

**Avaliação de fungos no controle da mosca-das-frutas na preservação do mercado
brasileiro de frutas**

**Evaluation of fungi in the control of fruit flies in the preservation of the Brazilian fruit
market**

**Evaluación de hongos en el control de moscas de la fruta en la conservación del mercado
de frutas brasileño**

Recebido: 19/08/2020 | Revisado: 24/08/2020 | Aceito: 15/09/2020 | Publicado: 17/09/2020

Whalamys Lourenço de Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3303-850X>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: whalamys@hotmail.com

Mariana Lima do Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6774-1626>

Universidade Federal Rural do Pernambuco, Brasil

E-mail: marientomologia@gmail.com

Carlos Henrique de Brito

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0195-0986>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: carlos@cca.ufpb.br

Maria Lúcia Maurício da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4642-4979>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: luciaagronomia@hotmail.com

Jacinto de Luna Batista

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8860-8085>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: jacinto@cca.ufpb.br

Pedro Ivo Palacio Leite

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1848-4923>

Universidade de São Paulo, Brasil

E-mail: leitepip0606@gmail.com

Jose Nunes de Oliveira Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6118-4814>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: professornunesneto@gmail.com

Antônio Nunes de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5697-8110>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: nunes.vieira@ifce.edu.br

Aline Carla de Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0161-3541>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: alinecarla.edu@gmail.com

Patrício Borges Maracajá

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4812-0389>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: patriciomaracaja@gmail.com

Resumo

O controle biológico, com a utilização de fungos entomopatogênicos, tem sido umas das promissoras alternativas no controle de moscas-das-frutas. Este estudo teve como objetivo avaliar a patogenicidade dos fungos entomopatogênicos das espécies *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e *Beauveria bassiana* (Bals.) em larvas de 2º e 3º instar, pupas e adultos da mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Zoologia de Invertebrados e de Fitopatologia do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, no município de Areia - PB. Neste estudo foram utilizados dois isolados, *Metarhizium anisopliae* IDCB425 e *Beauveria bassiana* IDCB66, em diferentes concentrações. Verificou-se que o potencial de infecção de ambos isolados é maior em larvas de 2º e 3º instares e de adultos de *C. capitata*, do que em pupas. A taxa de mortalidade de *C. capitata* aumenta à medida que as suspensões se tornam mais concentradas. O isolado de IDCB66 de *B. bassiana* é mais eficiente à *C. capitata*, que o isolado IDCB425 de *M. anisopliae*.

Palavras-chave: Fungos entomopatogênicos; Controle biológico; Mosca-das-frutas.

Abstract

Biological control, with the use of entomopathogenic fungi, has been one of the promising alternatives in the control of fruit flies. This study aimed to evaluate the pathogenicity of entomopathogenic fungi of the species *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. and *Beauveria bassiana* (Bals.) in 2nd and 3rd instar larvae, pupae and adults of the fruit fly *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). The experiment was conducted at the Invertebrate Zoology and Phytopathology Laboratories at the Center for Agricultural Sciences, Federal University of Paraíba, in the municipality of Areia - PB. In this study, two isolates, *Metarhizium anisopliae* IDCB425 and *Beauveria bassiana* IDCB66, were used in different concentrations. It was found that the potential for infection of both isolates is greater in larvae of 2nd and 3rd instars and adults of *C. capitata*, than in pupae. The mortality rate of *C. capitata* increases as the suspensions become more concentrated. The IDCB66 isolate from *B. bassiana* is more efficient to *C. capitata* than the IDCB425 isolate from *M. anisopliae*.

Keywords: Entomopathogenic fungi; Biological control; Fruit fly.

Resumen

El control biológico, con el uso de hongos entomopatógenos, ha sido una de las alternativas prometedoras en el control de la mosca de la fruta. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la patogenicidad de hongos entomopatógenos de la especie *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. y *Beauveria bassiana* (Bals.) en larvas, pupas y adultos de segundo y tercer estadio de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). El experimento se realizó en los Laboratorios de Zoología y Fitopatología de Invertebrados del Centro de Ciencias Agrícolas de la Universidad Federal de Paraíba, en el municipio de Areia - PB. En este estudio, se utilizaron dos aislados, *Metarhizium anisopliae* IDCB425 y *Beauveria bassiana* IDCB66, en diferentes concentraciones. Se encontró que el potencial de infección de ambos aislamientos es mayor en larvas de segundo y tercer estadios y en adultos de *C. capitata* que en pupas. La tasa de mortalidad de *C. capitata* aumenta a medida que las suspensiones se concentran más. El aislado IDCB66 de *B. bassiana* es más eficaz para *C. capitata* que el aislado IDCB425 de *M. anisopliae*.

