

Ação de fungos entomopatogênicos em larvas e adultos da mosca do figo *Zaprionus indianus* (Diptera: *Drosophilidae*)

Action of entomopathogenic fungi on the larvae and adults of the fig fly *Zaprionus indianus* (Diptera: *Drosophilidae*)

Virgínia Michelle Svedese^{I*} Ana Paula de Almeida Portela da Silva^{II} Rosineide da Silva Lopes^I
José Ferreira dos Santos^{III} Elza Áurea de Luna Alves Lima^I

RESUMO

A mosca do figo, *Zaprionus indianus*, vem se disseminando no Brasil e causou nos últimos anos perdas de até 50% na produção de figos. Uma alternativa viável de controle desta mosca pode ser a utilização de fungos entomopatogênicos. Este trabalho foi conduzido em laboratório (27±1°C, UR 70±10% e fotoperíodo de 12h) para avaliar a suscetibilidade dos estágios de larva e adulto de *Z. indianus* a cinco concentrações (10⁸ a 10⁴ conídios mL⁻¹) de *B. bassiana* (URM2915; ESALQ447) e *M. anisopliae* (URM3349; URM4403). Não houve mortalidade larval e o período de pré-pupa não sofreu alteração em relação ao grupo controle, já o estágio de pupa foi aumentado em até três dias quando se utilizou *B. bassiana*. A emergência de adultos diminuiu em relação ao grupo controle: 10,6% quando as larvas foram tratadas com a maior concentração de *B. bassiana* URM2916 e 2,0% com *M. anisopliae* URM4403. No bioensaio com adultos, a mortalidade máxima atingiu 98,7% com *B. bassiana* e 100,0% com *M. anisopliae*. Os menores valores da CL₅₀ foram de 1,09x10⁵ conídios mL⁻¹ para *B. bassiana* URM2916 e de 1,94x10⁴ conídios mL⁻¹ para *M. anisopliae* URM4403. O tempo letal médio (TL₅₀) variou de 4,5 a 6,12 dias. Os resultados demonstraram que ambos os fungos são eficientes e mostram ser promissores agentes biocontroladores da mosca do figo, com destaque para *M. anisopliae* URM4403.

Palavras-chave: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, controle biológico, virulência.

ABSTRACT

The "fig fly", *Zaprionus indianus*, has spread by in Brazil and in recent years and has caused losses of up to 50% in the production of figs. A viable alternative to control

this fly may be the use of entomopathogenic fungi such. The present study was developed in laboratory (27±1°C, RH 70±10% and 12h photoperiod), to assess the susceptibility of larval and adult stages of *Z. Indianus* to five concentrations (10⁸ to 10⁴ conidia ml⁻¹) of *B. bassiana* (URM2915; ESALQ447) and *M. anisopliae* (URM3349; URM4403). There was no larval mortality and the pre-pupal period did not change compared with the control group, whereas the pupal stage was increased by up to three days when we used *B. bassiana* URM2916. The emergence of adults decreased compared to the control group and was 10.6% when the larvae were treated with the highest concentration of *B. bassiana* URM2916 and 2.0% for *M. anisopliae* URM4403. In the adult's bioassay, the maximum mortality reached 98.7% with *B. bassiana* and 100.0% with *M. anisopliae*. The lowest LC₅₀ values were 1.09x10⁵ conidia ml⁻¹ for *B. bassiana* URM2916 and 1.94x10⁴ conidia ml⁻¹ for *M. anisopliae* URM4403. The medium lethal time (LT₅₀) ranged from 4.5 to 6.12 days. The results showed that both fungi are efficient and promising biocontrol agents of fig fly, mainly *M. anisopliae* URM4403.

Key words: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, biological control, virulence.

INTRODUÇÃO

A mosca *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: *Drosophilidae*), supostamente de origem africana, tem se disseminado nas últimas décadas pelos trópicos, possivelmente pelo aumento do comércio mundial de frutas (VILELA, 1999). O primeiro registro publicado da ocorrência dessa mosca no continente americano ocorreu no Brasil, no Estado de São Paulo,

^ILaboratório de Controle Biológico, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 50670-901, Recife, PE, Brasil. E-mail: vsvedese@hotmail.com. *Autor para correspondência.

^{II}Biotech® Controle Biológico, Maceió, AL, Brasil.

^{III}Laboratório de Genética Animal, UFPE. Recife, PE, Brasil.

onde adultos foram observados se alimentando e fazendo postura em figos (*Ficus carica* L.) e, por isso, recebeu a denominação de mosca do figo (VILELA, 2001). Depois do primeiro registro, foi encontrada em outras áreas da América do Sul (DE TONI et al., 2001; GOÑI et al., 2001; SANTOS et al., 2003; TIDON et al., 2003), América Central e América do Norte (VAN DER LINDE et al., 2006), mostrando sua grande capacidade de disseminação. Após seu aparecimento no Brasil, devido às condições favoráveis, esta mosca atingiu o status de praga na principal área produtora de figos do Estado de São Paulo, causando perdas na lavoura de até 50% da produção (AGROFOLHA, 2011).

