



ISSN: 2525-815X

Journal of Environmental Analysis and Progress

Journal homepage: www.jeap.ufrpe.br/

10.24221/jeap.9.1.2024.6186.050-059



Seletividade de fungos entomopatogênicos sobre o predador *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae)

Selectivity of entomopathogenic fungi on the predator *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae)

Andrezza Maddalena^{a*}, Khyson Gomes Abreu^a, Carlos Henrique de Brito^a, Rhaldney Felipe de Santana^a, João Paulo de Oliveira Santos^b, Angélica da Silva Salustino^a, Marília de Macêdo Duarte Morais^a, Roberto Balbino da Silva^a

^a Universidade Federal da Paraíba-UFPA, Centro de Ciências Agrárias-CCA, Campus II, Departamento de Biociências, Laboratório de Invertebrados. Rodovia PB-079, Km 12, Areia, Paraíba, Brasil. CEP: 58397-000. E-mail: andrezamaddalena@gmail.com*, khysonabreu@gmail.com, chbritoufpb@gmail.com, rhaldneyfelipe.santana@gmail.com, angelicasalustino@gmail.com, mariadiuartebio@gmail.com, balbinorobert@hotmail.com (*Autor correspondente).

^b Instituto Federal do Tocantins-IFTO, Campus Avançado Lagoa da Confusão. Rua 02, Quadra 5A, Lote 01, Setor Lagoa da Ilha, Lagoa da Confusão, Tocantins, Brasil. CEP: 77493-000. E-mail: jpos@agro.adm.br.

ARTICLE INFO

Recebido 24 Ago 2023

Aceito 28 Mar 2024

Publicado 31 Mar 2024

ABSTRACT

Marava arachidis (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae) is highly voracious in the early stages of the life cycle of several agricultural pests. Therefore, it is necessary to develop studies on the selective capacity of control agents aimed at conserving this species in agroecosystems. While pesticides are agents that pose the risk of eliminating beneficial insects, entomopathogenic fungi emerge as natural enemies that are effective in reducing pest populations and may have a good selective capacity over beneficial insects. The objective of this research was to evaluate the selectivity of the entomopathogenic fungi *Metharhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883 and *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, 1912 over the predator *M. arachidis*. To determine whether the fungi were pathogenic to individuals of *M. arachidis*, the nymphs and adults of the species were immersed in a concentration of 5 g of viable conidia diluted in 50 mL of distilled water, with the means compared using the Tukey test ($p \leq 0,05$). The results showed that *M. anisopliae* and *B. bassiana* are selective for *M. arachidis*, not affecting its reproductive cycle, necessitating the development of studies in semi-field conditions, so that this predator can be indicated for inland releases on site.

Keywords: Biological control, viability, earwigs.

RESUMO

Marava arachidis (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae) possui alta voracidade sobre fases iniciais do ciclo de vida de diversas pragas agrícolas. Assim, é necessário o desenvolvimento de estudos sobre a capacidade seletiva dos agentes de controle visando a conservação dessa espécie nos agroecossistemas. Enquanto os pesticidas são agentes que oferecem o risco da eliminação dos insetos benéficos, os fungos entomopatogênicos surgem como inimigos naturais eficazes na redução de populações de pragas, podendo ter uma boa capacidade seletiva sobre insetos benéficos. O objetivo dessa 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 aos indivíduos de *M. arachidis*, as ninfas e os adultos da espécie foram imersos em uma concentração de 5 g das matrizes de arroz contendo conídios, diluídos em 50 mL de água destilada, sendo as



Journal of Environmental Analysis and Progress © 2016
is licensed under CC BY-NC-SA 4.0

médias comparadas pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os resultados mostraram que *M. anisopliae* e *B. bassiana* são seletivos para *M. arachidis*, não afetando o seu ciclo reprodutivo, necessitando-se do desenvolvimento de estudos em condições semi-campo, para que esse predador possa vir a ser indicado para liberações *in loco*.