Palabras clave: Hongos entomopatógenos; Control biológico; Mosca de la fruta.

1. Introdução

A família Tephritidae é composta por mais de 5.000 espécies de moscas-das-frutas, sendo muitas vezes consideradas pragas primárias de diversas espécies de frutíferas, por apresentar características cosmopolita e polífaga (Nascimento & Carvalho, 2000).

Dentre as moscas-das-frutas já relatadas no Brasil, *Ceratitis capitata* (Wiedeman, 1824) (Diptera: Tephritidae) tem sido considerada uma praga de grande importância econômica para a fruticultura nacional. Também chamada de mosca-do-Mediterrâneo, *C. capitata* é uma das mais devastadoras pragas de frutas, devido à sua distribuição global, sendo considerada uma espécie quarentenária em diversos países (Malavasi et al., 2000). A espécie possui uma grande variedade de hospedeiros, rápida dispersão e adaptação a baixas temperaturas, podendo completar seu desenvolvimento em mais de 400 espécies de plantas em regiões tropicais, subtropicais e temperadas (Del Pino, 2000; Papadopoulos et al., 1998; Copeland et al., 2002; Medeiros, 2012)

O mercado de frutas brasileiro vem enfrentando sérios problemas fitossanitários, e às moscas-das-frutas vem se destacando neste cenário, visto que comprometem significativamente esse comércio, inclusive o de exportações de frutos, devido as restrições quarentenárias impostas por países importadores (Souza et al., 2000; Torres et al., 2010; Camargos et al., 2011; Montes et al., 2012).

Os fungos entomopatogênicos são responsáveis por cerca de 80% das doenças de insetos e foram os primeiros patógenos de insetos a serem utilizados no controle microbiano, e atualmente é uma opção com potencial de utilização sobre diversas espécies. Fungos patogênicos para dípteros, como *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas e *Paecilomyces fumosoroseus* Bainier estão entre os mais importantes no controle de pragas (Alves, 1998).

Diante do exposto, o objetivo neste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações de isolados dos fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana*, no controle de larvas de 2º e 3º ínstaes, pupas e adultos de *C. capitata*.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Zoologia de Invertebrados e de Fitopatologia do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, no município de Areia-PB.

Ovos de *Ceratitis capitata* foram cedidos da criação de insetos, onde se realizou a criação estoque mantida com dieta artificial composta por cenoura, levedo de cerveja e nipagim, segundo recomendações de Silva e Salgado (1990), com modificações. Os adultos foram confinados em gaiola com armação de metal (50 x 50 x 50 cm) revestida por tela sombrite com 70% de insolação, e alimentados com uma solução à base de água destilada e mel, até a eclosão das larvas.

O experimento foi realizado em duas etapas: a primeira consistiu em repicar e multiplicar os isolados das espécies *M. anisopliae* e *B. bassiana*, para posterior produção das diferentes concentrações de conídios; na segunda, realizou-se a aplicação das suspensões das concentrações fúngicas em larvas de 2º e 3º ínstaes, pupas e adultos de *C. capitata*.

Os isolados de *M. anisopliae* IDCB425, comercialmente conhecido como Metaplan sob o registro 0915, e de *B. bassiana* IDCB66 foram provenientes do Laboratório de Controle Biológico da ASPLAN (Associação de Plantadores de cana-de-açúcar da Paraíba), ambos oriundos do Instituto Biológico de Campinas-SP e repicados conforme a metodologia descrita por Alves (1998).

Para a multiplicação e repicagem dos fungos, os isolados foram cultivados em placas de Petri, previamente esterilizadas, contendo meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA), onde foram mantidos por um período de sete a quinze dias para crescimento e esporulação, acondicionados em sala climatizada a 25 ± 1 °C, com fotofase de 12 horas. Após a esporulação dos fungos, adicionou-se 10 mL de água destilada esterilizada por placa de petri, realizando-se raspagem superficial, manualmente, com um pincel de cerdas macias esterilizado, para composição das suspensões.

A contagem dos conídios para composição das diferentes concentrações foi realizada em Câmara de Neubauer com auxílio de um microscópio óptico, e posteriormente, ajustado para as concentrações equivalentes a 1,2; 3,1; 4,3 e 5,0 x 10⁸ conídios mL⁻¹, seguindo recomendações de Tanaka et al. (1997).

