



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**ANDREZA MADDALENA**

**SELETIVIDADE DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS SOBRE O PREDADOR  
*Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae)**

**AREIA**

**2022**

**ANDREZA MADDALENA**

**SELETIVIDADE DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS SOBRE O PREDADOR**  
***Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

**Orientador:** Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito

**Coorientador:** Me. Khyson Gomes Abreu

**AREIA**  
**2022**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

M179s Maddalena, Andrezza.

Seletividade de fungos entomopatogênicos sobre o predador *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera:Labiidae) / Andrezza Maddalena. - Areia:s.n, 2022.

34 f: il.

Orientação: Carlos Henrique de Brito.TCC  
(Graduação) - UFPB/CCA.

1. Ciências Biológicas. 2. Controle biológico. 3. Viabilidade. 4. Tesourinhas. I. Brito, Carlos Henrique. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 573(02)

**ANDDREZA MADDALENA**

**SELETIVIDADE DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS SOBRE O PREDADOR  
*Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal da Paraíba, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 02/12/2022.

**BANCA EXAMINADORA**

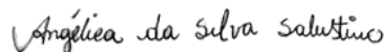


Prof. Carlos Henrique de Brito  
UFPB - CCA  
SIAPE 17163109

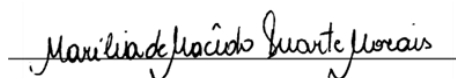
Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito (Orientador)  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Me. Khyson Gomes Abreu (Coorientador)  
Doutorando em Agronomia (UFPB)



Me. Angélica da Silva Salustino (Examinadora)  
Doutoranda em Agronomia (UFPB)



Me. Marília de Macêdo Duarte Moraes (Examinadora)  
Doutoranda em Agronomia (UFPB)

À minha mãe e minha tia, pelo apoio, amor e  
cuidado por todos esses anos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força, motivação e coragem para superar todos os obstáculos.

À minha família, minha mãe que sempre esteve ao meu lado, me apoiando, me incentivando a ser uma pessoa melhor e me dando forças para seguir com os meus estudos, minha tia, que ajudou na minha criação, sempre acreditou em mim e investiu no meu futuro, minha irmã Anddrielle, que mesmo distante, sempre me ouviu e riu das minhas palhaçadas, meus sobrinhos Aurora e Álvaro, os grandes amores da minha vida, minha madrinha Prof. Josilene, que me inspira pela sua educação e persistência e ao meu querido Prof. Emmanuel Falcão, uma das melhores pessoas que tive a oportunidade de conhecer e que sempre irá morar no meu coração.

Ao meu orientador Dr. Carlos Henrique de Brito pela orientação durante todos esses anos, confiança, comprometimento, apoio e ensinamentos que vou levar para vida toda, o Senhor foi o pilar da minha graduação.

Ao meu coorientador Me. Khyson Gomes Abreu pela parceria, amizade, conselhos, paciência e compreensão durante esta pesquisa e em nossa rotina no Laboratório, você foi um grande presente, tanto na minha vida profissional quanto pessoal.

A todos os meus colegas do Laboratório de Invertebrados, Angélica Salustino primeira pessoa que me apoiou e que me coorientou no LABIN, sou grata por todos os ensinamentos passados, Renan Rodrigues, Nayana, Aíla, Marília, Manoel, Lucimere, Denilson, aos técnicos Rafaela, Taís, Rhaldney, Alexsandra, aos demais estagiários e a todos os funcionários do Departamento de Biociências do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, obrigado pelo companheirismo e ajuda.

A minha amiga Ana Carolina Sobreira Soares que sempre acreditou em mim, me compreendeu, me passou confiança e me deu conselhos em todos os momentos, sou eternamente grata por Deus ter colocado você em minha vida, Sabrina Alves uma menina brilhante que a UFPB me deu a oportunidade de conhecer, Bianca Marina, Mariana e Evilásio, que conheci recentemente, mas já são muito especiais para mim.

Ao Programa de Educação Tutorial pela oportunidade de bolsa, a João Paulo e Joyce pela contribuição nos dados estatísticos e ao Prof. Abraão pelo apoio na retirada de dúvidas sobre as questões burocráticas do curso.

Aos Professores Daniel Duarte Pereira e David Holanda de Oliveira por suas aulas enriquecedoras. Por fim, agradeço ao Centro de Ciências Agrárias pelas experiências vividas.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino.”

**Leonardo da Vinci**

## RESUMO GERAL

A ordem Dermaptera é formada por insetos predadores conhecidos popularmente como tesourinhas, nome dado devido ao par de cercos localizados no final de seu abdômen. Dentre esses insetos, a espécie *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae) se destaca por ter comportamento generalista, hábito alimentar diversificado e alta voracidade sobre fases iniciais do ciclo de vida de diferentes pragas agrícolas, demonstrando ser um predador de grande potencial a ser utilizado em programas de controle biológico. Assim, garantir a conservação desse predador nos agroecossistemas é importante, e para isso, é preciso desenvolver estudos sobre a capacidade seletiva dos agentes de controle sobre esses insetos benéficos. Os pesticidas, que ainda são os agentes de controle mais utilizados, vêm causando uma série de problemas, dentre estes, destaca-se a eliminação de populações desses insetos no ambiente. Nesse contexto, os fungos entomopatogênicos surgem como uma boa opção, sendo um grupo de inimigos naturais utilizados no controle biológico de pragas, que além de conseguirem reduzir populações dessas abaixo do nível de dano econômico, também apresentam uma possível capacidade seletiva sobre insetos benéficos. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a seletividade dos fungos entomopatogênicos *Metharhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883 e *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, 1912 sobre o predador *M. arachidis*. Para constatar se os fungos eram patogênicos a *M. arachidis*, as ninfas e os adultos foram imersos em uma concentração de 5 g de conídios viáveis diluídos em 50 mL de água destilada. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os resultados mostraram que os fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *B. bassiana* são seletivos às ninfas e aos adultos de *M. arachidis*, com potencial de serem utilizados em programas do Manejo Integrado de Pragas (MIP). Além disso, os fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *B. bassiana* não afetam o ciclo reprodutivo de *M. arachidis*.

**Palavras-chave:** controle biológico; viabilidade; tesourinhas.

## ABSTRACT

The Dermaptera order is made up of popularly known predator insects as earwigs, a name given due to the pair of cercis located at the end of its abdomen. Among these insects, the species *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae) stands out for having generalist behavior, diverse food habit and high voracity over the early stages of the life cycle of different agricultural pests, proving to be a predator of great potential to be used in biological control programs. Thus, ensuring the conservation of this predator in agroecosystems is important, and for this, it is necessary to develop studies on the selective capacity of control agents on these beneficial insects. Pesticides, which are still the most commonly used control agents, have been causing a number of problems, including the elimination of populations of these insects in the environment. In this context, entomopathogenic fungi emerge as a good option, being a group of natural enemies used in the biological control of pests, which in addition to reducing populations below the level of economic damage, also have a possible selective capacity on beneficial insects. Therefore, the objective of this research was to evaluate the selectivity of entomopathogenic fungi *Metharhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883 and *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, 1912 on predator *M. arachidis*. To see if the fungi were pathogenic to *M. arachidis*, nymphs and adults were immersed at a concentration of 5 g of viable conidia diluted in 50 ml of distilled water. The averages were compared by the Tukey test ( $p < 0.05$ ). The results showed that entomopathogenic fungi *M. anisopliae* and *B. bassiana* are selective to *M. arachidis* nymphs and adults, with the potential to be used in Integrated Pest Management (MIP) programs. In addition, entomopathogenic fungi *M. anisopliae* and *B. bassiana* do not affect the reproductive cycle of *M. arachidis*.