Palavras-Chave: Controle biológico, viabilidade, tesourinhas.

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). Essas estruturas são de grande importância para esses insetos, pois auxiliam na realização de várias funções essenciais, como a cópula ou a defesa contra-ataques de outros insetos (Oliveira et al., 2019).

Marava arachidis (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae) é uma espécie que possui grande potencial para ser inserida nos programas de 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; Oliveira Filho, Silva & Brito, 2023). Mesmo existindo poucas investigações sobre a espécie, recentemente, estudo como o de Abreu (2021), mostra 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 e diversas outras pragas, tem ocasionado problemas ambientais pelo seu uso desordenado, como a seleção de populações resistentes e a eliminação de insetos benéficos (Tejo, Fernandes & Buratto, 2020; 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. Entre esses grupos de inimigos naturais, os fungos entomopatogênicos se destacam como um grupo com alta capacidade de reduzir populações de pragas em níveis abaixo dos níveis de dano econômico (Rubio, Souza & Pereira, 2021; Celestino & Oliveira, 2022).

As espécies mais utilizadas desses fungos são os ascomicetos da ordem Hypocreales, *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883 e *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, 1912 (Ramos et al., 2020; Alfaro-Valle et al., 2022). Ambas as espécies são estudadas em todo o mundo por apresentarem um potencial patogênico sobre várias pragas, como por exemplo, o percevejo bronzeado da espécie *Thaumastocoris peregrinus* (Carpintero & Dellapé, 2006) (Hemiptera: Thaumastocoridae) (Soliman et al., 2019), a lagarta desfolhadora da espécie *Urbanus velinus* (Plötz, 1880) (Lepidoptera: Hesperiiidae) (Leal et al., 2022) e a traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae), se destacando os estudos com *M. anisopliae* (Pires et al., 2010) e o besouro serrador da espécie *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) (Coleoptera: Cerambycidae) (Saldanha et al., 2022).

Contudo, apesar de se mostrarem promissores, ainda é necessário o desenvolvimento de mais estudos sobre a possível capacidade seletiva desses fungos a insetos benéficos, a exemplo dos dermápteros. Em laboratório, Pessoa et al. (2005) utilizaram ovos do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), e o método de imersão com suspensões de $1,0 \times 10^4$ e $1,0 \times 10^8$ conídios.mL⁻¹ de *B. bassiana*, para constatar os efeitos negativos deste fungo sobre o predador em seu estágio inicial de vida, observando que não houveram efeitos negativos na viabilidade dos ovos que possam ter sido provocados pelo fungo.

Nessa perspectiva, objetivou-se avaliar a seletividade dos fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *B. bassiana* sobre o predador *M. arachidis*.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada em laboratório, sendo os insetos utilizados provenientes da criação de *M. arachidis* estabelecida no Laboratório de Invertebrados do Centro de Ciências Agrárias, Campus II, da Universidade Federal da Paraíba, sob temperatura (25°C de $\pm 1^\circ\text{C}$), umidade ($70 \pm 10\%$) e fotofase (12 h).

Criação e manutenção de ninfas e de adultos de Marava arachidis

Os indivíduos de *M. arachidis* foram isolados em recipientes plásticos de 500 mL de

capacidade, sendo cada recipiente vedado com uma tampa para evitar fugas de insetos. A alimentação dos mesmos se deu com dieta artificial (Ferreira et al., 2022) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição da dieta artificial oferecida aos indivíduos de *Marava arachidis*. *1.000 g de dieta. Fonte: Ferreira et al. (2022).

Ingredientes	Quantidade* (g)
Ração inicial para frango de corte	350
Farelo de trigo	260
Levedo de cerveja	220
Leite em pó	130
Nipagin®	40

Essa dieta foi fornecida continuamente, sendo trocada a cada três dias para manter a nutrição adequada dos insetos, sendo os adultos e as ninfas alimentados com a mesma 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.

