

Efeito inseticida de *Metarhizium anisopliae* e derivados de nim sobre o besouro-do-amendoim

Insecticide effect of Metarhizium anisopliae and neem derivate on the peanut beetle

Driély de Souza Torres¹, Thainá Pupin de Souza¹, Livia Caruzo Maciel¹, David Jossue López Espinosa², Rogério Teixeira Duarte¹

Recebido em: 01/06/2018 aceito em: 13/09/2018

¹Universidade de Araraquara (UNIARA), R. Carlos Gomes, 1338 – CEP: 14801-320, Araraquara, SP. E-mail: rogerio.tduarte@yahoo.com.br

²Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Av. Lourival Melo Mota, s/n – CEP: 57072-900, Maceió, AL.

Recebido em: 01/06/2018

Aceito em:13/09/2018

Resumo. O objetivo da pesquisa foi analisar a atividade inseticida de *Metarhizium anisopliae* e derivados de *Azadirachta indica*, utilizados de forma isolada e conjuntamente, sobre larvas de último instar e adultos de *Ulomoides dermestoides* (Coleoptera: Tenebrionidae). O ensaio foi composto por: (T1) água destilada; (T2) *M. anisopliae*; (T3) extrato foliar de *A. indica* (10%); (T4) óleo de sementes de *A. indica* (5%); (T5) *M. anisopliae* + extrato foliar de *A. indica* (10%); (T6) *M. anisopliae* + óleo de sementes de *A. indica* (5%). Cada tratamento foi constituído por 10 repetições, cada qual composta por 10 larvas de último instar ou 10 adultos, sendo imersos em 10 mL de solução inseticida, com posterior secagem e inserção dos insetos em recipientes plásticos. A mortalidade foi avaliada no sétimo, décimo quarto e vigésimo primeiro dia após a aplicação dos tratamentos (DAA). A mortalidade de larvas aos 7 e 14 DAA foi $54 \pm 4,52\%$ e $71 \pm 6,23\%$, relacionada à suspensão de óleo de semente de *A. indica*, enquanto que aos 21 DAA foi observada mortalidade de larvas acima de 50% para todos os tratamentos. Quanto aos adultos, o tratamento composto por *M. anisopliae* + óleo de sementes de *A. indica* ocasionou $24 \pm 7,63\%$ e $26 \pm 8,19\%$ de mortalidade aos 7 e 14 DAA, não sendo observada diferença significativa entre os inseticidas aos 21 DAA. O entomopatógeno *M. anisopliae* e os extratos de *A. indica*, utilizados isoladamente ou em conjunto, são potenciais estratégias no manejo de larvas e adultos de *U. dermestoides*.

Palavras-chave: *Azadirachta indica*, fungo entomopatogênico, *Ulomoides dermestoides*, extrato botânico, controle biológico

Abstract. The objective of this research was analyze the insecticide activity of *Metarhizium anisopliae* and *Azadirachta indica* extracts, used isolated or combined, on last instar larvae and adults of *Ulomoides dermestoides* (Coleoptera: Tenebrionidae). The experiment was composed by (T1) distilled water; (T2) *M. anisopliae*; (T3) leaf extract of *A. indica* (10%); (T4) oil seed of *A. indica* (5%); (T5) *M. anisopliae* + leaf extract of *A. indica* (10%); (T6) *M. anisopliae* + oil seed of *A. indica* (5%). Each treatment were performed by 10 replicates, each of them composed by 10 last instar larvae or adults, with immersion in 10 mL of insecticide solution, and subsequent drying and insertion of the insects in their plastic containers. The mortality was evaluated in the 7th, 14th, and 21st days after application (DAA). The larvae mortality at 7 and 14 DAA was $54 \pm 4.52\%$ $71 \pm 6.23\%$, related to the treatment based on oil seed of *A. indica*, while at 21 DAA was observed immature mortality above 50% for all treatments. In relation to adults, the treatment *M. anisopliae* + oil seed of *A. indica* caused mortality of $24 \pm 7.63\%$ and $26 \pm 8.19\%$ at 7 and 14 DAA, and no significant difference was observed between the insecticide treatments at 21 DAA. The entomopathogen *M. anisopliae* and the extracts of *A. indica*, used isolated or combined, are potential strategies in the management of the last instar larvae and adults of *U. dermestoides*.