A viabilidade dos isolados foi avaliada utilizando-se duas placas de Petri contendo BDA e colônias dos isolados já esporulados, contendo 0,1 mL da suspensão correspondente as concentrações x10⁸ conídios mL⁻¹, espalhando-se com alça de Drigaslky. As leituras foram efetuadas em microscópio óptico mediante a determinação do percentual de conídios. A viabilidade dos conídios dos isolados utilizados no experimento foi superior a 95%.

Para as lavras e pulpas, estes foram imersos nas soluções de diferentes concentrações por cerca de 10 segundos, conforme metodologia descrita por Lezama-Gutiérrez et al. (2000). Para as testemunhas, a imersão foi feita apenas em água destilada e deionizada, pelo mesmo

período de tempo. Para os indivíduos adultos, a forma de aplicação das suspensões fúngicas foi através do borrifamento, em uma quantidade equivalente a 1 mL indivíduo⁻¹.

Após a imersão (larvas de 2º e 3º instares e pupas) nas suspensões ou borrifamento dos insetos, estes foram mantidos em placas de Petri, com dimensões de 8 cm de diâmetro por 5 cm de altura, contendo uma camada de 1 cm de altura da mesma dieta artificial utilizada para criação dos insetos, e em seguida mantidas em sala climatizada, com temperatura de 25 ± 0,5 °C e fotofase de 12 horas.

As avaliações para verificação do efeito das suspensões fúngicas em diferentes concentrações foram realizadas a cada 24 horas, por um período de 16 dias, nos tratamentos compostos por larvas de 2º e 3º instares; e por 72 h para pupas e adultos. O parâmetro avaliado foi mortalidade confirmada na fase larval e a patogenicidade dos isolados, caracterizando-se pela total imobilidade dos insetos quando tocados com um pincel de cerdas macias.

As mortes constatadas eram aferidas e os insetos mortos foram lavados em água destilada (Moino JR. & Alves, 1997), transferidas para potes plásticos fechados e com umidade mantida por meio de algodão embebido com água destilada mantidos em sala climatizada à temperatura de 26 ± 1 °C, umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 12h para confirmação (esporulação do fungo) do agente causal.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), contendo 36 tratamentos, com 10 repetições de 10 indivíduos cada, exceto nos tratamentos para avaliar a mortalidade dos adultos, o qual foi composto por 5 repetições de 5 indivíduos. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial testando-se os modelos linear e quadrático, sendo selecionado o significativo de maior R². As médias foram comparadas pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade e, para a análise dos dados utilizou-se o sistema de análise estatística (SAS®).

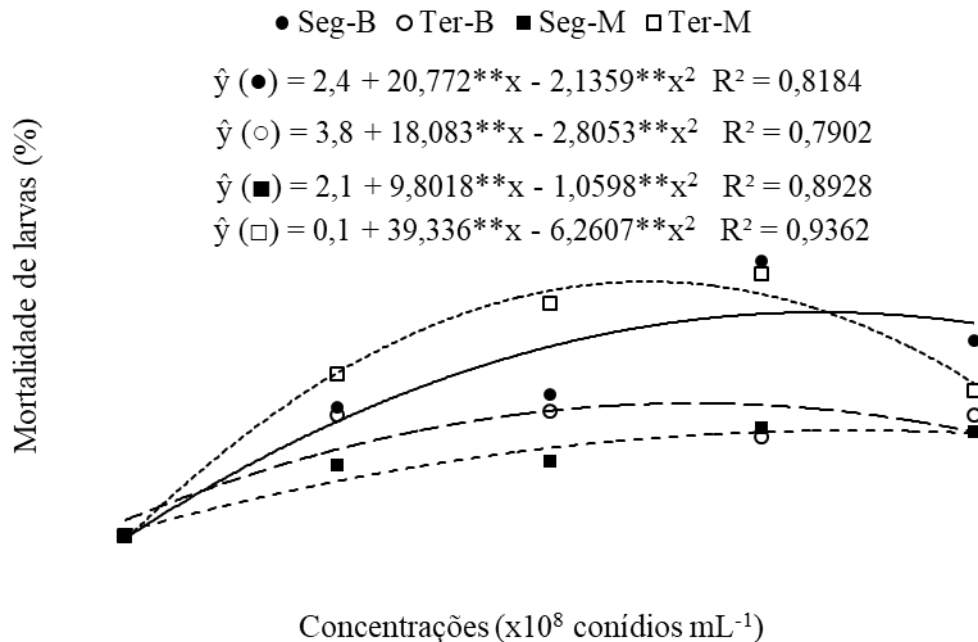
3. Resultados e Discussão

Os isolados de *Metarhizium anisopliae* IDCB425 e *Beauveria bassiana* IDCB66 mostraram-se eficientes às larvas de 2º e 3º instares, pupas e adultos de *Ceratitis capitata* em todas as concentrações testadas.