Após a eclosão das ninfas, cada prole era 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.

Linhagens fúngicas utilizadas na infecção de ninfas e de adultos de Marava arachidis

Os fungos utilizados no experimento foram a espécie *M. anisopliae* IBCB 425, isolado de uma formulação comercial, cujo produto é conhecido comercialmente como Metarplan®, sob o registro 0915, e a espécie *B. bassiana* IBCB 66, isolado de *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 no município de Mamanguape – PB, oriundos do Instituto Biológico de Campinas, Campinas-SP.

Os esporos dos fungos chegaram do laboratório da ASPLAN quantificados (concentração de $1,4 \times 10^9$ conídios viáveis/grama de arroz) e misturados em 1,5 kg de arroz, comum à viabilidade constatada de 98,27%. As suspensões de conídios foram preparadas com água destilada esterilizada contendo espalhante adesivo Tween 80 (0,01%), seguindo as recomendações da própria Associação. A

concentração utilizada no experimento foi de 5 g das matrizes de arroz contendo os conídios de cada espécie fúngica, diluídos em 50 mL de água destilada.

Avaliação da viabilidade de ninfas e de adultos de Marava arachidis após imersão em suspensão de Metarhizium anisopliae e de Beauveria bassiana

Cada isolado contou com dez repetições, contendo dois insetos cada. As ninfas de 1º, 2º, 3º e 4º ínstaes 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, com vista a 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 (Zappelini et al., 2010; Thomazoni, Formentini & Alves, 2014). 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 $26^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$, umidade de 70% e fotofase de 14 h, visando o desenvolvimento dos fungos (Zappelini et al., 2010; Thomazoni, Formentini & Alves, 2014).

Após sete dias, foram realizadas observações a olho nu nesses insetos para a confirmação da mortalidade pelo patógeno. Para tanto, foi observada a presença ou a ausência de 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*.

Avaliação da duração do período ninfal e da reprodução de Marava arachidis após imersão em suspensão de Metarhizium anisopliae e de Beauveria bassiana

Além da avaliação da mortalidade, os insetos foram observados diariamente a fim de se avaliar a duração dos ínstaes baseada na presença de exúvias encontradas nos potes plásticos ou em alguns casos, a partir da mudança da coloração das ninfas que, logo após o processo de muda, apresentam uma coloração branco-acinzentada

(Lima, 2020). O período de cada ínstar de *M. arachidis* foi obtido registrando-se o intervalo de dias entre as ecdises.

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.

Avaliação das variáveis morfológicas de ninfas e de adultos de Marava arachidis após imersão em suspensão de Metarhizium anisopliae e de Beauveria bassiana

As medições foram realizadas após cada troca de ecdise em todos os insetos. Para as ninfas de 1º e de 2º ínstar, devido ao seu tamanho corporal 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), além do seu 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. Para a medição da cápsula cefálica, os insetos foram imobilizados utilizando-se as mesmas técnicas, deixando a região anterior livre para a realização da medição.

Classificação da seletividade de Metarhizium anisopliae e de Beauveria bassiana sobre ninfas e adultos de Marava arachidis

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

Tabela 2. Classificação da seletividade dos fungos entomopatogênicos a insetos benéficos. Fonte: Hassan (1997).

Classificação	Redução na população de insetos benéficos (%)
Classe 1 - Inofensivo	< 30
Classe 2 - Ligeiramente prejudicial	30 - 79
Classe 3 - Prejudicial	80 - 99

Moderadamente prejudicial	
Classe 4 – Prejudicial	> 99

Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à 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*, 2016).

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

Resultados e Discussão

Os resultados mostraram que os fungos das espécies *M. anisopliae* e *B. bassiana* se mostraram eficazes no controle de ovos de diferentes idades de *S. frugiperda*.