Keywords: *Azadirachta indica*, entomopathogenic fungi, *Ulomoides dermestoides*, botanical extract, biological control

Introdução

O besouro-do-amendoim, *Ulomoides dermestoides* (Fairmaire, 1893) (Coleoptera: Tenebrionidae) é considerado uma importante praga de grãos e produtos armazenados, como amendoim (*Arachis hypogaea* L.), milho (*Zea*

mays L.), sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], arroz (*Oryza sativa* L.), soja [*Glycine max* (L.) Merrill], feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), aveia (*Avena sativa* L.), entre outros (Hoffmann et al., 2005; Hagstrum e Subramanyam, 2009). Este inseto tem como centro de origem o continente



asiático, com característica cosmopolita, representado por sete instares larvais, e duração do ciclo completo em torno de 68 dias, com longevidade dos adultos de aproximadamente 340 dias, e tanto os imaturos como os adultos são considerados pragas agrícolas (Morillo-Garcia et al., 2016).

Para o controle populacional desta praga, o método químico tem sido a principal estratégia utilizada, baseando-se no emprego de inseticidas fumigantes ou de contato (Collins e Cook, 2006). Entretanto, o uso constante desta metodologia pode propiciar a seleção de populações resistentes, além de resíduos de agrotóxicos em grãos e outros produtos armazenados (Santos et al., 2009).

No intuito de utilizar técnicas menos agressivas ao meio ambiente e a saúde da população, o método de controle biológico com fungos entomopatogênicos apresenta grande potencial para controle de pragas de grãos armazenados, com destaque para o uso de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. (Agostini et al., 2015; Wakil et al., 2015). Aliado a estas informações, algumas pesquisas têm evidenciado que o uso destes entomopatógenos, acrescido de outros compostos com modo de ação diferenciadas, pode aumentar a eficiência de controle destas pragas (Wakil et al., 2011; Wakil et al., 2012).

Dentro deste contexto, os extratos vegetais podem ser utilizados conjuntamente com os fungos entomopatogênicos, principalmente por apresentarem baixa toxicidade aos animais e ao ser humano, baixo custo, não contaminam o alimento com resíduos tóxicos e se degradam rapidamente no ambiente (Isman, 2006). O nim, *Azadirachta indica* A. Juss. (Sapindales: Meliaceae) tem sido considerado um extrato vegetal com grande potencial de controle de pragas de grãos armazenados (Tofel et al., 2015; Islam et al., 2017), porém ainda sem relatos quanto a seu emprego sobre *U. dermestoides*.

Em vista destas estratégias de controle, novas pesquisas são necessárias para nortear os estudos quanto ao uso individual ou em conjunto dos fungos entomopatogênicos e *A. indica* frente ao controle do besouro-do-amendoim, de forma a estabelecer diretrizes futuras quanto á possível utilização em locais de armazenamento de grãos. O objetivo da pesquisa foi analisar, em condições laboratoriais, a atividade inseticida do fungo

entomopatogênico *M. anisopliae* e de derivados de nim (*A. indica*), utilizados de forma isolada e conjuntamente, sobre larvas de último ínstar e adultos de *U. dermestoides*.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Entomologia Agrícola (LEA-UNIARA), do Departamento de Ciências da Administração e Tecnologia, Universidade de Araraquara (UNIARA). Para a condução dos bioensaios foi utilizada uma população de *U. dermestoides*, com criação massal conduzida no LEA-UNIARA, baseada na metodologia descrita por Morillo-Garcia et al. (2016).

Criação do besouro-do-amendoim *Uromyces dermestoides*

Aproximadamente 500 adultos de *U. dermestoides* foram obtidos em grãos de amendoim no município de Araraquara, SP (21°47'41" Sul, 48°10'36" Oeste), correspondente ao mês de setembro de 2017. Estes indivíduos foram conduzidos ao LEA-UNIARA, sendo estabelecida a criação massal da referida espécie praga através da inserção de 50 adultos em um recipiente plástico transparente com volume interno de 3 L, coberto por um fino tecido "voile" adaptado na parte superior da estrutura, com o propósito de aeração. Em cada recipiente foi transferido 150 g de amendoim (cultivar Runner IAC 886), servindo como substrato de alimentação e oviposição. Como fonte de água foi oferecido um pedaço de batata inglesa (volume médio de 2 cm³), alocado na superfície do substrato alimentar, e substituído a cada semana. A criação foi mantida a temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 45% e fotofase de 12 h. Estes insetos foram mantidos por aproximadamente dois meses nas referidas condições, até o desenvolvimento da nova geração, sendo as larvas removidas para outros recipientes contendo grãos de amendoim, nas mesmas condições citadas anteriormente, até a emergência dos adultos, sendo então formadas novas colônias.