**Keywords:** biological control; viability; earwigs.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Micrografia de *M. anisopliae* mostrando em: (A) os seus conídios, que possuem uma cor verde-oliva característica dessa espécie de fungo; e em (B) as suas fiálides, que nesse caso, não se encontram entumecidas.....13
- Figura 2.** Conídios viáveis ou germinados de *B. bassiana*, caracterizados pelos seguintes aspectos: (A) a mudança de tamanho e a forma dos conídios, comparando-se com o tamanho e a forma normal; (B) parede conidial que se rompeu e produziu um tubo germinativo; (C) e tubo germinativo alongado.....14
- Figura 3.** Viabilidade de *M. arachidis* após imersão nas soluções contendo os fungos entomopatogênicos: (A) viabilidade (%) de *M. arachidis* submetidas aos fungos entomopatogênicos por tratamento, pelo método de imersão; (B) viabilidade (%) de *M. arachidis* submetidas aos fungos entomopatogênicos em função dos ínstares, pelo método de imersão.....21
- Figura 4.** Cadáveres de *M. arachidis* infectados pelos fungos entomopatogênicos: (A) inseto de 3º ínstar infectado por *B. bassiana*; e (B) fêmea adulta de *M. arachidis* infectada por *M. anisopliae*.....26

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Ingredientes da dieta artificial oferecida para <i>M. arachidis</i> .....	17
<b>Tabela 2.</b> Classificação da seletividade dos fungos entomopatogênicos a insetos benéficos.....	20
<b>Tabela 3.</b> Duração média dos ínstars (dias) de <i>M. arachidis</i> após a imersão nos fungos entomopatogênicos.....	22
<b>Tabela 4.</b> Efeito dos fungos entomopatogênicos na reprodução de adultos de <i>M. arachidis</i> .....	22
<b>Tabela 5.</b> Peso (g) de <i>M. arachidis</i> quando expostas aos diferentes fungos entomopatogênicos.....	23
<b>Tabela 6.</b> Comprimento da cápsula cefálica (mm) de <i>M. arachidis</i> quando expostas aos diferentes fungos entomopatogênicos.....	24
<b>Tabela 7.</b> Tamanho (mm) de <i>M. arachidis</i> após a ecdise, quando expostas aos diferentes fungos entomopatogênicos.....	25
<b>Tabela 8.</b> Classificação da seletividade dos fungos entomopatogênicos a <i>M. arachidis</i> , pelo método de imersão.....	25

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
2.1. FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS: <i>M. anisopliae</i> E <i>B. bassiana</i> .....	12
2.2. SELETIVIDADE DE <i>M. anisopliae</i> E <i>B. bassiana</i> SOBRE INSETOS BENÉFICOS.....	14
2.3. <i>Marava arachidis</i> .....	16
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
3.1. CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DE <i>M. arachidis</i> .....	17
3.2. LINHAGEM FÚNGICA UTILIZADA NA INFECÇÃO DE <i>S. frugiperda</i> E <i>M. arachidis</i> .....	18
3.3. LETALIDADE DOS FUNGOS SOB <i>M. arachidis</i> .....	18
3.4. DURAÇÃO DO PERÍODO NINFAL E REPRODUÇÃO DE ADULTOS DE <i>M. arachidis</i> .....	19
3.5. AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS APÓS IMERSÃO DE NINFAS E DE ADULTOS DE <i>M. arachidis</i> NOS FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS.....	19
3.6. CLASSIFICAÇÃO DA SELETIVIDADE DE <i>M. anisopliae</i> E <i>B. bassiana</i> A <i>M. arachidis</i> .....	20
3.7. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	20
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
4.1. AÇÃO DOS FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS SOBRE A VIABILIDADE DE NINFAS E ADULTOS DE <i>M. arachidis</i> .....	20
4.2. AÇÃO DOS FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS SOBRE A DURAÇÃO DOS ÍNSTARES E A REPRODUÇÃO DE <i>M. arachidis</i> .....	21
4.3. VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS ESTUDADAS APÓS A IMERSÃO DAS NINFAS E DOS ADULTOS DE <i>M. arachidis</i> NOS FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS.....	23
4.4. CLASSIFICAÇÃO DA SELETIVIDADE DOS FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS A <i>M. arachidis</i> PELO MÉTODO DE IMERSÃO.....	25
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A ordem Dermaptera é composta por insetos predadores, que se destacam por apresentar uma alta voracidade ao atacar ovos e fases imaturas de diversos insetos-praga das ordens Coleoptera, Diptera, Hemiptera e Lepidoptera (SALUSTINO et al., 2021). Os insetos dessa ordem são conhecidos popularmente como tesourinhas, cujo nome remete aos cercos, que têm um formato de pinça e ficam localizados na extremidade de seu abdômen (LIMA, 2020). Os cercos são de grande importância para esses insetos, pois auxiliam na realização de várias funções essenciais, como durante a cópula ou na defesa contra-ataques de outros insetos predadores (OLIVEIRA et al., 2019).

A espécie *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae) possui grande potencial para ser inserida nos programas do Manejo Integrado de Pragas (MIP) devido ao seu comportamento generalista e hábito alimentar diversificado, o que sugere que essa tesourinha também possa ser utilizada em conjunto com outros métodos de controle nos diferentes agroecossistemas (FERREIRA et al., 2022). Mesmo existindo poucos estudos sobre a espécie, recentemente, estudos como o de Abreu (2021), mostraram a capacidade predatória de *M. arachidis* sobre ovos da principal praga-chave da cultura do milho, a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)).

Nesse contexto, o controle químico, que ainda é o meio mais utilizado para combater essa praga e diversas outras, vem ocasionando problemas ambientais pelo seu uso desordenado, como a seleção de populações resistentes e a eliminação de insetos benéficos (BOLZAN, 2019; GOEDEL; FATIA; POLTRONIERI, 2021; SHIMIZU; MOURÃO, 2022). Assim, métodos de controle com capacidade seletiva sobre insetos benéficos se fazem necessários, e dentre esses, o controle biológico surge como uma boa opção, pois faz uso de grupos de inimigos naturais para controlar pragas. Os fungos entomopatogênicos se destacam por serem um grupo com alta capacidade de reduzir populações de pragas em níveis abaixo dos níveis de dano econômico (RUBIO; SOUZA; PEREIRA, 2021).

As espécies mais utilizadas desses fungos são os ascomicetos da ordem Hypocreales, *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883 e *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, 1912 (ALFARO-VALLE et al., 2022). Ambas as espécies já são utilizadas no controle de várias pragas, por exemplo, *M. anisopliae* infecta a traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)) (PIRES et al., 2010), e *B. bassiana* é patogênica à broca-da-cana (*Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae)) (SIMI, 2010).

No entanto, apesar de se mostrarem promissores, ainda são encontrados poucos estudos sobre a possível capacidade seletiva desses fungos a insetos benéficos, a exemplo dos dermápteros. Os estudos mais recentes foram feitos em condições laboratoriais, sobre os ovos do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), quando Pessoa et al. (2005) utilizaram o método de imersão e suspensões de  $1,0 \times 10^4$  e  $1,0 \times 10^8$  conídios/mL<sup>-1</sup> de *B. bassiana*, e constataram em seus resultados que não houve efeitos negativos sobre a viabilidade dos ovos que possam ter sido provocados pelo fungo.

Sendo assim, considerando-se que o uso de grupos de inimigos naturais para controlar pragas se mostra como uma opção mais ecológica e sustentável que o controle químico e tem um grande potencial de não afetar os organismos não-alvo quando aplicados no meio ambiente, sendo a sua maioria insetos predadores de pragas, que também podem ser introduzidos nos programas do MIP visando o controle destas, o objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade dos fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *B. bassiana* sobre o predador *M. arachidis*.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS: *M. anisopliae* E *B. bassiana*

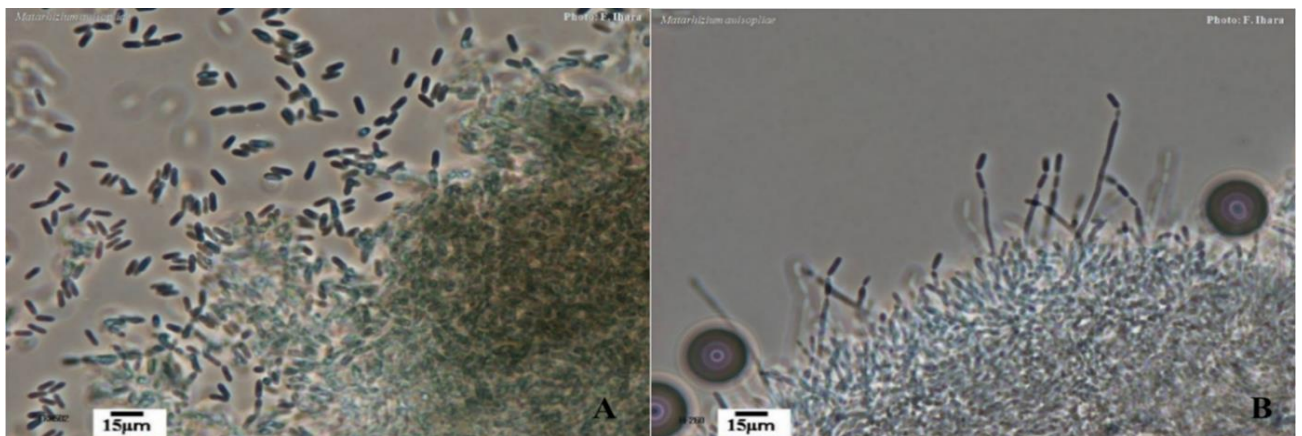
Os fungos são organismos heterotróficos, eucariotos, unicelulares ou multicelulares, se reproduzem por esporos sexuados, assexuados ou ambos e no caso dos entomopatogênicos, agem como parasitas facultativos ou obrigatórios de insetos, possuindo alta capacidade de esporulação e de sobrevivência no ambiente (ESPARZA-MORA, 2015). Mais de 75% dos fungos entomopatogênicos pertencentes à ordem Hypocreales se encontram associados a insetos das ordens Coleoptera, Hemiptera e Lepidoptera (SUNG et al., 2008), e segundo Alves (1998), esses fungos provocam cerca de 80% das doenças encontradas na Classe Insecta.