Na Figura 1, verifica-se aumento na porcentagem de mortalidade de larvas de 2º e 3º instares de *C. capitata* a medida que as suspensões de *M. anisopliae* e *B. bassiana* se tornaram mais concentradas. Calculando-se a derivada, foi constatado mortalidade máxima de

62% na concentração de $3,1 \times 10^8$ conídios mL^{-1} do isolado de *M. anisopliae*, para larvas de 3º ínstar de *C. capitata*.

Figura 1: Mortalidade de larvas (%) de 2º e 3º ínstars de *Ceratitis capitata*, 16 dias após a imersão em suspensões dos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*.



**; * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. Fonte: Autores.

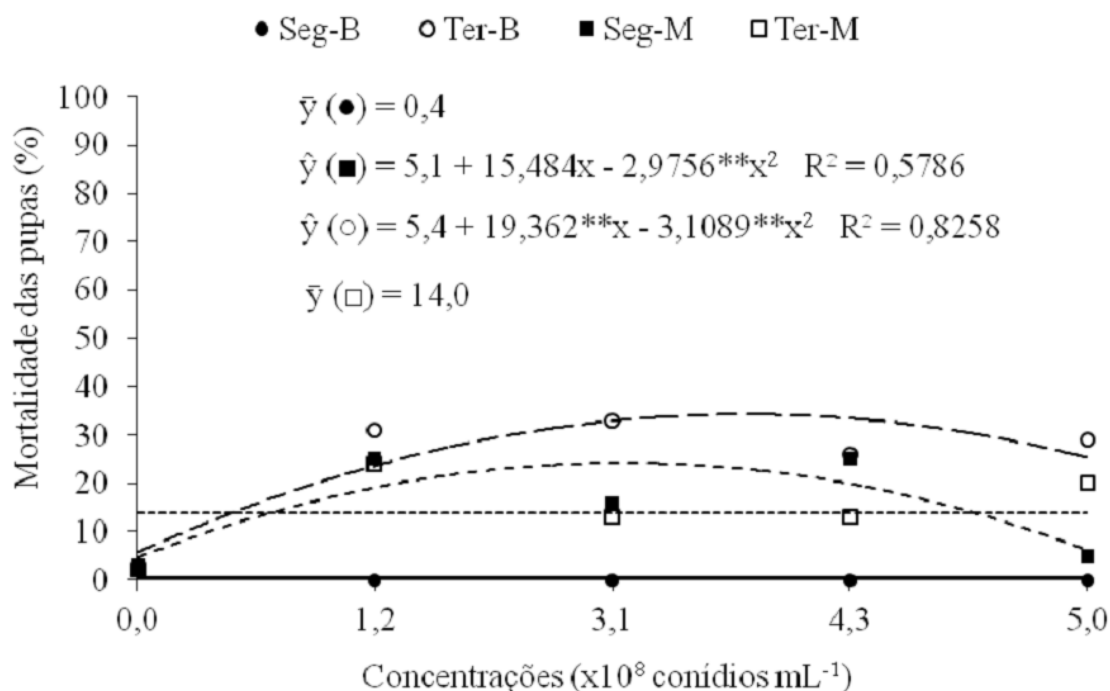
Em um experimento avaliando a virulência do fungo *B. bassiana* sobre ninfas de *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psylloidea), Pinto et al. (2012) constataram que os maiores índices de mortalidade confirmada (96,3 e 96,8%) foram obtidos nas maiores concentrações (5×10^8 e 1×10^9 , respectivamente). Testando a eficiência de isolados de *M. anisopliae* e *B. bassiana* sobre larvas de *Alphitobius diaperins* (Coleoptera: Tenebrionidae) Rohde et al. (2006) observaram que as menores concentrações de 1×10^5 e 1×10^6 conídios mL^{-1} causaram baixa mortalidade, enquanto nas maiores concentrações testadas (1×10^7 , 10^8 e 10^9), as taxas de mortalidade larval foi de até 100 % após 10 dias de inoculação dos isolados.

As larvas de 2º e 3º ínstars de *C. capitata* que sobreviveram á imersão nas suspensões fúngicas e empuparam continuaram sendo avaliadas diariamente até o fim do experimento com a finalidade de se verificar a virulência de *B. bassiana* e *M. anisopliae* sobre o desenvolvimento do inseto. Pois, de acordo com afirmações de Stark e Banks (2003), os efeitos tóxicos não letais devem ser também considerados, uma vez que a exposição á um

determinado produto tóxico pode causar danos significativos ou, ao contrário, os indivíduos sobreviventes não podem mais causar danos e deveriam ser contados como “mortos”.