Obtenção e multiplicação de *M. anisopliae*

O isolado de *M. anisopliae* utilizado nos bioensaios foi proveniente de um laboratório de produção de fungos entomopatogênicos de uma usina de cana-de-açúcar localizada na região de Jaboticabal, SP. Este produto foi armazenado a



temperatura de $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (freezer) no Banco de Entomopatógenos do Laboratório de Agronomia (UNIARA).

Para sua utilização, o isolado de *M. anisopliae* foi repicado em placas de Petri (9 cm de diâmetro) contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), e incubado em câmara BOD à temperatura de $28 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 h, por um período de 15 dias. Posteriormente, foi realizada uma suspensão [10 mL de água autoclavada + espalhante adesivo Tween[®] 20 (0,05%) + fungo entomopatogênico], e a partir desta foram feitas três diluições seriadas, para a quantificação do número de conídios mL^{-1} , com auxílio de uma câmara de Neubauer, e padronização na concentração de 10^7 conídios mL^{-1} .

Derivados de *A. indica*

Para o ensaio foram utilizados o extrato de folhas secas e o óleo de sementes de *A. indica*, em que, tanto as folhas como as sementes foram coletadas em um plantio não comercial desta espécie vegetal, localizado no município de Araraquara, SP.

Extrato aquoso de folhas secas de *A. indica*

O preparo do extrato aquoso seguiu a metodologia proposta por Aguiar-Menezes (2005), em que foram utilizadas 50 g de folhas secas de nim L^{-1} de água. Estas folhas foram trituradas em um macro moinho tipo Willye (Modelo TE-650/1, Tecnal Equipamentos Científicos, Brasil) e depois de misturadas em água, ficando em repouso por 12 h. Após este período, o extrato aquoso foi filtrado e imediatamente utilizado nos bioensaios, a uma concentração de 10% (100 mL de extrato aquoso de nim L^{-1} de água).

Óleo de sementes de *A. indica*

Após a coleta dos frutos, os mesmos foram lavados, despolidos sob água corrente e escarificados com auxílio de uma peneira de malha $2 \times 3\text{ mm}$. Após este processo, as sementes foram secas à sombra por sete dias, com posterior remoção manual do tegumento, visando a obtenção de 1 kg de sementes sem tegumento. O método de extração do óleo das sementes nim foi realizada através do uso do álcool etílico absoluto (Paes et al., 2015). Depois de moídas em um macro moinho tipo Willye (Modelo TE-650/1, Tecnal

Equipamentos Científicos, Brasil), estas sementes foram misturadas em 300 mL de álcool etílico absoluto, e posteriormente homogeneizadas por intermédio de um liquidificador doméstico. O material obtido foi inserido em um funil de Büchner de 13 cm de diâmetro por 4 cm de altura, com a utilização de uma bomba à vácuo acoplada a um Erlenmyer de 1.000 mL. Após filtragem, o óleo e o solvente foram separados por intermédio de um funil de decantação de 500 mL, seguindo a metodologia proposta por Paes et al. (2015).

Efeito inseticida de *M. anisopliae* e *A. indica* sobre *U. dermestoides*

O ensaio foi conduzido no LEA-UNIARA, constituído pelos seguintes tratamentos, todos adicionados do espalhante adesivo Tween[®] 20 (0,05%): (T1) água destilada; (T2) *M. anisopliae*; (T3) extrato foliar de *A. indica* (10%); (T4) óleo de sementes de *A. indica* (5%); (T5) *M. anisopliae* + extrato foliar de *A. indica* (10%); (T6) *M. anisopliae* + óleo de sementes de *A. indica* (5%).