O ciclo biológico desses fungos tem uma fase sapróbia e outra parasitária: na primeira, os conídios são germinados, formando tubos e depois micélios; e na segunda, há a ocorrência da penetração no tegumento do inseto pela ação de enzimas. Os conídios começam a germinar após 12 h da penetração, e com 72 h o inseto já pode estar totalmente colonizado pelo fungo, sendo a morte atribuída ao acúmulo de substâncias tóxicas ou à falta de nutrientes (OLIVEIRA, 2007; OLIVEIRA, 2011). As condições consideradas favoráveis para o bom desenvolvimento da infecção são uma umidade relativa em torno de 90% e temperaturas entre 23 °C e 30 °C (FERREIRA, 2022).

A morte do inseto acontece geralmente após três ou cinco dias, dependendo da patogenicidade do fungo e do ínstar do inseto (RIMACHI, 2018), tendendo a ocorrer mais

mortes nos primeiros estágios ninfais dos insetos do que nos indivíduos adultos (SOUZA et al., 2022). Dados levantados em biofábricas mostram que após a morte do inseto, o fungo leva de 5 a 8 dias para ficar visível a olho nu no cadáver, pois é nesse período que ele começa a emitir os conídios na parte externa do inseto (informação verbal)<sup>1</sup>. Dentre os fungos entomopatogênicos, *M. anisopliae* e *B. bassiana* são os mais utilizados no controle biológico de pragas (LOKO et al., 2022; LIU; YANG; WANG, 2022; MWAMBURI et al., 2021).

*M. anisopliae*, infecta mais de 300 espécies de insetos naturalmente (GOMES, 2022). Esse fungo causa a infecção fúngica “*green muscardine*”, denominada assim pela incrustação formada no corpo dos cadáveres, que ao final da conidiogênese, ficam extremamente duros e recobertos por uma camada pulverulenta de conídios verdes (MACEDO, 2005). Ainda segundo o autor, o ciclo de vida da espécie é simples, com presença de conidiósporo haplóide, formado em cadeias distribuídas sobre as fiálides (Figura 1), que podem ou não estarem entumecidas.

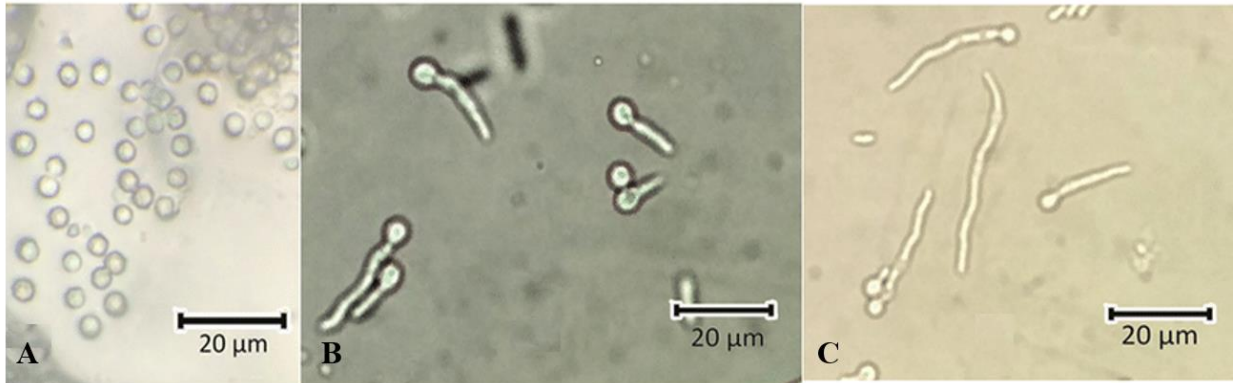


**Figura 1.** Micrografia de *M. anisopliae* mostrando em: (A) os seus conídios, que possuem uma cor verde-oliva característica dessa espécie de fungo; e em (B) as suas fiálides, que nesse caso, não se encontram entumecidas.

**Fonte:** Adaptado de National Agriculture and Food Research Organization (NARO) (1999).

*B. bassiana*, infecta mais de 200 espécies de insetos, sendo caracterizada por ter células eucarióticas quitinizadas e colônias brancas, células conidiogênicas com uma parte basal globosa, e conídios hialinos, globosos ou elipsoidais (Figura 2), que podem formar aglomerados (LIMA, 2021; MAMANI, 2020; VITERI; DANIELA; CHÁVEZ, 2020; ZIMMERMANN, 2007).

<sup>1</sup> Informação verbal fornecida por Roberto Balbino da Silva, Supervisor Administrador da Associação de Plantadores de Cana da Paraíba (ASPLAN) e Licenciado em Ciências Biológicas, em junho de 2022.



**Figura 2.** Conídios viáveis ou germinados de *B. bassiana*, caracterizados pelos seguintes aspectos: (A) a mudança de tamanho e a forma dos conídios, comparando-se com o tamanho e a forma normal; (B) parede conidial que se rompeu e produziu um tubo germinativo; (C) e tubo germinativo alongado.

**Fonte:** Adaptado de SUMIKARSIH; HERLINDA; PUJIASTUTI (2019).

Essa espécie é conhecida por causar a muscardina branca no bicho-da-seda, provocada pelo crescimento de seu micélio sobre o corpo do inseto, tendo um aspecto de mofo branco, assemelhando-se a um emaranhado de algodão (SCHMALTZ, 2020).

Embora *M. anisopliae* e *B. bassiana* se mostrem como entomopatogênicos promissores no combate de pragas, há ainda uma escassez de estudos que avaliem se elas prejudicam organismos não-alvo, como por exemplo, o predador *M. arachidis*.

## 2.2. SELETIVIDADE DE *M. anisopliae* e *B. bassiana* SOBRE INSETOS BENÉFICOS

A seletividade, pode ser definida como a capacidade de escolha que os diferentes agentes de controle têm sobre as populações de inimigos naturais nos agroecossistemas (PESSOA et al., 2022). De modo geral, trabalhos sobre seletividade ainda são escassos, no entanto, estudos recentes evidenciam o potencial de seletividade de *M. anisopliae* e *B. bassiana* sobre inimigos naturais de pragas em experimentos tanto de campo quanto laboratoriais.

Por exemplo, Cardoso et al. (2007), verificaram a seletividade de *M. anisopliae* e de *Lecanicillium lecanii* (Hypocreales: Cordycipitaceae) em larvas de 1º ínstar do predador *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae), usando a concentração de  $2,1 \times 10^7$  conídios viáveis/mL<sup>-1</sup> para *M. anisopliae*. A partir da avaliação dos cadáveres, os autores observaram que nenhuma das mortes dos indivíduos de *C. cincta* foi provocada pelos fungos, deixando claro que *M. anisopliae* foi seletivo para as larvas do inseto.

Ao avaliar a compatibilidade de *M. anisopliae* sobre os aspectos biológicos do predador *C. externa* utilizando doses de  $10^5$  e  $10^8$  conídios/mL<sup>-1</sup>, Souza et al. (2015) observaram que o fungo não é capaz de interferir nos aspectos biológicos da espécie, principalmente quando as doses foram aplicadas diretamente no predador. Analisando a patogenicidade de *M. anisopliae*, *B. bassiana* e de *Metarhizium rileyi* (Hypocreales: Clavicipitaceae) sobre os ovos de *C. externa*, Devoz et al. (2019), chegaram à conclusão de que as três espécies de fungos não ofereceram riscos de patogenicidade ao predador.

Lopes et al. (2017) constataram que ambos os fungos sob doses de  $2 \times 10^{12}$ , de  $4 \times 10^{12}$  e de  $6 \times 10^{12}$ , não foram capazes de causar impactos negativos sobre os artrópodes não-alvo presentes na cultura da soja. Entretanto, essas espécies não foram definidas pelos autores. Já Colombo et al. (2019), observou que *M. anisopliae* e *B. bassiana* se mostraram seletivos e seguros no campo na concentração  $1 \times 10^8$  conídios/mL<sup>-1</sup>, para a produção de abelhas rainhas da espécie *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), embora recomendou-se novos testes com outras concentrações e isolados fúngicos.