Após a avaliação destes dados, observou-se que, pupas oriundas de larvas de 2º e 3º ínstaes de *C. capitata* submetidas às suspensões de *B. bassiana* e *M. anisopliae*, respectivamente, não se ajustaram aos modelos de regressão testados, obtendo-se médias de 0,4 e 14,0%, respectivamente. A mortalidade máxima (35%) foi constatada para as pupas obtidas de larvas de 3º ínstar submetidas à concentração de $3,1 \times 10^8$ conídios mL⁻¹ da suspensão do isolado de *B. bassiana*.

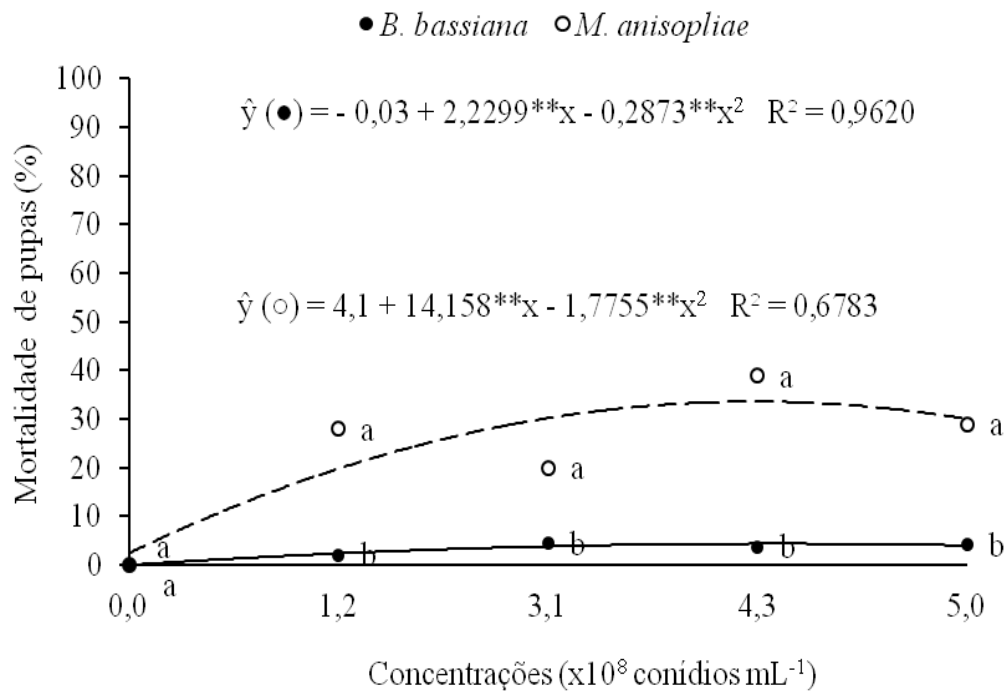
Figura 2: Mortalidade de pupas (%) de *Ceratitis capitata* oriundas de larvas de 2º e 3º ínstaes, 16 dias após a imersão em suspensões dos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*.



**; * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. Fonte: Autores.

Na Figura 3, observou-se aumento do percentual de mortalidade de pupas de *C. capitata*, a medida que a suspensão de ambos os fungos, tornou-se mais concentrada. O percentual de mortalidade de pupas submetidas à suspensão de *M. anisopliae* foi superior àquela verificada nos tratamentos submetidos às concentrações fúngicas de *B. bassiana*. A mortalidade máxima, calculada pela derivada, foi de 33% na concentração de $4,3 \times 10^8$ conídios mL⁻¹ para as pupas imersas em suspensão de *M. anisopliae*.

Figura 3: Mortalidade de pupas (%) de *Ceratitis capitata*, 72 h após a imersão em suspensões de isolados dos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*.



**; * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. Fonte: Autores.

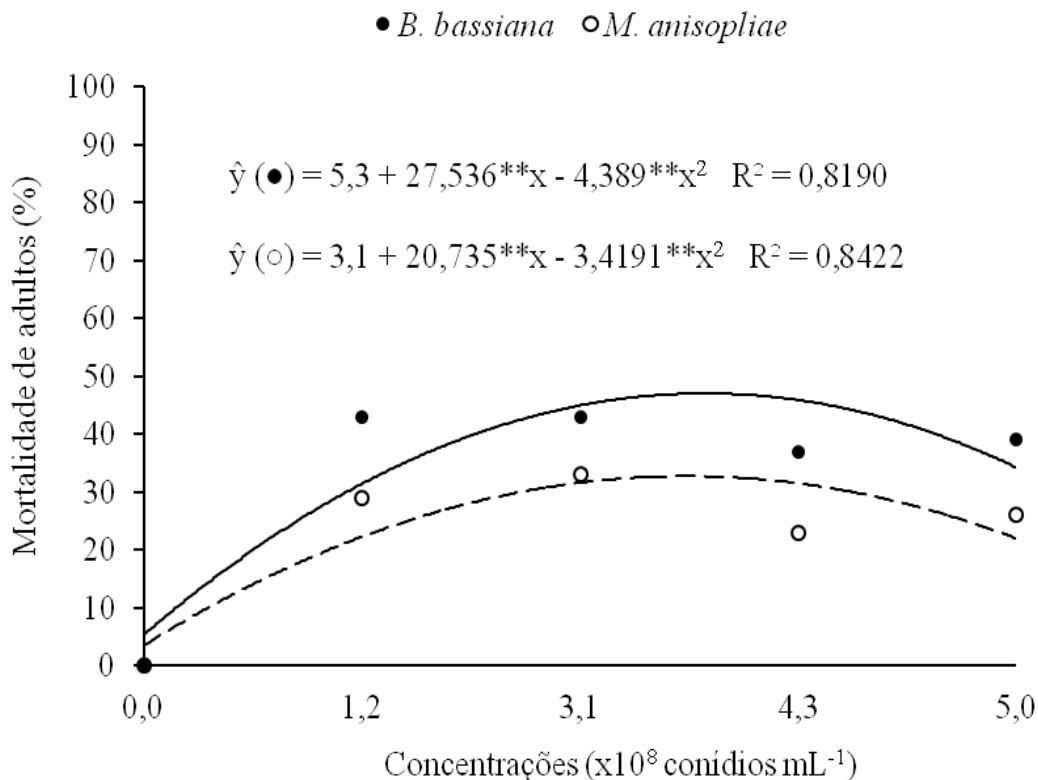
O baixo índice de mortalidade pupal (máximo de 33%) obtida neste estudo, já era previsto, haja vista que, Bissolli *et al* (2009) já haviam verificado baixo índice de mortalidade pupal para a espécie *C. capitata* submetidas a virulência de diferentes isolados de *M. anisopliae* e *B. bassiana*. Este comportamento pode estar associado a uma possível resistência apresentada pelos insetos (Vilcinskas, 2010; 2013), ou a baixa virulência dos isolados. Uma forma de resistência, que pode ocorrer durante e após a penetração dos conídios é encontrada na cutícula do inseto ou exoesqueleto. A epiderme da cutícula do hospedeiro pode conter compostos tóxicos que podem inibir a germinação do conídio, ou ser deficiente em nutrientes necessários ao desenvolvimento do fungo (Ment *et al.*, 2012; 2013), o que a configura, além de uma barreira física, como uma barreira química.

Outra forma de resistência é a melanização, uma resposta imune primitiva ocorrente em alguns hospedeiros, após a infecção (Ment *et al.*, 2012). No presente estudo, foi observado uma porção escura na pleura das larvas após a sua contaminação, provavelmente, resultante de um processo de melanização, e estas larvas resistiram a infecção fúngica.

Em relação à mortalidade de adultos de *C. capitata*, Figura 4, verificou-se um aumento no percentual de indivíduos mortos com o aumento na concentração das suspensões de ambos

os fungos, entretanto *B. bassiana* foi mais virulento causando mortalidade máxima de 48% na concentração de $3,1 \times 10^8$ conídios mL^{-1}

Figura 4: Mortalidade de adultos (%) de *Ceratitis capitata*, 72 h após o borrifamento com suspensões de isolados dos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*.