Para cada tratamento foram conduzidas 10 repetições, cada qual composta por 10 larvas de último ínstar (sétimo instar) de *U. dermestoides*, que foram previamente imersas em 10 mL de solução inseticida, durante 10 segundos, com posterior secagem em ambiente natural. Após esta etapa, estes imaturos foram acondicionados em um recipiente plástico transparente com tampa (5 cm de altura \times 4 cm de diâmetro), contendo 10 g de grãos de amendoim (cultivar Runner IAC 886), devidamente pesados por intermédio de uma balança analítica (Modelo AUY220 – Marte Balanças e Aparelho de Precisão Ltda.). O tratamento controle contou apenas com a imersão dos imaturos em água destilada por um período de 10 segundos. Os recipientes foram mantidos em sala climatizada, a temperatura de $25 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $65 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 h (Agostini et al., 2015).

A mesma metodologia foi conduzida para os adultos de *U. dermestoides*, porém, após aplicação dos tratamentos, os mesmos foram mantidos em placas de Petri (9 cm de diâmetro), contendo papel filtro (8 cm de diâmetro) levemente umedecido com água destilada e 20 g de grãos de amendoim (cultivar Runner IAC 886), devidamente pesados por intermédio de uma balança analítica (Modelo AUY220 – Marte Balanças e Aparelho de Precisão Ltda.).

A mortalidade foi avaliada no sétimo, décimo quarto e vigésimo primeiro dia após a aplicação dos tratamentos, com a transferência dos insetos mortos para uma câmara úmida, com o propósito de confirmar a mortalidade pelo entomopatógeno, para os tratamentos em que foram utilizados *M. anisopliae*. A câmara úmida consistiu de um disco de papel filtro (8 cm de diâmetro) sobre uma espuma, ambos esterilizados e umedecidos com água destilada, inserida em placa de Petri (9 cm de diâmetro) e mantida em câmara BOD à temperatura de 28 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 h.

A confirmação da mortalidade dos insetos pelo fungo entomopatogênico foi realizada após cinco dias da transferência dos mesmos para o interior da câmara úmida, através da observação das estruturas reprodutivas do fungo sobre os cadáveres dos referidos organismos, realizado com auxílio de um microscópio estereoscópio. O ensaio foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, sendo os dados sujeitos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) (SAS Institute, 2002).

Resultados e Discussão

Nos bioensaios com larvas de último instar de *U. dermestoides*, foi observada diferença significativa entre os tratamentos no sétimo dia após aplicação (DAA) ($F = 7,399$; $gl = 5, 54$; $P < 0,05$), com mortalidade de $54 \pm 4,52\%$ de larvas, relacionada ao tratamento à base de óleo de semente de *A. indica*, seguido pelas aplicações de extrato foliar de *A. indica* ($36 \pm 7,48\%$) e extrato foliar de *A. indica* + *M. anisopliae* ($31 \pm 8,36\%$) (Figura 1A). Aos 14 DAA, a mortalidade de larvas de último instar de *U. dermestoides* foi de $71 \pm 6,23\%$, a partir da aplicação do óleo de semente de *A. indica*, diferindo significativamente dos demais tratamentos, exceto daquele relacionado a aplicação do extrato foliar de *A. indica*, cuja mortalidade destes imaturos foi de $60 \pm 7,45\%$ ($F = 14,982$; $gl = 5, 54$; $P < 0,05$) (Figura 1B). Na última avaliação (21 DAA) foi observada mortalidade de larvas acima de 50% para todos os tratamentos, não diferindo significativamente entre si, porém com diferença estatística apenas em relação ao tratamento controle ($F = 15,781$; $gl = 5, 54$; $P < 0,05$) (Figura 1C).