Os insetos benéficos são de grande importância para a humanidade, devido aos diversos serviços ecossistêmicos que prestam. Muitos desses, são predadores, possuindo grande capacidade de auxiliar na redução de populações de insetos-praga em áreas de cultivo, mantendo-as abaixo do nível de dano econômico, agindo assim, como inimigos naturais. Por isso, a identificação de predadores nos programas de controle biológico é de grande valia.

A exemplo de insetos benéficos tem-se a ordem Dermaptera, cujos representantes mais estudados com a finalidade de controle biológico de pragas segundo Cruz (2008) são: *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) e *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) (Dermaptera: Anisolabididae). Porém, o mesmo autor também comenta que outros grupos de predadores com potencial de controle vêm ganhando destaque no meio científico, como os sirfídeos; os percevejos predadores, das famílias Reduvidae, Anthocoridae, Lygaeidae, Nabidae e Pentatomidae; e o besouro-de-superfície-do-solo (Coleoptera: Carabidae), principalmente as espécies do gênero *Calosoma*.

É importante ressaltar que estudos sobre a seletividade de *M. anisopliae* e *B. bassiana* sobre *M. arachidis* ainda não foram realizados, assim como a aplicação de outros fungos entomopatogênicos da ordem Hypocreales. seja sob condições laboratoriais ou em aplicações no campo. Portanto, isso mostra a necessidade de experimentos com esses fungos, utilizando diferentes tipos de aplicações e concentrações de conídios, sendo importante a montagem de experimentos sob condições laboratoriais antes da aplicação em campo, para que assim se tenha

uma maior segurança e chances de sucesso no controle de pragas que podem dividir o mesmo habitat que esse predador, como a *S. frugiperda*.

### 2.3. *Marava arachidis*

A espécie *M. arachidis* pertence à ordem Dermaptera, subordem Forficulina, família Spongiphoridae (Labiidae) e subfamília Spongiphorinae. Essa ordem é conhecida pelo par de cercos ou pinças encontradas no fim do abdômen de suas representantes, denominadas popularmente de tesourinhas (LIMA, 2020). Atualmente a *M. arachidis* encontra-se distribuída em várias regiões de diferentes continentes, como África, Austrália, Europa, Ásia (exceto na China) e Américas do Norte e do Sul, além de países como Austrália e os localizados no Caribe (HOPKINS et al., 2018). Sua origem ainda é pouco conhecida, mas Patel e Habib (1978) sugerem que é uma espécie tropical.

Como principais características, a espécie possui corpo achatado e alongado, com tamanho variável entre os indivíduos, coloração variando de marrom, marrom-avermelhada ou preta, desenvolvimento hemimetábolo (metamorfose incompleta), passando pelos estágios de ovo, ninfa (que se assemelha aos indivíduos adultos) e adultos, além da cabeça livre com apêndices bucais prógnatos, especializados para a mastigação (HUDSON, 1974; LIMA, 2020; MARQUES, 2011). Hudson (1974) apresenta características diagnósticas da espécie, como o 2º tarsômero não modificado e o tegumento distinto, que pode ter ou não asas posteriores na fase adulta, além das ninfas terem pinças finas e alongadas com o pigídio exposto.

Assim como os demais dermápteros, essa espécie apresenta antenas filiformes; abdômen com dez segmentos nos machos e oito segmentos nas fêmeas; pernas ambulatórias, fórceps no final do abdômen com dimorfismo entre os sexos; asas que aparecem apenas na fase adulta, embora essas tesourinhas não tenham a capacidade de voar; e canibalismo entre adultos e juvenis (LIMA, 2020; NASCIMENTO et al., 2018; PATEL; HABIB, 1978).

*M. arachidis* é conhecida pelos cuidados maternos, sendo os indivíduos adultos e as ninfas recém-eclodidas vistos em um mesmo local. Essa condição também é um indicativo de que a reprodução pode ter ocorrido há pouco tempo (BANNERMAN; GEVERINK, 2019; PATEL; HABIB, 1978). Essas ninfas passam por quatro ecdises até atingir a fase adulta (LIMA, 2020), e o estágio ninfal pode durar de 41 a 57 dias. Estima-se que essa espécie de tesourinha consiga viver por mais de 200 dias e que os adultos não fecundados tenham uma maior longevidade (PATEL; HABIB, 1978).

Diferentes espécies de dermápteros desempenham um importante papel no controle biológico de pragas, e *M. arachidis* possui uma grande importância para essa aplicação. Contudo, estudos sobre a espécie são bastante escassos, fazendo-se necessário o desenvolvimento de pesquisas sobre a seletividade dos agentes de controle biológico sobre *M. arachidis*.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no período de Outubro de 2021 a Fevereiro de 2022 no Laboratório de Invertebrados (LABIN) do Departamento de Biociências do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB.

#### 3.1. CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DE *M. arachidis*

Os insetos utilizados pertenciam a criação de *M. arachidis* que foi previamente estabelecida no LABIN sob temperatura  $25 \pm 1$  °C, umidade  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 h. Os indivíduos de *M. arachidis* foram separados em recipientes plásticos de 500 mL, sendo cada recipiente vedado com uma tampa para evitar fugas de insetos. A alimentação dos mesmos foi através de dieta artificial (Tabela 1).

**Tabela 1.** Ingredientes da dieta artificial oferecida para *M. arachidis*.

INGREDIENTES	QUANTIDADE*
Ração inicial para frango de corte	350 g
Farelo de trigo	260 g
Levedo de cerveja	220 g
Leite em pó	130 g
Nipagin®	40 g

Fonte: GUIMARÃES et al. (2006) (\*1.000 g de dieta).

Nos recipientes também foi adicionado papel absorvente umedecido com água destilada sempre que necessário, com vista à manutenção da umidade adequada para os insetos. Esses eram trocados a cada dois dias, para evitar a proliferação de fungos e garantir a proteção das tesourinhas.

A dieta artificial foi fornecida continuamente sendo trocada a cada três dias para manter a nutrição adequada dos insetos. Os adultos e as ninfas de *M. arachidis* foram alimentadas com a mesma dieta. Após a eclosão das ninfas, cada prole foi separada dos seus genitores, sendo

transferidas com dois ou três dias de idade para outro recipiente, a fim de evitar canibalismo entre adultos e juvenis.

### 3.2. LINHAGEM FÚNGICA UTILIZADA NA INFECÇÃO DE *S. frugiperda* E *M. arachidis*

Os fungos utilizados no experimento foram os isolados das espécies *M. anisopliae* IBCB 425, conhecido comercialmente como Metarplan<sup>®</sup>, sob o registro 0915, e *B. bassiana* IBCB 66, revigorado em *Diatraea* spp., atualmente sem registro e nome comercial. Ambos os fungos foram provenientes do Laboratório de Controle Biológico da Associação de Plantadores de Cana da Paraíba (ASPLAN), situado em Mamanguape – PB, oriundos do Instituto Biológico de Campinas – SP.

Os esporos dos fungos vieram do Laboratório quantificados ( $1,4 \times 10^9$  conídios viáveis/g) e misturados em 1,5 kg de arroz. A viabilidade desse material constatada pela ASPLAN foi de 98,27%. As suspensões de conídios foram preparadas com água destilada esterilizada contendo espalhante adesivo Tween 80 (0,01%), seguindo as recomendações da ASPLAN. A concentração utilizada no experimento foi de 5 g de conídios viáveis de cada fungo diluídos em 50 mL de água destilada.

### 3.3. LETALIDADE DOS FUNGOS SOB *M. arachidis*

Cada isolado contou com dez repetições, contendo dois insetos em cada. As ninfas de 1º, 2º, 3º e 4º ínstars e os adultos foram imersas por dez segundos em 1 mL de suspensão de conídios sob agitação manual. Posteriormente, foram retiradas e acondicionadas em placas de Petri com papel filtro, buscando eliminar parte da umidade do corpo desses insetos. Em seguida, estes foram transferidos para potes plásticos vedados, contendo papel umedecido e dieta artificial ao fundo.

A taxa de mortalidade dos insetos foi determinada quando esses não responderam ao toque de pincel de cerdas macias. As avaliações foram diárias, durante dez dias, após a exposição dos insetos aos tratamentos.

