2020.

MALAUQUIAS, José B. *et al.* The biology and thermal requirements of the fennel aphid *Hyadaphis foeniculi* (Passerini)(Hemiptera: Aphididae). **PLoS One**, v. 9, n. 7, p. e100983, 2014.

MALAUQUIAS, José Bruno *et al.* The influence of fennel feeding on development, survival, and reproduction in *Podisus nigrispinus* (Dallas)(Heteroptera: Pentatomidae). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 34, n. 3, p. 235-244, 2010.

MAMATHA, H. *et al.* Studies on weed management practices in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). **The Pharma Innovation Journal**, v. 10, n. 9, p. 986-89, 2021.

MASCARIN, Gabriel Moura; JARONSKI, Stefan T. The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 32, p. 1-26, 2016.

MENDES, A.S.L. **Análise do manejo integrado de pragas (MIP) na sojicultura da microrregião de Chapadinha**. Monografia, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, MA. 2017. Disponível em: <<https://rosario.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/1406/1/AercioMendes.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2023.

MEYER, Maurício Conrado *et al.* **Bioinsumos na cultura da soja**. Embrapa Soja, 2022.

MOREIRA, Marciane Dantas *et al.* Predação de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Hyadaphis foeniculi* (Passerini) (Hemiptera: Aphididae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 14, n. 4, p. 5878, 2019.

MOREIRA, Marta Abreu. **Deteção e caracterização molecular das estirpes de Wolbachia nos afídeos**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade da Madeira (Portugal).

NARDES, Wesley Ibarros Ribeiro *et al.* **Diversidade de fungos entomopatógenos (Hypocreales, Ascomycota) no Parque Nacional de São Joaquim, Santa Catarina, Brasil**. 2022.

NOGUEIRA, Luciano; CRUZ MELVILLE, Cirano. INSETOS E ÁCAROS: RESISTÊNCIA A PESTICIDAS E ESTRATÉGIAS DE MANEJO. **Revista Agrotecnologia**, v. 11, n. 1, 2020.

NOGUEIRA, Michel Ruan dos Santos. **Eficácia *in vitro* de diferentes formulações de *Metarhizium anisopliae* s.l. no controle do carrapato *Rhipicephalus microplus***. 2014. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.

NOREEN, Sana *et al.* Pharmacological, nutraceutical, functional and therapeutic properties of fennel (*foeniculum vulgare*). **International Journal of Food Properties**, v. 26, n. 1, p. 915-927, 2023.

ORLANDELLI, Ravelly Casarotti; PAMPHILE, João Alencar. Fungo Entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* como agente de controle biológico de insetos pragas. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 6, n. 2, 2011.

PARRA, José Roberto Postali. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, v. 71, p. 420-429, 2014.

PARRA, José Roberto Postali; COELHO, Aloisio. Applied biological control in Brazil: from laboratory assays to field application. **Journal of Insect Science**, v. 19, n. 2, p. 5, 2019.

PARRA, José Roberto Postali Controle biológico na agricultura brasileira. **Entomological Communications**, v. 1, p. 2675-1305, 2019.

PASSOS, Juliana. **Agrotóxicos**: toxicologista fala sobre mudanças na lei, riscos para saúde e meio ambiente. 2023. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/agrotoxicos-toxicologista-fala-sobre-mudancas-na-lei-riscos-p-ara-saude-e-meio-ambiente>. Acesso em: 01 ago. 2023.

PEREIRA, Márcio; MOURA, Cátia Jacira Martins. Entendendo alguns mecanismos de resistência a inseticidas tendo como exemplo o pulgão-verde *Myzus persicae* (SULZER, 1776)(HEMIPTERA: APHIDIDAE). **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 6813-6839, 2021.

POTRICH, Michele *et al.* Seletividade de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 822-826, 2009.

PORTO, Nathália Silva; GARCIA, Elisa Queiroz. Uso de microrganismos entomopatogênicos no controle populacional de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Perquirere**, v. 19, n. 2, p. 104-113, 2022.

PUSHKAR, Pushplata. **Foeniculum vulgare**: A Review of Its Botany, Phytochemistry, Pharmacology, Traditional Uses, Environmental Application, and Toxicology. 2022. Disponível em: <https://encurtador.com.br/wKNX8>. Acesso em: 01 de agosto de 2023.

RAMALHO, Francisco *et al.* Assessment of the attack of *Hyadaphis foeniculi* (Passerini)(Hemiptera: Aphididae) on biomass, seed and oil in fennel intercropped with cotton with colored fibers. **Industrial Crops and Products**, v. 77, p. 511-515, 2015.

RAMALHO, Wannubya Caroline *et al.* Estudo das potencialidades reprodutivas da erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill) em segunda safra no semi-árido nordestino. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, 2013.