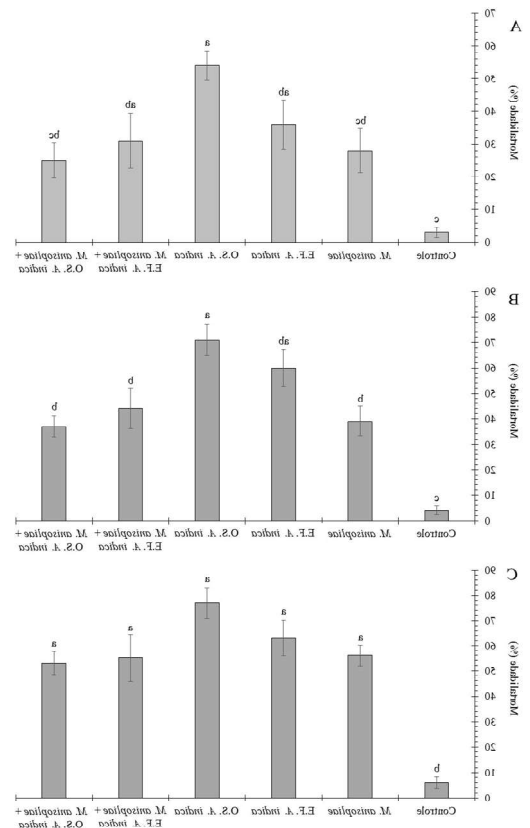


Figura 1. Mortalidade média acumulada (%) de larvas de último instar de *Utomoides dermestoides* submetidas a tratamentos à base de *Azadirachta indica* e o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae*, com avaliação após 7 (A), 14 (B) e 21 (C) dias da aplicação dos tratamentos. Valores seguidos de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). A barra de erros corresponde ao erro padrão (\pm EP). E.F. *A. indica* = extrato foliar de *A. indica*; O.S. *A. indica* = óleo de sementes de *A. indica*.

O tratamento à base do fungo entomopatogênico *M. anisopliae* + óleo de sementes de *A. indica* ocasionou $24 \pm 7,63\%$ de mortalidade de adultos de *U. dermestoides* aos 7 DAA, com diferença significativa em relação aos demais, com exceção do tratamento à base de óleo de sementes de *A. indica* ($F = 6,17$; $gl = 5, 54$; $P < 0,05$) (Figura 2A). A mortalidade de adultos de *U. dermestoides* foi de $26 \pm 8,19\%$ aos 14 DAA, para o tratamento *M. anisopliae* + óleo de sementes de *A. indica*, seguido pelos tratamentos *M. anisopliae* + extrato de folhas de *A. indica*, com mortalidade de $12 \pm 7,72\%$, e óleo de sementes de *A. indica*,

com $10 \pm 4,22\%$ de mortalidade de adultos ($F = 2,602$; $gl = 5, 54$, $P < 0,05$) (Figura 2B). Aos 21 DAA, a mortalidade de adultos de *U. dermestoides* variou entre $12 \pm 7,86$ e $29 \pm 7,37\%$, não sendo observada diferença significativa entre os tratamentos, com diferença significativa apenas entre o controle e o tratamento *M. anisopliae* + óleo de sementes de *A. indica* ($F = 2,305$, $gl = 5, 54$, $P < 0,05$) (Figura 2C).

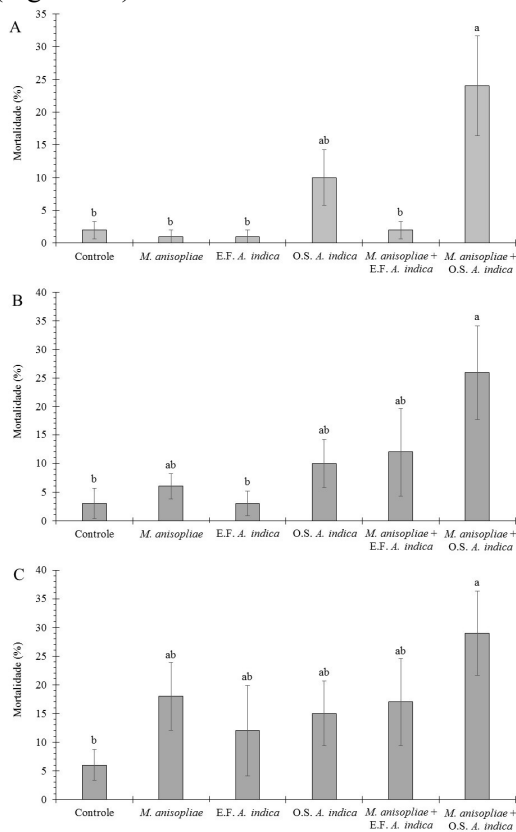


Figura 2. Mortalidade média acumulada (%) de adultos de *Uromyces dermestoides* submetidos a tratamentos à base de *Azadirachta indica* e o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae*, com avaliação após 7 (A), 14 (B) e 21 (C) dias da aplicação dos tratamentos. Valores seguidos de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). A barra de erros corresponde ao erro padrão (\pm EP). E.F. *A. indica* = extrato foliar de *A. indica*; O.S. *A. indica* = óleo de sementes de *A. indica*.