Os insetos mortos foram retirados dos potes e acondicionados individualmente em outros recipientes plásticos contendo espuma flexível de poliuretano e gaze ao fundo, ambas umedecidas com água destilada, sendo os insetos postos na superfície da gaze. Esses insetos foram incubados a temperatura de  $26 \pm 1$  °C, umidade de 70% e fotofase 14 h, gerando condições adequadas para o desenvolvimento dos fungos. Após sete dias, foram realizadas observações a olho nu nesses insetos para a confirmação da mortalidade pelo patógeno. Para tanto, foi observado se havia micélios crescidos em seu corpo, apresentando uma massa

pulverulenta de conídios verdes característica dos cadáveres infectados pela espécie *M. anisopliae*, e uma massa de conídios esbranquiçados, característica dos cadáveres acometidos pela espécie *B. bassiana*.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial de  $3 \times 5 \times 10$  (tratamentos  $\times$  ínstaes/adultos  $\times$  tempo de avaliação). Foram utilizados 300 insetos do predador, distribuídos em três tratamentos, com dez repetições, cada repetição constituída por dois insetos, sendo 100 insetos/tratamento.

### 3.4. DURAÇÃO DO PERÍODO NINFAL E REPRODUÇÃO DE ADULTOS DE *M. arachidis*

Além da avaliação da mortalidade descrita no item anterior, os insetos foram observados diariamente a fim de avaliar a duração dos ínstaes baseado na presença de exúvias encontradas nos potes plásticos ou em alguns casos, observada a mudança da coloração das ninfas, que apresentam uma coloração branco-acinzentada logo após o processo de muda, de acordo com a metodologia descrita por Lima (2020). O período de cada ínstar de *M. arachidis* foi obtido registrando-se o intervalo de dias entre as ecdises. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial de  $3 \times 4$  (tratamentos  $\times$  ínstaes).

Para avaliar se havia efeito dos fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* sob a descendência de *M. arachidis* foram realizadas observações diárias, contabilizando o número de casais que efetuaram posturas (geração F1, F2, F3...), além do número de ninfas nascidas em cada uma dessas gerações. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, onde cada tratamento foi composto por dez repetições, cada uma formada por um casal (macho e fêmea).

### 3.5. AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS APÓS IMERSÃO DE NINFAS E DE ADULTOS DE *M. arachidis* NOS FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS

As medições foram realizadas após cada troca de ecdise em todos os insetos. Para as ninfas de 1º e 2º ínstar, por terem um tamanho menor, foi preciso borrifar água destilada nas placas de Petri a fim de paralisá-las momentaneamente e assim conseguir medir o comprimento total do corpo (mm), que compreende desde a região anterior da cabeça até a margem distal do abdômen, além do tamanho da cápsula cefálica (mm) e o peso (g). As medições foram feitas

com o auxílio de um paquímetro digital e o peso foi estimado com a ajuda da balança analítica de precisão.

Para medir o comprimento do corpo dos insetos de 3º ínstar, as técnicas utilizadas na imobilização foram: o uso dos dedos indicador e polegar, deixando livre a porção lateral do seu corpo; ou o uso de um pincel de cerdas finas, que era levemente pressionado sobre a região mediana do corpo do inseto. Na medição da cápsula cefálica, esses insetos foram imobilizados utilizando as mesmas técnicas, deixando a região anterior livre para realizar a medição.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, onde cada tratamento foi composto por dez repetições, cada uma formada por dois insetos.

### 3.6. CLASSIFICAÇÃO DA SELETIVIDADE DE *M. anisopliae* E *B. bassiana* A *M. arachidis*

Os efeitos de ambas as espécies de fungos entomopatogênicos foram classificados de acordo com as normas padronizadas por Hassan (1997), assim como consta na Tabela 2.

**Tabela 2.** Classificação da seletividade dos fungos entomopatogênicos a insetos benéficos.

CLASSIFICAÇÃO	REDUÇÃO NA POPULAÇÃO DE INSETOS BENÉFICOS (%)
Classe 1 – Inofensivo	< 30%
Classe 2 - Ligeiramente prejudicial	30 - 79%
Classe 3 - Moderadamente prejudicial	80 - 99%
Classe 4 – Prejudicial	> 99%

Fonte: HASSAN (1997).

### 3.7. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

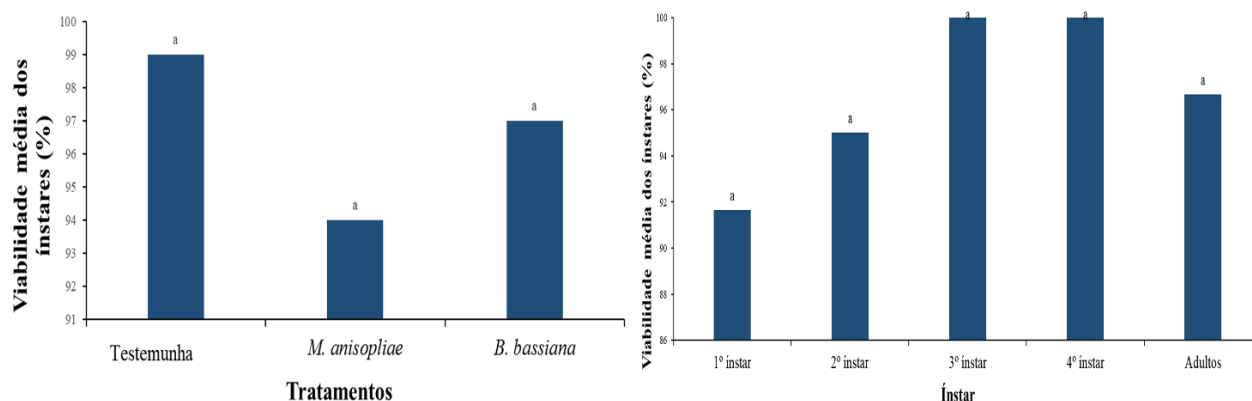
Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Todas as análises foram realizadas utilizando o software estatístico R (R Development Core Team, 2006).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. AÇÃO DOS FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS SOBRE A VIABILIDADE DE NINFAS E ADULTOS DE *M. arachidis*

Na figura 3A, observou-se que não houve efeito dos fungos sobre a viabilidade de *M. arachidis*, já que as médias não diferiram estatisticamente pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Pode-

se observar ainda, que em todos os tratamentos a sobrevivência dos insetos se manteve acima de 90%. O mesmo padrão foi observado quando avaliada a susceptibilidade entre os ínstars de *M. arachidis* estando em contato com os fungos entomopatogênicos (Figura 3B).



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

**Figura 3.** Viabilidade de *M. arachidis* após imersão nas soluções contendo os fungos entomopatogênicos: (A) viabilidade (%) de *M. arachidis* submetidas aos fungos entomopatogênicos por tratamento, pelo método de imersão; (B) viabilidade (%) de *M. arachidis* submetidas aos fungos entomopatogênicos em função dos ínstars, pelo método de imersão.

A seletividade dos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* sobre os insetos predadores tem sido contatada por outros autores. Pessoa et al. (2005), ao avaliar a compatibilidade entre *B. bassiana* sobre o predador *C. externa* em laboratório usando diferentes concentrações de conídios verificaram resultados semelhantes ao apresentado neste trabalho, não tendo assim efeito do fungo sobre a viabilidade dos ovos e das larvas de 1º e 2º instar dessa espécie, constatando atividade entomopatogênica apenas sobre as larvas de 3º instar.

Cardoso et al. (2007) avaliaram a seletividade de *M. anisopliae* e *L. lecanii* sobre os ovos e as larvas de 1º instar *C. cincta* observando que na concentração de  $2,1 \times 10^7$ , o fungo *M. anisopliae* foi seletivo para as larvas, utilizando também o método de imersão. Resultados semelhantes foram encontrados no presente trabalho, já que a sobrevivência foi superior a 90% em todos os tratamentos, evidenciando o potencial de seletividade desses fungos sobre os diferentes ínstars de *M. arachidis*.

#### 4.2. AÇÃO DOS FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS SOBRE A DURAÇÃO DOS ÍNSTARES E A REPRODUÇÃO DE *M. arachidis*

Em relação aos tratamentos, ao avaliar a duração média dos ínstars de *M. arachidis* (Tabela 3), pode-se observar que não houve diferença estatística quando submetidos ao teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Diferindo do que foi observado anteriormente, houve diferença estatística entre a duração dos ínstars, no entanto, esse padrão acontece em decorrência do desenvolvimento natural do inseto, que nos ínstars iniciais possui períodos em dias mais curtos do que nos ínstars finais.