Ação de Metarhizium anisopliae e de Beauveria bassiana sobre a duração dos ínstars e a reprodução de Marava arachidis

Considerando os tratamentos, ao avaliar a duração média dos ínstars dos indivíduos de *M. arachidis* (Tabela 3), pôde-se observar que não houve diferença significativa quando submetidos ao Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 3. Duração média dos ínstars (dias) de ninfas e de adultos de *Marava arachidis* após imersão em suspensão dos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Maddalena (2022).

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

Diferindo do que foi observado anteriormente, houve diferença significativa entre a duração dos ínstars. No entanto, esse padrão aconteceu em decorrência do desenvolvimento natural do inseto, que nos ínstars iniciais possui

períodos em dias mais curtos do que nos ínstaes finais.

Portanto, ao contrário do que foi observado por Poderoso (2014) que, após aplicar concentrações de 10^6 , de 10^7 e de 10^8 conídios.mL⁻¹ de ambas as espécies de fungos, observou que a duração dos ínstaes 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 ínstaes do predador *M. arachidis*.

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

Tabela 4. Efeito dos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* na reprodução de *Marava arachidis*. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Maddalena (2022).

Tratamentos	N.º postura	N.º de ninfas
Testemunha	1.7a	17.9a
<i>M. anisopliae</i>	1.9a	20.1a
<i>B. bassiana</i>	1.7a	15a

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 & Habib (1978) encontraram uma média similar de número de ninfas por fêmea (24.56 ± 1.214), mostrando que os resultados podem ser promissores.

Variáveis morfológicas das ninfas e dos adultos de Marava arachidis após imersão em suspensão de Metarhizium anisopliae e de Beauveria bassiana

Quando o peso médio dos indivíduos de *M. arachidis* foi avaliado (Tabela 5), observou-se que as médias não diferiram pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 5. Peso (g) de ninfas e de adultos de *Marava arachidis* quando expostos aos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Maddalena (2022).

Tratamentos	Peso médio por tratamento (g)
-------------	-------------------------------

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

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.

De acordo com Angelini & Freitas (2004), o peso dos insetos está relacionado com a quantidade e a 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.

Considerando que a infecção fúngica no interior do corpo do inseto geralmente provoca a paralisação da alimentação, seguida da perda de nutrientes armazenados nos órgãos e tecidos e, conseqüentemente, a perda gradativa de peso até a morte do indivíduo, os resultados obtidos no presente estudo mostram-se bastante promissores, pois se constata que esses fungos não foram capazes de interferir na alimentação do predador, evitando assim uma perda significativa de peso.

A Tabela 6 mostra que o comprimento médio da cápsula cefálica não apresentou diferença estatística significativa, de acordo com o Teste de Tukey ($p < 0,05$) para todos os tratamentos.

Tabela 6. Comprimento da cápsula cefálica (mm) de ninfas e de adultos de *Marava arachidis* quando expostas aos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Maddalena (2022).

Tratamentos	Comprimento da cápsula cefálica por tratamento (mm)
Testemunha	0.77a
<i>M. anisopliae</i>	0.61a
<i>B. bassiana</i>	0.75a
Ínstaes	Comprimento da

	cápsula cefálica por ínstar (mm)
1º	0.26e
2º	0.46d
3º	0.67c
4º	1.03b
Adultos	1.24a

Quando comparado o tamanho da cápsula cefálica em relação aos ínstars, observou-se que houve 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*.

Segundo Lima (2020), *M. arachidis* é prognata, tendo, portanto, peças bucais direcionadas para a frente, sendo essas especializadas na mastigação. 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 & Lee (2016), essas estruturas ainda podem estar envolvidas na reprodução de *M. arachidis*, em rituais de pré-acasalamento. Como no presente estudo não foi observada alterações no comprimento da cápsula cefálica do predador, os resultados obtidos podem ser considerados promissores.

A Tabela 7 mostra que o tamanho do corpo das tesourinhas não apresentou diferença estatística significativa para o Teste de Tukey ($p < 0,05$), em todos os tratamentos.