REIS, T. C. Controle biológico com os fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* e suas interações com *Palmistichus elaeisis* e glifosato. 2018.

Dissertação (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

RIBEIRO, Júlio César (org.). **Desenvolvimento Social e Sustentável das Ciências Agrárias**. Ponta Grossa - PR: Atena Editora, 2020. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/desenvolvimento-social-e-sustentavel-das-ciencias-agrarias>. Acesso em: 16 out. 2023.

RIBEIRO, Júlio César (org.). **Desenvolvimento Social e Sustentável das Ciências Agrárias 3**. Ponta Grossa - PR: Atena Editora, 2020. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/desenvolvimento-social-e-sustentavel-das-ciencias-agrarias>. Acesso em: 16 out. 2023.

RODRIGUES, Paulo Roberto. **Potencial de fungos entomopatogênicos comerciais para o controle de *Alphitobius diaperinus* (Panzer)(Coleoptera: Tenebrionidae)**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SANTOS, Reidner de Brito. **Eficiência de bioinseticia e inseticida natural no controle de pulgão verde (*Myzus persicae*) em couve-manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*)**. 2023. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Posse - Go, 2023. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3490/1/TCC_Reidner%20Santos.pdf. Acesso em: 02 nov. 2023.

SILVA, Ana Carolina Rios. **Infecção via endofítica de *Brevicoryne brassicae* (Aphididae) com fungos entomopatogênicos**. 2021. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Biotecnologia, Universidade Federal de São João del Rei Graduação em Biotecnologia, São João del Rei, 2021. Disponível em: <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/cobit/TCC/TCCs%20Defendidos/TCC%20Ana%20Carolina%20Rios%20Silva%202021.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2023.

SILVA, Inayá de Freitas *et al.* Qual o cenário da produção orgânica no Brasil? Aproximações a partir de dados secundários do Censo Agropecuário e do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 17, n. 3, 2022.

VIAGEM, Carla Rebeca S. M. *et al.* Concentrações letais de fungos entomopatogênicos em *Hyadaphis foeniculi* (Hemiptera: Aphididae). **Simpósio de Controle Biológico (Siconbiol) e 2º Simpósio Latino-Americano de Controle Biológico - Slacb – Juazeiro/BA, 2023**.

WANG, Haiyang *et al.* The toxins of *Beauveria bassiana* and the strategies to improve their virulence to insects. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, p. 705343, 2021.

ZOTTI, M. J. *et al.* Seletividade de inseticidas usados na cultura do milho para ovos e ninfas do predador *Doru lineare* (Eschscholtz, 1822)(Dermaptera: Forficulidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, p. 111-118, 2020.

AGRADECIMENTOS

Quando comecei a escrever este trabalho, iniciei por essa página, pra mim dentre todas é uma das mais importantes. Foram tantas mãos para que eu chegasse até aqui e não poderia esquecer nenhuma, as me que ajudaram e as que duvidaram, agradeço imensamente. Saí de um lugar em que poucos podem sonhar em concluir uma graduação e menos ainda em traçar futuros diferentes, honro essa parte da minha história, por isso, agradeço aos ancestrais que me possibilitaram mudar o destino.

À minha mãe **agradeço** por todo apoio e amor dado durante toda minha vida, sendo meu alicerce, conselheira, incentivadora e minha motivação diária para vencer, você é meu maior exemplo de superação e perseverança, diversas vezes pensei se valeria a pena continuar, mas decidi seguir por nós e você é minha pessoa nesse mundo. Ao meu pai **agradeço**, por todas as vezes que se disponibilizou e se fez presente, aprendi com o senhor que damos nosso melhor sempre que possível.

À vovó Maria eu **agradeço** por ter sido acolhedora durante todos esses anos e que mesmo com o tempo e as adversidades se mostrou uma fortaleza, penso que herdei de você o amor pela natureza e a determinação de conseguir o que se quer. Mesmo estando em outro plano, não poderia deixar de **agradecer** ao meu avô Tim, de quem tenho saudade do silêncio e da maneira gentil de ver o outro.

À minha avó Deco e ao meu avô Eladio **agradeço** por todo o suporte e atenção dada durante esses anos. À minha bisavó Francisca (*In memoriam*) **agradeço** por me ensinar sobre fé, amor e paciência.

Às minhas tias que tiveram papéis fundamentais nessa caminhada: Tia Marlete, **agradeço** por todo apoio dado, por estar sempre disposta a ouvir, pelas sábias palavras, por abrir portas quando outras se fecharam e mostrar que o tempo ensina e a família acolhe; Tia Lia, por todo suporte e que mesmo com as adversidades, acreditou em mim e me acolheu, **agradeço** principalmente por não terem desistido da minha pessoa. Agradeço à minha Tia Cida pela atenção e suporte. Aos meus tios de consideração e os de sangue **agradeço** imensamente, pelo carinho e apoio durante esses anos: Tio Marcelo, Tio Biu (*In memoriam*), Histênio (*In memoriam*), Tio Antônio, Manoel, Márcio e Sales.