**Tabela 3.** Duração média dos ínstars (dias) de *M. arachidis* após a imersão nos fungos entomopatogênicos.

<b>DURAÇÃO (DIAS)</b>	
<b>Tratamentos</b>	<b>Duração média por tratamento</b>
Testemunha	13.95a
<i>M. anisopliae</i>	12.12a
<i>B. bassiana</i>	12.10a
<b>Ínstars</b>	<b>Duração média por ínstar</b>
1°	9.16b
2°	11.9b
3°	13.66a
4°	16.10a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Portanto, ao contrário do que foi observado por Poderoso (2014), após aplicar concentrações de  $10^6$ ,  $10^7$  e  $10^8$  conídios/mL de ambas as espécies de fungos, que observou que a duração dos ínstars do predador *Podisus distinctus* (Stal, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) foi maior quando o mesmo foi exposto aos fungos entomopatogênicos, principalmente o fungo *B. bassiana*, os resultados obtidos no presente estudo constataram que esses fungos não foram capazes de afetar a duração dos ínstars do predador *M. arachidis*.

Quando a reprodução foi avaliada, observou-se que o número de posturas e número de ninfas por casais de *M. arachidis* (Tabela 4) não diferiram estatisticamente de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) em todos os tratamentos.

**Tabela 4.** Efeito dos fungos entomopatogênicos na reprodução de adultos de *M. arachidis*.

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>N.º POSTURA</b>	<b>N.º DE NINFAS</b>
Testemunha	1.7a	17.9a
<i>M. anisopliae</i>	1.9a	20.1a
<i>B. bassiana</i>	1.7a	15a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Dos 60 adultos (30 machos e 30 fêmeas) de *M. arachidis* utilizados no experimento, foi verificado que, sete casais chegaram a atingir até três gerações (G3), e 13 casais atingiram pelo

menos duas gerações (G2). Patel e Habib (1978) encontraram uma média similar de número de ninfas por fêmea ( $24.56 \pm 1.214$ ), mostrando que os resultados obtidos nesse estudo podem ser considerados promissores.

Sendo assim, os resultados obtidos mostraram que os fungos utilizados não afetaram a duração do ínstaes, o número de gerações e o número de ninfas geradas de *M. arachidis*. Portanto, eles não são capazes de provocar efeitos adversos sobre o ciclo de vida deste predador, sendo seletivos a *M. arachidis* e tendo grande potencial a ser utilizado em programas do MIP.

#### 4.3. VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS ESTUDADAS APÓS A IMERSÃO DAS NINFAS E DOS ADULTOS DE *M. arachidis* NOS FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS

Quando o peso médio dos indivíduos de *M. arachidis* foi avaliado (Tabela 5), observou-se que as médias não diferiram pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). No entanto, quando comparado o peso de acordo com cada fase de vida do inseto (ínstaes e adulto), observou-se que houve aumento gradativo a cada muda, o que é esperado no ciclo de vida normal do inseto.

**Tabela 5.** Peso (g) de *M. arachidis* quando expostas aos diferentes fungos entomopatogênicos.

PESO (g)	
Tratamentos	Peso médio por tratamento
Testemunha	6.72a
<i>M. anisopliae</i>	5.99a
<i>B. bassiana</i>	6.32a
Ínstaes	Peso médio por ínstar
1°	1.95d
2°	3.23d
3°	4.64c
4°	9.69b
Adultos	12.22a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

De acordo com Angelini e Freitas (2004), o peso dos insetos está relacionado com a quantidade e disponibilidade de alimento, sendo isso capaz de afetar tanto a capacidade reprodutiva quanto a longevidade dos insetos. Dessa forma, melhores condições nutricionais tendem a atrair mais machos para o acasalamento, aumentando as chances de sucesso reprodutivo e de sobrevivência das espécies. Além disso, um peso adequado também pode auxiliar a defesa contra-ataques de outros predadores e a capacidade predatória.

Sendo assim, considerando que dentre os principais sintomas provocados pelos fungos está a paralisação na alimentação do inseto (GARCIA, 2022) e, conseqüentemente, sua perda

gradativa de peso, os resultados obtidos no presente estudo mostram-se bastante promissores, pois constata-se que esses fungos não foram capazes de interferir na alimentação do predador, evitando assim uma perda significativa do peso.

Na Tabela 6, é possível observar que o comprimento médio da cápsula cefálica não apresentou diferença estatística de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para todos os tratamentos. Quando comparado em relação ao tamanho da capsula cefálica de acordo com os ínstaes, observou-se que houve diferença estatística em todos, mas ocorreu um aumento de tamanho da cápsula cefálica em todas as mudas. Nesse sentido, os resultados obtidos mostraram que os fungos entomopatogênicos estudados não afetam o crescimento da cápsula cefálica de *M. arachidis*.

**Tabela 6.** Comprimento da cápsula cefálica (mm) de *M. arachidis* quando expostas aos diferentes fungos entomopatogênicos.

<b>CÁPSULA CEFÁLICA (mm)</b>	
<b>Tratamentos</b>	<b>Comprimento da cápsula cefálica por tratamento</b>
Testemunha	0.77a
<i>M. anisopliae</i>	0.61a
<i>B. bassiana</i>	0.75a
<b>Ínstaes</b>	<b>Comprimento da cápsula cefálica por ínstar</b>
1°	0.26e
2°	0.46d
3°	0.67c
4°	1.03b
Adultos	1.24a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

É importante ressaltar que o bom desenvolvimento das peças bucais é de extrema importância para os insetos predadores, tanto para a sua alimentação quanto para a sua defesa, e de acordo com Kamimura, Nishikawa e Lee (2016), essas estruturas ainda podem estar envolvidas na reprodução de *M. arachidis*, em rituais pré-acasalamento.

Segundo Lima (2020), *M. arachidis* é prógnata, portanto, tem peças bucais direcionadas para frente, sendo essas especializadas para a mastigação. Nesse contexto, como no presente estudo não foi observada alterações no comprimento da cápsula cefálica do predador, os resultados obtidos podem ser considerados promissores.

Já na Tabela 7, observa-se que em relação ao tamanho do corpo dessas tesourinhas, não houve diferença estatística para o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) em todos os tratamentos. Quando avaliado em relação aos ínstaes, observou-se que houve aumento de tamanho do corpo desse

predador no processo de muda, o que é esperado de acordo com o desenvolvimento normal do inseto.

**Tabela 7.** Tamanho (mm) de *M. arachidis* após a ecdise, quando expostas aos diferentes fungos entomopatogênicos.

COMPRIMENTO (mm)	
Tratamentos	Comprimento por tratamento
Testemunha	7.06a
<i>M. anisopliae</i>	6.27a
<i>B. bassiana</i>	6.66a
Ínstares	Comprimento por ínstar
1°	3.75d
2°	5.16c
3°	6.69b
4°	8.45a
Adultos	9.27a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

O tamanho corporal dos insetos predadores pode interferir na sua aptidão reprodutiva e na sua longevidade (BEUKEBOOM, 2018), assim, destaca-se como um fator importante para as seleções sexual e natural desses insetos no ambiente. Portanto, de acordo com os resultados obtidos em relação a essa variável pode-se afirmar que os fungos entomopatogênicos utilizados não interferiram em nenhuma das variáveis morfométricas dos indivíduos de *M. arachidis* avaliados, constatando a sua capacidade seletiva sobre esse predador.

#### 4.4. CLASSIFICAÇÃO DA SELETIVIDADE DOS FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS A *M. arachidis* PELO MÉTODO DE IMERSÃO