Tabela 7. Tamanho (mm) de ninfas e de adultos de *Marava arachidis* após a ecdise, quando expostas aos diferentes fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Maddalena (2022).

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

Adultos	9.27a
---------	-------

Quando avaliado em relação aos ínstars, 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.

O tamanho corporal dos insetos predadores pode interferir na sua aptidão reprodutiva e na sua longevidade (Beukeboom, 2018; Vila-Verde, Santos & Bomfim, 2021), destacando-se assim, 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 analisados nesse estudo não interferiram nenhuma das variáveis morfológicas dos indivíduos de *M. arachidis* avaliados, constatando a sua capacidade seletiva sobre esse predador.

Classificação da seletividade de Metarhizium anisopliae e de Beauveria bassiana sobre as ninfas e os adultos de Marava arachidis

A seletividade dos fungos sobre as ninfas e os adultos de *M. arachidis* recebeu a classificação inócuo para ambos os tratamentos pelo método de imersão, por apresentar mortalidade inferior a 10% (Tabela 8).

Tabela 8. Classificação da seletividade dos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* sobre as ninfas e os adultos de *Marava arachidis*, pelo método de imersão. Maddalena (2022).

Tratamentos	Mortalidade (%)	Classe
<i>M. anisopliae</i>	6	1 inócuo
<i>B. bassiana</i>	3	1 inócuo

Ação de Metarhizium anisopliae e de Beauveria bassiana sobre a viabilidade das ninfas e dos adultos de Marava arachidis

Observou-se que não houve efeito dos fungos sobre a viabilidade de *M. arachidis*, visto que as médias não diferiram estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$) (Figura 1A). Pôde-se observar ainda, que em todos os tratamentos a sobrevivência dos insetos se manteve acima de 90%. O mesmo padrão foi observado ao se avaliar a susceptibilidade entre os ínstars dos indivíduos de *M. arachidis*, quando em contato com os fungos entomopatogênicos (Figura 1B).

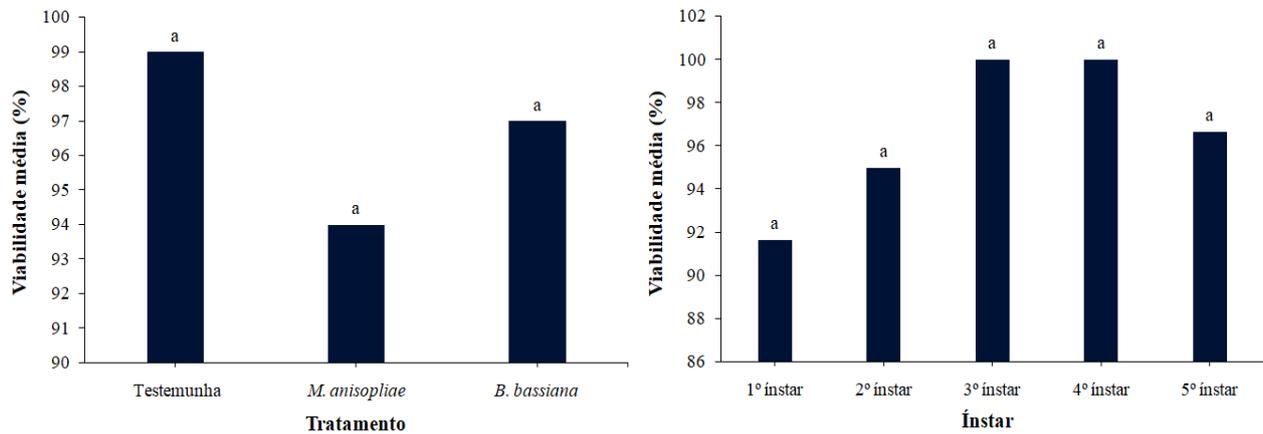


Figura 1. Viabilidade de ninfas e de adultos de *Marava arachidis* após imersão nas soluções contendo *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*: (A) viabilidade (%) de ninfas e de adultos de *M. arachidis* submetidos aos fungos entomopatogênicos por tratamento, pelo método de imersão; (B) viabilidade (%) de ninfas e de adultos de *M. arachidis* submetidos aos fungos entomopatogênicos em função dos ínstar, pelo método de imersão. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Maddalena (2022).