Meus primos, que por diversas vezes foram meus irmãos: Hystella, **agradeço** por estar comigo em todas as etapas, mesmo que de forma silenciosa, mas sempre esteve ali acreditando que era possível, você é um dos maiores exemplos que tenho de resiliência; Histênio Júnior, **agradeço** por todo apoio dado quando vários acharam que eu não seria capaz, pelo carinho, acolhimento, exemplo de ser humano e principalmente por ensinar sobre generosidade e empatia; Larissa, por mostrar que a perseverança faz a gente ir longe e por todos os conselhos que me foram dados; Jaime, por mostrar que precisamos ter coragem pra mostrar quem somos; Mari e Amparo, por durante anos termos dividido anseios tão pessoais.

Aos pequenos, por diversas vezes recarregar minhas baterias e mostrarem que é possível viver com mais leveza (Maria, Teninho e Enzo). Também não posso deixar de **agradecer** aos “agregados” da família que acreditaram em mim e me desejaram o bem.

Agadeço a Túlio, meu amor, que sempre esteve comigo em todas as lágrimas e sorrisos no decorrer do curso. Durante esses anos, fomos companheiros nos melhores e piores momentos que tive na minha vida. Também não posso deixar de **agradecer** à sua família que me acolheu tão bem durante todos esses anos, em especial Dona Bernadete.

Aos meus amigos que estão comigo antes mesmo de tudo isso começar e me ajudaram diversas vezes a me manter firme nesse propósito. **Agadeço** às minhas amigas de infância Luciana e Andrezza e ao meu afilhado Wellington que mesmo há quase 11 anos sem nos

encontrarmos presencialmente, sempre fazem questão de lembrar de mim em datas especiais e nos momentos difíceis, muito do que sou hoje é graças à vocês. **Agradeço** ao meu melhor amigo Raynner, por ter me mostrado essa porta, por sempre me ouvir, incentivar e acreditar que é possível sonhar. Com ele, sou mais eu. Minhas amigas do SERTA que diversas vezes foram inspiração e apoio nessa caminhada (Murta, Paula, Clarinha, Nívia, Socorro, Carol, Cris, Claudinha, Socorro). Ao meu melhor amigo de faculdade que levarei para vida, Mattheus, que desde o primeiro dia de aula fomos dupla de trabalho, dividimos segredos, angústias e vivências, sem você nada disso seria possível. Também não posso deixar de **agradecer** a Anderson e Vitória por todas as risadas, compartilhadas no cotidiano exaustivo de aulas, atividades e obrigações com vocês tudo foi mais leve, sentirei saudades desse quarteto.

Agradeço à Prof^o Dra. Jéssica Pachú que, além de me orientar neste trabalho, foi fundamental na minha carreira acadêmica, acreditando no meu potencial, me incentivando a alcançar vãos que eu não imaginava conseguir, mostrando que é possível ter humildade e humanidade em um ambiente tão desafiador que é a academia, você é uma inspiração profissional.

Agradeço ao Prof^o José Bruno Malaquias por todo suporte dado nesse processo final, além de toda generosidade, compreensão e acolhimento durante essa jornada acadêmica e por mostrar que eu posso ir mais longe.

Agradeço aos professores do Campus II, em especial: Prof^o Alexandre, Prof^o Mário Sérgio; Prof^o Aldo Branquinho; Prof^o Camila Azevedo, Prof^o Élide Corrêa e Prof^o Leandro Oliveira, vocês são especiais. Além disso, **agradeço** todos os funcionários do Campus II que se dedicam diariamente para o funcionamento pleno do local.

Agradeço a toda equipe do LEN (Laboratório de Entomologia da UFPB) que foram fundamentais no processo de estágio e escrita do trabalho, auxiliando nos experimentos e processos burocráticos além de mostrarem que é possível um ambiente acolhedor sem competitividade.

Tenho muita fé na vida e acredito que a natureza é a materialização do sagrado e da paz que tanto buscamos. Os anos de pandemia e os últimos anos me desafiaram diversas vezes. A partida de pessoas muito queridas quase me fizeram largar tudo; parecia que nada mais fazia sentido. Nesse momento, os seres de luz que me rodeiam fizeram com que eu me erguesse novamente. Por fim, e não menos importante, agradeço a esses seres que me iluminam, protegem e me dão forças diariamente.

Como devota de Santa Bárbara, **agradeço** por todas as batalhas vencidas, por todas as tempestades passadas, sei que nunca estive sozinha e por isso estou aqui hoje.