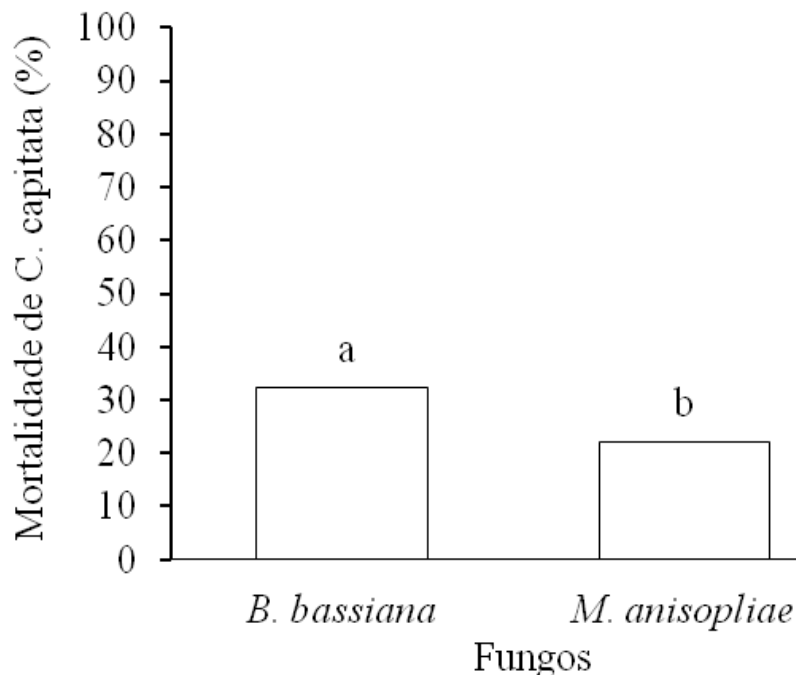
**, * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. Fonte: Autores.

De acordo com relatos de Fargues e Rodrigues-Rueda (1980), de um modo geral, a mortalidade do hospedeiro apresenta correlação positiva com a concentração de conídios.

A alta mortalidade causada por estes fungos pode ser atribuída, em parte, à atuação de enzimas que são liberadas no processo de infecção, as quais quebram as ligações de quitina da cutícula, e as hifas conseguem atravessá-la. Após a germinação do conídio, este se diferencia em uma estrutura unicelular, conhecida como blastósporo, uma forma celular leveduriforme (Schrank et al., 2010). Essas estruturas são importantes na evasão da resposta imune, aquisição de nutrientes, colonização e morte, sendo dispersos passivamente dentro do hospedeiro (Zhang et al., 2009).

Na Figura 5, referente a mortalidade total de indivíduos de *C. capitata*, observa-se diferença estatística significativa em relação a virulência dos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae*, constatando-se maior percentual de mortalidade (32%) causado por *B. bassiana*.

Figura 5: Mortalidade (%) de *Ceratitidis capitata* em função dos isolados dos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*.



Letras iguais não diferem entre si pelo teste F, a 1 e 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Em um estudo com diversas espécies de patógenos, Daniel e Wyss (2009) verificaram que *B. bassiana* foi a que apresentou maior virulência quando testados em *Rhagoletis cerasi* L (Diptera: Tephritidae), uma espécie de moscas-das-frutas. Na espécie *Rhagoletis indifferens* (Diptera: Tephritidae), Cossentine et al. (2010) também verificaram alto índice de mortalidade larval causada por *B. bassiana*.

Larvas de *C. capitata* de 2° e 3° ínstar, pupas e adultos submetidos aos isolados da espécie *B. bassiana* e *M. anisopliae* foram capazes de sobreviver à infecção, uma vez que não apresentaram mortalidade de 100%, como constatado por outros pesquisadores em estudos com outras espécies de insetos (Silva, 2012; Guimarães, 2016).

4. Considerações Finais

O potencial de infecção de *Metarhizium anisopliae* IDCB425 e *Beauveria bassiana* IDCB66 é maior em larvas de 2º e 3º ínstar e de adultos de *C. capitata*, do que em pupas.

A taxa de mortalidade de *C. capitata* aumenta à medida que as suspensões tornam-se mais concentradas, até a dose de $4,3 \times 10^8$ conídios mL⁻¹.

O isolado de *B. bassiana* é mais eficiente à *C. capitata*, que o isolado de *M. anisopliae*.

Agradecimentos

À ASPLAN (Associação dos plantadores de cana-de-açúcar da Paraíba); e ao Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

Referências

Fargues, J., & Rodrigues-Rueda, D. (1980). Sensibilité des larves de *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) aux hyphomycètes entomopathogènes *Nomureae rileyi* et *Paecilomyces fumosoroseus*. *Entomophaga*, 25, 43-54.

Bissolli, G., Correia, A. C. B., & Barbosa, J. C. (2014). Seleção de fungos patogênicos para controle de larvas e pupas da mosca-das-frutas *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Científica*, Jaboticabal, 42(4), 338-345.

Rohde, C., et al. (2006). Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. E *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. contra o cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Neotropical Entomology*, 35(2), 231-240.

Pinto, A. P. F., et al. (2012). Patogenicidade de *Beauveria bassiana* ao psilídeo *Diaphorina citri* e compatibilidade do fungo com produtos fitossanitários. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 47(12), 1673-1680.