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

Cardoso et al. (2007) avaliaram a seletividade de *M. anisopliae* e *Lecanicillium lecanii* sobre os ovos e as larvas de 1º ínstar de

Ceraeochrysa 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 neste estudo, visto que a sobrevivência foi superior a 90% em todos os tratamentos, evidenciando o potencial de seletividade desses fungos sobre os diferentes ínstar de *M. arachidis*.

Durante o experimento, a formação micelial de ambas as espécies de fungos nos cadáveres de *M. arachidis* (Figura 2) era geralmente constatada 48 h após a morte dos insetos.

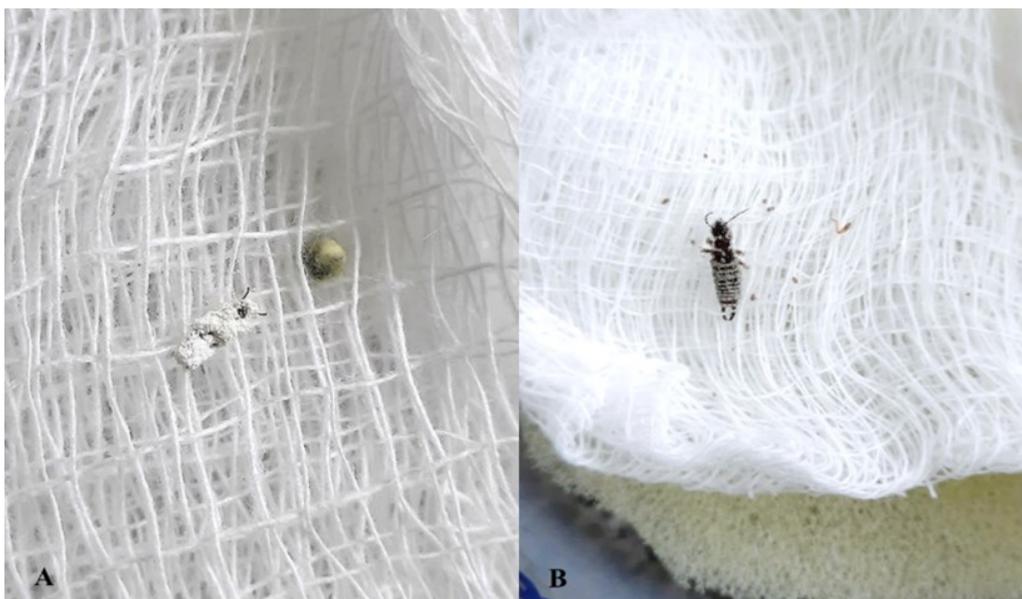


Figura 2. Cadáveres de indivíduos de *Marava arachidis* infectados pelos fungos entomopatogênicos. A. ninfa de 3º ínstar infectada por *Beauveria bassiana*; B. adulto infectado por *Metarhizium anisopliae*. Fonte: Maddalena et al. (2022).

Na Figura 2A 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. Na Figura 2B, 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, visto que o corpo desses insetos possui uma coloração escura, tal como o conídio dessa espécie.

Conclusão

Os fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *B. bassiana* se mostram potencialmente seletivos às ninfas e aos adultos de *M. arachidis*, podendo ser utilizados em programas do MIP. Além disso, ressalta-se também que tais fungos não afetam o ciclo reprodutivo dos indivíduos de *M. arachidis*, necessitando-se do desenvolvimento de estudos em condições semi-campo, para que esse predador possa vir a ser indicado para liberações *in loco*.