Os estudos baseados no controle de pragas de grãos armazenados com o fungo entomopatogênico *M. anisopliae* têm demonstrado a grande eficiência deste entomopatógeno na redução populacional destes insetos (Kavallieratos

et al., 2014; Abdel-Raheem et al., 2015; Agostini et al., 2015; Ashraf et al., 2017). O presente estudo é o primeiro a relatar a patogenicidade de *M. anisopliae* sobre o besouro-do-amendoim *U. dermestoides*, cuja maior mortalidade (utilizado isoladamente) foi observada aos 21 DAA, sobre larvas de último instar, com redução populacional em $56 \pm 4,27\%$ (Figura 1C), podendo ser considerado um promissor entomopatógeno para o controle da referida praga.

Outra importante estratégia voltada ao controle populacional de pragas de grãos armazenados advém da utilização de extratos vegetais à base de *A. indica*, também relacionado à elevada atividade inseticida em relação a estas pragas (Tofel et al., 2015; Islam et al., 2017). No presente estudo, o uso de *A. indica* propiciou elevada mortalidade de *U. dermestoides*, principalmente a partir do emprego de óleo de semente de *A. indica* sobre o último instar larval da referida praga, com maior eficiência de controle aos 7 e 14 DAA quando não utilizado em mistura com *M. anisopliae* (Figura 1). De acordo com Souza et al. (2010), o uso de extratos de folhas e sementes de *A. indica* foram os mais indicados para o controle de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), de forma a evidenciar que nem todas as partes da planta são interessantes no que tange a atividade inseticida a pragas de grãos armazenados. Em pesquisa realizada por Nukenine et al. (2011) comparando-se o produto comercial e extratos botânicos a base de pó e óleo de sementes de *A. indica* sobre *S. zeamais*, os autores evidenciaram que tanto o produto comercial como o extrato de óleo de sementes de *A. indica* foram os mais eficientes para o controle desta praga, demonstrando que o tipo de formulação a ser empregada pode interferir sobremaneira na eficiência de controle.

A mistura do fungo entomopatogênico *M. anisopliae* com o óleo de semente de *A. indica* propiciou elevada mortalidade de adultos de *U. dermestoides*, de maneira a evidenciar um efeito sinérgico entre estas estratégias de controle de pragas (Figura 2). Shah et al. (2008) observaram que a ação conjunta de *M. anisopliae* com extrato de *A. indica* propiciou maior mortalidade de *Otiorynchus sulcatus* F. (Coleoptera: Curculionidae) em comparação com tais tratamentos aplicados individualmente, demonstrando a elevada eficiência de controle da



referida praga a partir da mistura do agente de controle biológico com o inseticida botânico.

A interação positiva entre um entomopatógeno e um extrato vegetal visando ao controle de insetos-praga também foi observado por Rondelli et al. (2011), cuja mortalidade de lagartas de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) foi de 78% a partir da mistura de *B. bassiana* e o óleo de mamona a 2%, sob condições laboratoriais. Já em um ambiente semi-campo, Rondelli et al. (2013) não observaram tal sinergismo, fator este intimamente relacionado com as questões abióticas, principalmente no que tange a temperatura e a umidade relativa, essenciais para o pleno desenvolvimento e eficiência dos fungos entomopatogênicos sobre as pragas agrícolas. Wakil et al. (2012) observaram maior eficiência de controle de *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) a partir da mistura de uma suspensão a base do fungo entomopatogênico *Isaria lilacinus* (Thom.) Samson e *A. indica*, tanto em condições laboratoriais como em semi-campo.