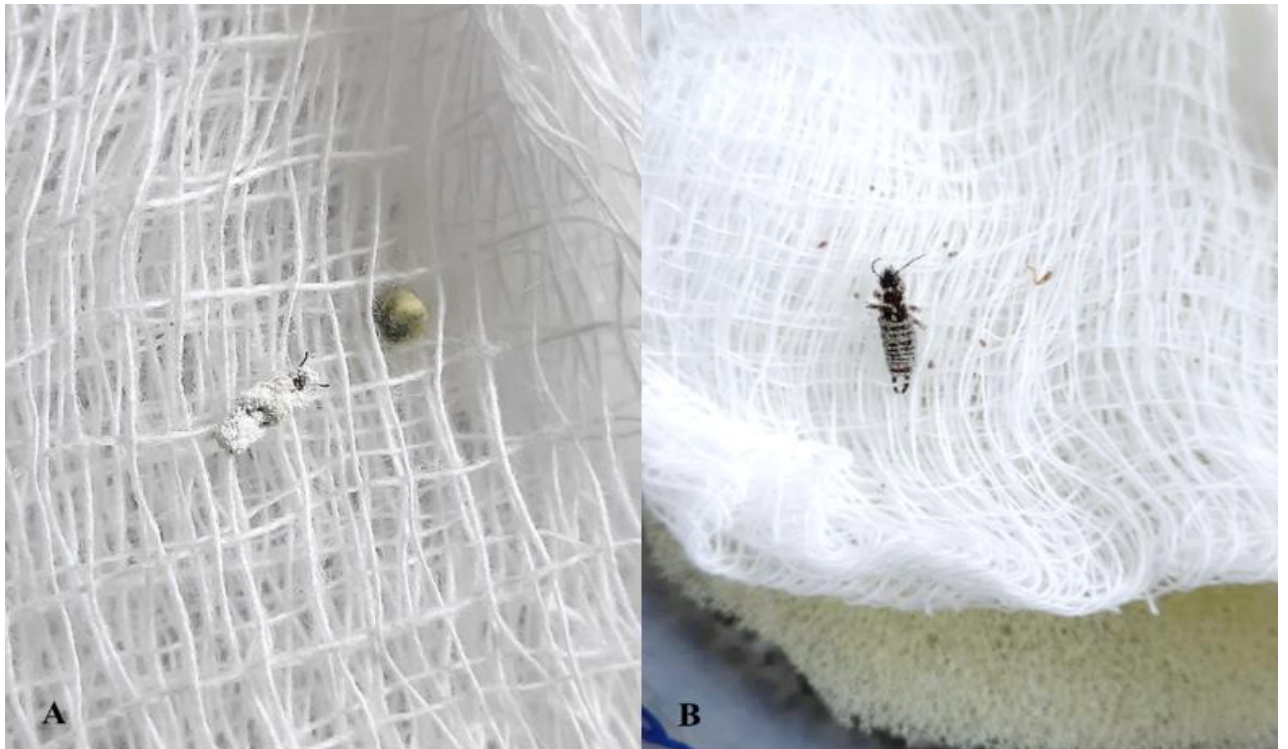
A classificação quanto a seletividade dos fungos entomopatogênicos sobre *M. arachidis* (Tabela 8), foi considerado inócuo para ambos os tratamentos pelo uso do método de imersão, por apresentar mortalidade inferior a 10%.

**Tabela 8.** Classificação da seletividade dos fungos entomopatogênicos a *M. arachidis*, pelo método de imersão.

TRATAMENTOS	MORTALIDADE (%)	CLASSE
<i>M. anisopliae</i>	6	1 Inócuo
<i>B. bassiana</i>	3	1 Inócuo

Durante o experimento, a formação micelial de ambas as espécies de fungos nos cadáveres de *M. arachidis* era geralmente constatada 48 h após a morte. Na Figura 4A, é

possível verificar que a infecção provocada pelo fungo *B. bassiana* resultou no crescimento de um tipo de rede de conídios brancos, semelhante a algodão, com aparência solta. Já na Figura 4B, a infecção causada por *M. anisopliae* provocou o crescimento de uma massa de conídios de cor verde-oliva, cuja visualização foi prejudicada em alguns cadáveres, já que o corpo desses insetos possui uma coloração escura, tal como o conídio dessa espécie.



**Figura 4.** Cadáveres de *M. arachidis* infectados pelos fungos entomopatogênicos: (A) inseto de 3º ínstar infectado por *B. bassiana*; e (B) fêmea adulta de *M. arachidis* infectada por *M. anisopliae*.

**Fonte:** Andrezza Maddalena (2021).

## 5. CONCLUSÕES

- Os fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *B. bassiana* são seletivos às ninfas e aos adultos de *M. arachidis*, com potencial de serem utilizados em programas do Manejo Integrado de Pragas (MIP).
- Os fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *B. bassiana* não afeta o ciclo reprodutivo de *M. arachidis*.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, K. G. **SELETIVIDADE DE EXTRATOS VEGETAIS UTILIZADOS NO CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) SOBRE O PREDADOR *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae)**. 2021. 81 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Areia - Paraíba: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Maio, 2021.
- ALFARO-VALLE, E. MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, A.; OTERO-COLINA, G.; LARA-REYNA, J. High susceptibility of *Tetranychus merganser* (Acari: Tetranychidae), an emergent pest of the tropical crop *Carica papaya*, towards *Metarhizium anisopliae* sl and *Beauveria bassiana* strains. **PeerJ**, v. 10, p. e14064, 2022.
- ALVES, S. B. Patologia e controle microbiano: vantagens e desvantagens. **Controle microbiano de insetos**, v. 2, p. 21-37, 1998.
- ANGELINI, M. R.; FREITAS, S. Desenvolvimento pós-embrionário e potencial reprodutivo de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), alimentada com diferentes quantidades de ovos de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26, n. 4, p. 395-399, 2004.
- BANNERMAN, J. A.; GEVERINK, D. Earwigs (Dermaptera) of Manitoba. **Proceedings of the Entomological Society of Manitoba**, v. 7, n. 5, p. 6, 2019.
- BEUKEBOOM, L. W. Size matters in insects—an introduction. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 166, n. 1, p. 2-3, 2018.
- BOLZAN, A. **Monitoramento e caracterização da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas diamidas no Brasil**. 2019. 102 f. Tese (Doutorado em Entomologia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2019.
- CARDOSO, E. R.; FREITAS, S.; NUNES, H. T.; PESSOA, L. G. A. Seletividade de *Lecanicillium lecanii* e *Metarhizium anisopliae* para larvas de primeiro ínstar de *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 4, p. 563-568, 2007.

COLOMBO, F. C. **Seletividade de fungos entomopatogênicos e óleos essenciais a *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)**. 2019. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, 2019.

CRUZ, I. **Manual de identificação de pragas do milho e de seus principais agentes de controle biológico**. EMBRAPA, Informação Tecnológica, Cap. 2 - Insetos Benéficos, 192 p., Brasília, 2008.

DEVOZ, G. L. R.; NETO, F. M. O.; DIAS, P. M. D.; LOUREIRO, E. S.; PESSOA, L. G. A. *Beauveria bassiana*, *Metarhizium rileyi* E *Metarhizium anisopliae* APRESENTAM AÇÃO SOBRE OVOS DE *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae)? **71ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC)**, Resumos Agronomia/Fitossanidade, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2019.

ESPARZA-MORA, M. A. **Fungos entomopatogênicos isolados de solos de um fragmento de Mata Atlântica**. 2015. 137 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Seropédica, 2015.

FERREIRA, J. S. **Metodologia de criação massal da broca-do-café com novas dietas artificiais, e potencial de controle com fungos entomopatogênicos**. 2022. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.395>

FERREIRA, R. R.; ABREU, K. G.; OLIVEIRA FILHO, M. C.; FERREIRA, R. R.; SALUSTINO, A. S.; MORAIS, M. M. D.; BRITO, C. H. Avaliação de dietas artificiais no desenvolvimento biológico de *Marava arachidis* (Dermaptera: Labiidae) e *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Forficulidae). **Scientific Electronic Archives**, v. 15, n. 3, 2022.

GARCIA, A. N. **Avaliação da patogenicidade de isolados de fungos entomopatogênicos no controle biológico do percevejo-marrom da soja, *Euchistus heros***. 2022. 31 f. Trabalho de

Conclusão de Curso (Agronomia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

GOEDEL, A. D.; FAITA, Márcia Regina; POLTRONIERI, A. S. Resistência varietal de milho doce crioulo a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. e411101321309-e411101321309, 2021.

GOMES, B. S. Análise do processo de ensino e aprendizagem sobre os fungos em livros didáticos do Ensino Médio. **Scientific Electronic Archives**, v. 15, n. 5, 2022.

GUIMARÃES, M. R. F.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L. C.; CRUZ, I. **Avanços na Metodologia de Criação de *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, *Spodoptera frugiperda*, 2.; SIMPÓSIO SOBRE *Colletotrichum graminicola*, 1., 2006, Belo Horizonte. Inovação para sistemas integrados de produção: trabalhos apresentados. [Sete Lagoas]: ABMS, 2006.

HASSAN, S.; BIGLER, F.; BOGENSCHÜTZ, H.; BOLLER, E.; BRUN, J.; CALIS, J. N. M.; COREMANS-PELSENEER, J.; DUSO, C.; GROVE, A.; HEIMBACH, U.; HELYER, N.; HOKKANEN, H.; LEWIS, G.; MANSOUR, F.; MORETH, L.; POLGAR, L.; SAMSØE-PETERSEN, L.; SAUPHANOR, B.; STÄUBLI, A.; VOGT, H. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS-Working Group Pesticides and Beneficial Organisms. **Entomophaga**. 39. 107-119, 1994.

HOPKINS, H.; MAEHR, M. D.; HAAS, F.; DEEM, L. S. **Dermaptera Species File**. Version 5.0/5.0. 2018. Disponível em: <<http://Dermaptera.SpeciesFile.org>>. Acesso em: 21 jan. 2022.