Referências

- Abreu, K. G. 2021. Seletividade de extratos vegetais utilizados no controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre o predador *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae). Dissertação de Mestrado (Agronomia), Universidade Federal da Paraíba. Areia, Paraíba, Brasil. 81p.
- Alfaro-Valle, E.; Martínez-Hernández, A.; Otero-Colina, G.; Lara-Reyna, J. 2022. High susceptibility of *Tetranychus merganser* (Acari: Tetranychidae), an emergent pest of the tropical crop *Carica papaya*, towards *Metarhizium anisopliae* s.l and *Beauveria bassiana* strains. PeerJ, 10, e14064. <https://doi.org/10.7717/peerj.14064>
- Angelini, M. R.; Freitas, S. 2004. 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, 26, 4, 395-399. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v26i4.1715>
- Beukeboom, L. W. 2018. Size matters in insects—an introduction. Entomologia Experimentalis et Applicata, 166, 1, 2-3. <https://doi.org/10.1111/eea.12646>
- Cardoso, E. R.; Freitas, S.; Nunes, H. T.; Pessoa, L. G. A. 2007. Seletividade de *Lecanicillium lecanii* e *Metarhizium anisopliae* para larvas de primeiro instar de *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. Acta Scientiarum. Agronomy, 29, 4, 563-568. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v29i4.436>
- Celestino, M. F.; Oliveira, J. A. S. 2022. Métodos de encapsulamento de fungos entomopatogênicos para sua aplicação no controle biológico. Research, Society and Development, 11, 16, e123111638031. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i16.38031>
- Ferreira, R. R.; Abreu, K. G.; Oliveira Filho, M. C.; Ferreira, R. R.; Salustino, A. S.; Morais, M. M. D.; Brito, C. H. 2022. Avaliação de dietas artificiais no desenvolvimento biológico de *Marava arachidis* (Dermaptera: Labiidae) e *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Forficulidae). Scientific Electronic Archives, 15, 3. <https://doi.org/10.36560/15320221521>
- Goedel, A. D.; Fanta, M. R.; Poltronieri, A. S. 2021. Resistência varietal de milho doce crioulo a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Research, Society and Development, 10, 13, e411101321309. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21309>
- Hassan, S. A.; F. Bigler, H.; Bogenschütz, E.; Boller, J. B.; Calis, J. N. M.; Coremans-Pelseneer, J.; Duso, C.; Grove, A.; Heimbach, U.; Helyer, N.; Hokkanen, H.; Lewis, G. B.; Mansour, F.; Moreth, L.; Polgar, L.; Samsøe-Petersen, L.; Sauphanor, B.; Stäubli, A. Sterk, G.; Vainio, A.; Van de Veire, G.; Viggiani, G.; Vogt, H. 1994. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS-Working Group Pesticides and Beneficial Organisms. Entomophaga, 39, 107-119. <https://doi.org/10.1007/BF02373500>
- Kamimura, Y.; Nishikawa, M.; Lee, C. Y. 2016. The earwig fauna (Insecta: Dermaptera) of Penang Island, Malaysia, with descriptions of two new species. Zootaxa, 4084, 2, 233-257. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4084.2.4>
- Leal, M. R.; Castilho, A. M. C.; Aguiar-Menezes, E. L.; Trevisan, H.; Carvalho, A. G.; Souza, T. S. 2022. Letalidade de cinco entomopatogênicos à lagarta de *Urbanus velinus* (Plötz, 1880) em condições de laboratório. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, 15, 1, 1-14.