Desta forma, é possível observar particularidades quanto ao emprego isolado ou em conjunto de *M. anisopliae* e *A. indica* para o controle de *U. dermatoides*, sendo as larvas desta espécie mais suscetíveis aos compostos botânicos à base de *A. indica*, possivelmente relacionado a maior dificuldade quanto a quebra destas moléculas tóxicas existentes no extrato botânico (Torres et al., 2006), enquanto que para os adultos, a mistura do entomopatógeno com o óleo da semente de *A. indica* propiciaram os melhores resultados de controle, fatores estes que demonstram possibilidades de estratégias de manejo integrado de *U. dermatoides* em grãos de amendoim armazenado por intermédio do emprego individual ou em conjunto do entomopatógeno e do inseticida botânico, dependendo sobremaneira do estágio pela qual a praga se encontra no sistema de armazenamento. Assim, os resultados da presente pesquisa serão subsídios essenciais para o auxílio de futuros projetos envolvendo uma escala maior quanto ao armazenamento de grãos e sua relação com o controle de *U. dermatoides*, principalmente no que se refere ao manejo de imaturos do besouro-do-amendoim.

Conclusão

Sob condições laboratoriais, o fungo entomopatogênico *M. anisopliae* e os extratos

botânicos à base de *A. indica*, utilizados isoladamente ou em conjunto, são potenciais estratégias no manejo populacional de larvas de último instar e adultos de *U. dermatoides*.

Referências

ABDEL-RAHEEM, M. A.; ISMAIL, I. A.; ABDEL RAHMAN, R. S.; FARAG, N. A.; ABDEL RHMAN, I. E. Entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* (Bals.) and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) as biological control agents on some stored product insects. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 3, n. 6, p. 316-320, 2015.

AGOSTINI, T. T.; AGOSTINI, L. T.; DUARTE, R. T.; VOLPE, H. X. L.; SALAS, C.; POLANCZYK, R. A. Eficiência de fungos entomopatogênicos para o controle de *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) em condições de laboratório. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 1, p. 90-96, 2015.

AGUIAR-MENEZES, E. L. **Inseticidas botânicos**: seus princípios ativos, modos de ação e uso agrícola. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58 p.

ASHRAF, M.; FAROOQ, M.; SHAKEEL, M.; DIN, N.; HUSSAIN, S.; SAEED, N.; SHAKEEL, Q.; RAJPUT, N. A. Influence of entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae*, alone and in combination with diatomaceous earth and thiamethoxam on mortality, progeny production, mycosis, and sporulation of the stored grain insect pests. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 36, p. 28165-28174, 2017.

BORSONARO, M. T.; SÊNO, K. C. A.; IAMAGUTI, P. S.; NEVES, M. C. T.; SILVA, P. T. Extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) no controle de *Sitophilus zeamais* Motschulsky em milho (*Zea mays* L.) armazenado. **Nucleus**, v. 10, n. 1, p. 161-168, 2013.

COLLINS, D. A.; COOK, D. A. Laboratory studies evaluating the efficacy of diatomaceous earths, on treated surfaces, against stored product insect and



mite pests. **Journal of Stored Products Research**, v. 42, n. 1, p. 51-60, 2006.

ISLAM, T.; IQBAL, J.; ABDULLAH, K.; KHAN, E. A. Evaluation of some plant extracts against maize weevil, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, v. 54, n. 4, p. 737-741, 2017.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, v. 51, n. 1, p. 45-66, 2006.

HAGSTRUM, D. W.; SUBRAMANYAM, B. **Stored-product insect resource**. Minnesota: AACC Internation Inc., 2009. 509 p.

HOFFMANN, L. G.; TEIXEIRA, J. S. G.; CORSEUIL, E. Imobilização de larvas de *Ulomoides dermestoides* (Coleoptera, Tenebrionidae) sob baixa temperatura. **Biociências**, v. 13, n. 2, p. 119-121, 2005.

KAVALLIERATOS, N. G.; ATHANASSIOU, C. G.; AOUNTALA, M. M.; KONTODIMAS, D. C. Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Isaria fumosorosea* for control of *Sitophilus oryzae*. **Journal of Food Protection**, v. 77, n. 1, p. 87-93, 2014.