HUDSON, L. **Dermaptera of Niue Island, and material from the Cook Islands**. New Zealand Journal Of Zoology, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 45-49, mar. 1974. Informa UK Limited. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/03014223.1974.9517812>>. Acesso em: 21 jan. 2022.

KAMIMURA, Y.; NISHIKAWA, M.; LEE, C. Y. The earwig fauna (Insecta: Dermaptera) of Penang Island, Malaysia, with descriptions of two new species. **Zootaxa**, v. 4084, n. 2, p. 233-257, 2016.

LIMA, L. M. ***Beauveria bassiana* E *Metarhizium anisopliae* no controle de *Planococcus sp.* na cultura do cafeeiro em condições de campo.** 2021. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

LIMA, R. M. **Caracterização morfológica de *Marava arachidis*, (Dermaptera: Labiidae) e *Euborelia annullipes*, (Dermaptera: Anisolabididae) para identificação do dimorfismo sexual.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), p. 14-30, Areia – PB, 2020.

LIU, Y.; YANG, Y.; WANG, B. Entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* play roles of maize (*Zea mays*) growth promoter. **Scientific reports**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2022.

LOKO, Y. L. E.; TOFFA, J.; BADA, B.; DASSOU, G. A.; ZANZANA, K.; GAVOEDO, D.; ADIKPETO, J.; TAMO, M. Potential of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* to control *Dinoderus porcellus* (Coleoptera: Bostrychidae) infesting yam chips. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 25, n. 2, p. 101885, 2022.

LOPES, G. L.; LIMA, Y. M. F.; MARTINS, E. L. O.; ARAÚJO JÚNIOR, L. P.; FONSECA, I. A.; PINTO, A. S. USO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO CONTROLE DE *Bemisia tabaci* E IMPACTO EM ORGANISMOS NÃO-ALVO NA CULTURA DA SOJA. In: **Anais do IV Congresso Brasileiro de Fitossanidade**, Universidade Estadual Paulista (UNESP), s. v, s. n., São Paulo, 2017.

MACEDO, D. **Seleção e caracterização de *Metarhizium anisopliae* visando o controle de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar.** 2005. 104 f. Tese (Doutorado em Entomologia), Piracicaba – SP: ESALQ, 2005.

MAMANI, N. B. Z. **Control biológico del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Lepidoptera: Noctuidae) con dos concentraciones de *Beauveria bassiana* en tres variedades de maiz (*Zea mays* L.) en la Estación Experimental de Sapecho.** 2020. 101 p. Tesis (Grado en Ingeniería Agronómica), Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz, Bolivia, 2020.

MARQUES, A. S. **Aspectos bioecológicos de dermápteros (Insecta, Dermaptera) presentes em canais da região de Piracicaba.** 2011. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo, 2011.

MWAMBURI, L. A. Endophytic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, confer control of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), in two tomato varieties. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 31, n. 1, p. 1-6, 2021.

NASCIMENTO, M. M.; ALVES, L. F. A.; PARES, R. B.; MARAFON, G. C.; FERREIRA, T. T.; ABRANCHES, L. M. Seleção de isolados de fungos entomopatogênicos visando ao controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **III CONGRESSO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Paraná, 2018.

National Agriculture and Food Research (NARO). **Micrograph of *Metarhizium anisopliae*.** Tsukuba City, Japão, 1999. Disponível em: <[https://www.naro.affrc.go.jp/org/fruit/epfdb/Deutte/Metarh/phi-co\\_M.htm](https://www.naro.affrc.go.jp/org/fruit/epfdb/Deutte/Metarh/phi-co_M.htm)>. Acesso em: 03 ago. 2022.

OLIVEIRA, G. F. S. **Controle biológico de *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Termitidae) por fungos entomopatogênicos: *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) (Sorokin), *Beauveria bassiana* (Balssamo) (Vuillemin), *Isaria javanica* (Frieder e Bally) e *Penicillium* sp. (Fleming) no Amazonas.** 2011. 92 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.

OLIVEIRA, L. V. Q.; OLIVEIRA, R.; NASCIMENTO JÚNIOR, J. L.; SILVA, I. T. F. A.; BARBOSA, V. O.; BATISTA, J. L. Capacidade de busca da tesourinha *Euborellia annulipes* sobre o pulgão *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). **PesquisAgro**, v. 2, n. 1, p. 3-10, 2019.

OLIVEIRA, R. G. S. **Patogenicity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* fungus in melonworm *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Pyralidae).** 2007. 46 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia: Recursos Florestais), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.

PATEL, P. N.; HABIB, E. M. Biological and behavioral studies of an ovoviviparous earwig, *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera; Forficulidae). **Revista de Biología Tropical**, v. 26, n. 2, p. 385-389, 1978.

PESSOA, L. G. A.; CAVALCANTI, R. S.; MOINO JÚNIOR, A.; SOUZA, B. Compatibilidade entre *Beauveria bassiana* e o predador *Chrysoperla externa* em laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 617-619, 2005.

PESSOA, L. G. A.; LOUREIRO, E. S.; YOKOTA, L. A.; DIAS, B. M. R.; AMARAL, T. S.; PESSOA, M. B.; ARAÚJO, A. R.; OLIVEIRA, G. S.; ALMEIDA, L. G. F. Compatibilidade de inseticidas com o fungo entomopatogênico *Metarhizium rileyi* (Ascomycota). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e9911124382-e9911124382, 2022.

PIRES, L. M.; MARQUES, E. J.; OLIVEIRA, J. V.; ALVES, S. B. Seleção de isolados de fungos entomopatogênicos para o controle de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) e sua compatibilidade com alguns inseticidas usados na cultura do tomateiro. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 977-984, 2010.

PODEROSO, J. C. M. **Predator versus pathogen: *Podisus distinctus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) challenged by *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae***. 2014. 83 f. Tese (Doutorado em Ciência Entomológica; Tecnologia Entomológica), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

RIMACHI, M. V. **Virulência de una cepa nativa de *Beauveria bassiana* sobre un crisomélido fitófago (*Syphrea sp*) del cultivo de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en condiciones de vivero**. 2018. 74 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo), Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2018.

RUBIO, G. O.; SOUZA, E. C.; PEREIRA, R. M. EFICIÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO CONTROLE DE EUSCHITUS HEROS NA CULTURA DA SOJA. In: **Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar**. 2021.

SALUSTINO, A. S.; OLIVEIRA FILHO, M. C.; ABREU, K. G.; FERREIRA, R. R.; BRITO, C. H. Uso dos dermápteros no cenário agrônômico: uma análise bibliométrica sobre a utilização destes predadores. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, 2021.

SCHMALTZ, S. **Produção de enzimas hidrolíticas por *Beauveria bassiana* em fermentação submersa assistida por ultrassom**. 2020. 74 f. Dissertação (Engenharia Química), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2020.

SHIMIZU, M. Y.; MOURÃO, M. A. N. GESTÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA MITIGADORA DE IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS POR PESTICIDAS QUE AFETAM POPULAÇÕES DA ESPÉCIE DE ABELHA SEM FERRÃO TETRAGONISCA ANGUSTULA (HYMENOPTERA: APIDAE). **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 4, p. 1731-1749, 2022.

SIMI, L. D. **Susceptibilidade das fases do ciclo de vida de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) à ação de fungos entomopatogênicos**. 2010. 64 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, São Paulo, 2010.

SOUZA, E. C. S.; Compatibilidade de *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) com *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **EntomoBrasilis**, v. 8, n. 3, p. 189-195, 2015.

SOUZA, F. M.; SILVA, R. A.; MAGALHÃES, L. S.; LOUREIRO, E. S. Fungos entomopatogênicos associados ao controle da mosca-branca: Uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, p. e252111133536-e252111133536, 2022.

SUMIKARSIH, E.; HERLINDA, S.; PUJIASTUTI, Y. Conidial density and viability of *Beauveria bassiana* isolates from Java and Sumatra and their virulence against *Nilaparvata lugens* at different temperatures. **AGRIVITA, Journal of Agricultural Science**, v. 41, n. 2, p. 335-350, 2019.

SUNG, G.; POINAR JÚNIOR, G. O.; SPATAFORA, J. W. The oldest fossil evidence of animal parasitism by fungi supports a Cretaceous diversification of fungal–arthropod symbioses. **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 49, n. 2, p. 495-502, 2008.

VITERI, T.; DANIELA, J.; CHÁVEZ, M. A. L. **Evaluación del efecto acaricida de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en el control de la garrapata *Rhipicephalus microplus***. Grado en Ingeniería en Biotecnología, Universidad de las Fuerzas Armadas, Matriz Sangolquí, 2020.

ZIMMERMANN, G. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 17, n. 6, p. 553-596, 2007.