- <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2022v15n1e8914>
- Lima, R. M. 2020. 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. pp. 14-30.
- Oliveira, L. V. Q.; Oliveria, R.; Nascimento Júnior, J. L.; Silva, I. T. F. A.; Barbosa, V. O.; Batista, J. L. 2019. Capacidade de busca da tesourinha *Euborellia annullipes* sobre o pulgão *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). *PesquisAgro*, 2, 1, 3-10. <https://doi.org/10.33912/pagro.v2i1.209>
- Oliveira Filho, M. C.; Silva, K. M.; Brito, C. H. 2023. Biologia de *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae) alimentada com *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae). *Scientia Plena*, 19, 6. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2023.060201>
- Patel, P. N.; Habib, E. M. 1978. Biological and behavioral studies of an ovoviviparous earwig, *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera; Forficulidae). *Revista de Biología Tropical*, 26, 2, 385-389. <https://doi.org/10.15517/rbt.v26i2.25745>
- Pessoa, L. G. A.; Cavalcanti, R. S.; Moino Júnior, A.; Souza, B. 2005. Compatibilidade entre *Beauveria bassiana* e o predador *Chrysoperla externa* em laboratório. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40, 617-619. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000600014>
- Pires, L. M.; Marques, E. J.; Oliveira, J. V.; Alves, S. B. 2010. 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*, 39, 977-984. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000600020>
- Poderoso, J. C. M. 2014. Predador versus pathogen: *Podisus distinctus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) challenged by *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. Tese (Doutorado em Ciência Entomológica), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 83p.
- Ramos, Y.; Taibo, A. D.; Jiménez, J. A.; Portal, O. 2020. Endophytic establishment of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in maize plants and its effect against *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30, 1-6. <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00223-2>
- Rubio, G. O.; Souza, E. C.; Pereira, R. M. 2021. Eficiência da utilização de fungos entomopatogênicos no controle de *Euschistus heros* na cultura da soja. *Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar*. 12p.
- Saldanha, M. A.; Walker, C.; Quevedo, A. C.; Pedron, L.; Muniz, M. F. B.; Costa, E. C. 2022. Caracterização morfofisiológica de fungos entomopatogênicos para o controle biológico de *Oncideres impluviata*. *Ciência Florestal*, 32, 776-792. <https://doi.org/10.5902/1980509849227>
- Salustino, A. S.; Oliveira Filho, M. C.; Abreu, K. G.; Ferreira, R. R.; Brito, C. H. 2021. Uso dos dermápteros no cenário agrônomo: uma análise bibliométrica sobre a utilização destes predadores. *Research, Society and Development*, 10, 3. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13611>
- Shimizu, M. Y.; Mourão, M. A. N. 2022. 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*, 8, 4, 1731-1749. <https://doi.org/10.51891/rease.v8i4.5190>
- Soliman, E. P.; Castro, B. M. C.; Wilcken, C. F.; Firmino, A. C.; Pogetto, H. F. A. D.; Barbosa, L. R.; Zanuncio, J. C. 2019. Susceptibility of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae), a *Eucalyptus* pest, to entomopathogenic fungi. *Scientia Agricola*, 76, 255-260. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2017-0043>
- Tejo, D. P.; Fernandes, C. H. S.; Buratto, J. S. 2020. Fitonematoides e estratégias adotadas em seu controle. *Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde*, 24, 2, 126-130. <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2020v24n2p126-130>
- Thomazoni, D.; Formentini, M. A.; Alves, L. F. A. 2014. Patogenicidade de isolados de fungos entomopatogênicos à *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, 81, 126-133. <https://doi.org/10.1590/1808-1657001162012>

Vila-Verde, G.; Santos, C. R.; Bomfim, G. S. 2021. Insetos (Insecta: Hymenoptera, Lepidoptera e Odonata) e as mudanças climáticas. *Terrae Didactica*, 17, 00, e021054. <https://doi.org/10.20396/td.v17i00.8667377>

Zappellini, L. O.; Almeida, J. E. M.; Batista Filho, A.; Giometti, F. H. C. 2010. Seleção de

isolados do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. visando o controle da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). *Arquivos do Instituto Biológico*, 77, 75-82. <https://doi.org/10.1590/1808-1657v77p0752010>