MORILLO-GARCIA, Y.; OLIVERO-VERBEL, J.; CABALLERO-GALLARDO, K. Life cycle of *Ulomoides dermestoides* (Fairmaire, 1893) (Coleoptera: Tenebrionidae) under laboratory conditions. **Journal of Stored Products Research**, v. 69, n. 1, p. 272-275, 2016.

NUKENINE, E. N.; TOFEL, H. K.; ADLER, C. Comparative efficacy of NeemAzal and local botanicals derived from *Azadirachta indica* and *Plectranthus glandulosus* against *Sitophilus zeamais* on maize. **Journal of Pest Science**, v. 84, n. 4, p. 479-486, 2011.

PAES, J. B.; SOUZA, A. D.; LIMA, C. R.; SANTANA, G. M. Rendimento e características físicas dos óleos de nim (*Azadirachta indica*) e

mamona (*Ricinus communis*). **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 134-139, 2015.

RONDELLI, V. M.; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. P.; MARQUES, E. J.; STURM, G. M.; TIBURCIO, M. O. Associação do óleo de mamona com *Beauveria bassiana* no controle da traça-das-crucíferas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 2, p. 212-214, 2011.

RONDELLI, V. M.; PRATISSOLI, D.; SANTOS JUNIOR, H. J. G.; ZAGO, H. B.; MACHADO, L. C.; RODRIGUES, H. S.; VALBON, W. R. Insecticide activity of *Beauveria bassiana* and castor bean oil against *Plutella xylostella* under greenhouse. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1187-1193, 2013.

SANTOS, J. C.; FARONI, L. R. D.; SIMÕES, R. O.; PIMENTEL, M. A. G.; SOUSA, A. H. Toxicity of pyrethroids and organophosphorus insecticides to Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Bioscience Journal**, v. 25, n. 6, p. 75-81, 2009.

SAS INSTITUTE. **User's guide: statistics**, version 9.1. SAS Institute Inc.: Cary, 2002.

SHAH, F. A.; GAFFNEY, M.; ANSARI, M. A.; PRASAD, M.; BUTT, T. M. Neem seed cake enhances the efficacy of the insect pathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* for the control of black vine weevil, *Otiiorhynchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae). **Biological Control**, v. 44, n. 1, p. 111-115, 2008.

SOUZA, M. N.; VITÓRIO, A. C.; TANAMATI, A.; LIMA, A. P.; LIMA, H. O. S. Leaves, stems and seeds powder of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) used as repellent of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in stored corn. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 1, n. 1, p. 21-24, 2010.

TOFEL, K. H.; NUKENINE, E. N.; STAHLER, M.; ADLER, C. Insecticidal efficacy of *Azadirachta indica* powders from sun- and shade-dried seeds against *Sitophilus zeamais* and *Callosobruchus maculatus*. **Journal of**



Entomology and Zoology Studies, v. 3, n. 1, p. 100-108. 2015.

TORRES, A. L.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; MEDEIROS, C. A. M.; BARROS, R. Efeito de extratos aquosos de *Azadiracta indica*, *Melia azadirach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. **Bragantia**, v. 65, n.3, p. 447-457, 2006.

WAKIL, W.; GHAZANFAR, M. U.; YASIN, M.; KWON, Y. J. Efficacy of *Metarhizium anisopliae* combined with diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions. **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 41, n. 1, p. 81-86, 2015.

WAKIL, W.; GHAZANFAR, M. U.; KWON, Y. J.; ULLAH, E.; ISLAM, S.; ALI, K. Testing *Paecilomyces lilacinus*, diatomaceous earth and *Azadirachta indica* alone and in combination against cotton aphid (*Aphis gossypii* Glover) (Insecta: Homoptera: Aphididae). **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 4, p. 821-828, 2012.

WAKIL, W.; RIASAT, T.; ASHFAQ, M. Residual efficacy of thiamethoxam, *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, and diatomaceous earth formulation against *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrychidae). **Journal of Pest Science**, v. 85, n. 3, p. 341- 350, 2012.

WAKIL, W.; RIASAT, T.; GAZANFAR, M. U.; KWON, Y. J.; SHAHEEN, F. A. Aptness of *Beauveria bassiana* and enhanced diatomaceous earth (DEBBM) for control of *Rhyzopertha dominica* F. **Entomological Research**, v. 41, n. 6, p. 233-214. 2011.