Stark, J. D., & Banks, J. E. (2003). Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annual Review of Entomology*, Stanford, 48, 505-519.

Alves, S. B. (1998). Fungos entomopatogênicos. In: Alves, S. B. Controle microbiano de insetos. (2a ed.), Piracicaba: FEALQ, 289-380.

Camargos, M. G. et al. (2011). Moscas frugívoras (Diptera: Lonchaeidae) em cafezais irrigados no norte de Minas Gerais. *Arquivos do Instituto Biológico*, 78(4), 615-617.

Copeland, R., et al. (2002). Indigenous hosts of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Kenya. *Annals of the Entomological Society of America*, 95(6), 672-694.

Cossentine, J., et al. (2010). Susceptibility of preimaginal western cherry fruit fly, *Rhagoletis indifferens* (Diptera: Tephritidae) to *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Clavicipitaceae (Hypocreales). *Journal of Invertebrate Pathology*, New York, 104(2), 105-109.

Daniel, C., & Wyss, E. (2009). Susceptibility of different life stages of the European cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi*, to entomopathogenic fungi. *Journal of Applied Entomology*, Berlin, 133(6), 473-483.

Del Pino, A. (2000). Efecto de factores abióticos y edáficos naturales en el ciclo biológico de *Ceratitis capitata* (Wiedemann)(Diptera: Tephritidae). Diss. *Doctoral thesis*, Universidad Politécnica, Valencia, Spain.

Guimarães, A. G. L. P. (2016). Produção de conídios e enzimas hidrolíticas por *Beauveria Bassiana* (Bals) vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) em diferentes substratos. 2016. 117 f. *Dissertação* (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

Lezama-Gutiérrez, R. et al. (2000). Virulence of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae): laboratory and field trials. *Journal of Economic Entomology*, 93, 1080-1084.

Malavasi, A., et al. (2000). Biogeografia, 93-98. In Malavasi, A., & R. A. Zucchi (eds.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.

Ment, D., et al. (2012). Resistant ticks inhibit *Metarhizium* infection prior to haemocoel invasion by reducing fungal viability on the cuticle surface. *Environmental Microbiology*, 14(6), 1570-1583.

Ment, D., et al. (2013). Role of cuticular lipids and water-soluble compounds in tick susceptibility to *Metarhizium* infection. *Biocontrol Science and Technology*, 23(8), 956-967.

Moino Jr, A., & Alves, S. B. (1997). Determinação de concentrações de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. para o controle de insetos-pragas de grãos armazenados. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 26(1), 15-20.

Montes, S. M. N. M., et al. (2012). Dinâmica populacional e incidência de moscas-das-frutas e parasitoides em cultivares de pessegueiros (*Prunus persica* L. Batsch) no município de Presidente Prudente-SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(2), 402-411.

SAS (Statistical Analysis System) - *SAS User's guide statistics*. (9a ed.) Cary: SAS Institute Inc.; 2004.

Schrank, A., & Vainstein, M. H. (2010). *Metarhizium anisopliae* enzymes and toxins. *Toxicon*, 56(7), 1267-1274.

Silva, R. P. (2012). Patogenicidade de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sobre cupins urbanos. 2012. 32f. *Monografia* (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

Tanaka, S., et al. (1997). Detection of *Cymbidium mosaic* potyvirus and *Odontoglossum ringspot* tobamovirus from Thai orchids by rapid immunofilter paper assay. *Plant disease*, 81(2), 167-170.

Torres, C. A. S., et al. (2010). Infestação de cafeeiros por moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae): espécies associadas e parasitismo natural na região sudoeste da Bahia, Brasil. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*.

Vilcinskas, A. (2010). Coevolution between pathogen-derived proteinases and proteinase inhibitors of host insects. *Virulence*, 1(3), 206-214.

Vilcinskas, A. (2013). Evolutionary plasticity of insect immunity. *Journal of Insect Physiology*, 59(2), 123- 129.

Zhang, C. B., & Xia, Y. X. (2009). Identification of genes differentially expressed in vivo by *Metarhizium anisopliae* in the hemolymph of *Locusta migratoria* using suppression subtractive hybridization. *Current Genetics*, 55(4), 399-407.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Whalamys Lourenço de Araújo – 10%

Mariana Lima do Nascimento – 10%

Carlos Henrique de Brito – 10%

Maria Lúcia Maurício da Silva – 10%

Jacinto de Luna Batista – 10%

Pedro Ivo Palacio Leite – 10%

José Nunes de Oliveira Neto – 10%

Antônio Nunes de Oliveira – 10%

Aline Carla de Medeiros – 10%

Patrício Borges Maracajá – 10%