O uso exclusivo de inseticidas, além de aumentar o custo da produção, inviabiliza a exportação dos frutos e mostra-se ineficaz contra *Z. indianus*, o que exige a adoção de diferentes técnicas de combate dessa praga (RAGA et al., 2006). Uma alternativa viável é o controle biológico utilizando fungos entomopatogênicos, pois eles podem infectar diferentes estágios de desenvolvimento do hospedeiro, como ovos, larvas, pupas e adultos, sendo esta característica desejável e peculiar desse grupo (ONOFRE et al., 2002). Dentre os entomopatogênicos, destacam-se *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin e *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin que vêm sendo utilizados com sucesso no controle de pragas, tanto no Brasil como em outros países (ALVES, 1998). Trabalhos sobre a ação desses fungos contra diferentes espécies de dípteros mostraram resultados promissores para seu emprego em programas de controle biológico (EKESI et al., 2002; DIMBI et al., 2003; KONSTANTOPOULOU & MAZOMENOS, 2005; SCHOLTE et al., 2006; COSENTINE et al., 2010), o que sugere que *Z. indianus* também pode ser suscetível a estes entomopatogênicos.

A mosca das frutas, *Ceratitis capitata* Wiedemann, uma das mais destrutivas pragas da fruticultura mundial, mostrou-se suscetível a *B. bassiana* e a *M. anisopliae*. Os percentuais de mortalidade variaram de 38 a 100%, quando tratadas com *B. bassiana*, e de 15 a 95%, quando expostas a *M. anisopliae*, demonstrando a variabilidade natural existente entre as linhagens de uma mesma espécie e reforçando a necessidade de bioensaios de patogenicidade para a seleção de linhagens fúngicas mais eficientes (QUESADA-MORAGA, 2006).

Este é o primeiro trabalho que visa a avaliar o efeito dos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae*, aplicados em diferentes concentrações de conídios, nas fases de larva e de adulto de *Z. indianus*, de modo a oferecer importantes informações para o controle biológico desta mosca.

MATERIAL E MÉTODOS

Linhagens fúngicas e hospedeiro utilizado

Foram utilizadas *B. bassiana* (*sensu lato*) URM2916 e ESALQ447 (linhagem padrão) e *M. anisopliae* (*sensu lato*) URM3349 e URM4403. Todas as linhagens foram provenientes da Coleção de Culturas da Micoteca URM, do Departamento de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

A mosca utilizada (*Z. indianus*) foi coletada em Vila Velha Itamaracá/PE e foram cedidas pelo Laboratório de Genética Animal da UFPE. As moscas são mantidas a aproximadamente 25°C, em dieta específica para drosofilídeos, à base de banana e extrato de levedura, conforme a metodologia de SANTOS et al. (2003).

Bioensaios

Para obtenção das suspensões fúngicas, as linhagens foram cultivadas em meio de Batata-Dextrose-Ágar (BDA) durante 12 dias, sendo, em seguida, inoculadas em arroz cozido e autoclavado, conforme metodologia de VILAS BOAS et al. (1996).

Os bioensaios com larvas e adultos de *Z. indianus* foram realizados em condições controladas de temperatura (26±1°C), umidade (70%±10UR e) e fotofase de 12h, com seis diferentes tratamentos, sendo cinco formados pelas suspensões fúngicas nas concentrações de 10⁴, 10⁵, 10⁶, 10⁷, 10⁸ conídios mL⁻¹, e um grupo-controle constituído pelo veículo da suspensão de conídios. Para cada tratamento foram feitas três repetições e utilizadas 50 larvas/adultos em cada repetição, totalizando 900 larvas e 900 adultos.

Na infecção larval, grupos de 10 larvas de 3^o instar foram imersos em 3mL das suspensões fúngicas, durante 10 segundos. Em seguida, as larvas foram secas em papel filtro para retirada do excesso da suspensão e transferidas para recipientes transparentes (10cmx5cm), vedados com espuma e contendo dieta específica para drosofilídeos, nos quais foram colocadas 10 larvas em cada vidro. Foram feitas observações diárias, durante 14 dias, para análise dos seguintes parâmetros biológicos: período de pré-pupa, estágio pupal e percentual de emergência de adultos.

Na infecção dos adultos, grupos de 10 insetos foram imobilizados durante 10 segundos em éter e pulverizados com pulverizador manual De Vilbiss® n^o 15, contendo 1mL das suspensões fúngicas. Após o tratamento, as moscas foram mantidas em recipientes iguais aos das larvas com dieta específica. As observações foram feitas diariamente, durante 12 dias, para análise da morte acumulativa.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado para todos os experimentos. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade

de Shapiro-Wilk e à análise de variância, utilizando o teste F (ANOVA) (Programa STATISTIX na versão 7.0) e, em seguida, as médias foram comparadas pelo Teste de Duncan (Programa SAEG na versão 5.0) a 5% de probabilidade. A análise de Probit foi utilizada para obtenção dos valores da CL_{50} e do TL_{50} (após tratamento com a suspensão de 1×10^8 conídios mL^{-1}), através do Programa POLO PC.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* sobre larvas de *Zaprionus indianus*

O período de pré-pupa da mosca, a partir de larvas infectadas, variou de um a dois dias quando tratadas com *B. bassiana* URM2916 e de 1,3 a 1,6 dias com *B. bassiana* ESALQ447 e não diferiu estatisticamente do grupo controle. Já o estágio de pupa variou de seis a nove dias, sendo que apenas na concentração de 10^8 conídios mL^{-1} este período diferiu significativamente dos demais tratamentos quando *B. bassiana* URM2916 foi utilizado (Tabela 1). Em experimentos realizados por COSENTINE et al. (2010), larvas e pupas da mosca da cereja *Rhagoletis indifferens* Curran (Diptera: *Tephritidae*) foram expostas a *B. bassiana* misturada ao solo e os resultados mostraram que cerca de 80% larvas e 20%

Tabela 1 - Efeito de *Beauveria bassiana* em parâmetros biológicos do ciclo de vida de *Zaprionus indianus*, após aplicação de suspensões de conídios, em várias concentrações, nos estágios de larva e adulto.

Estágios infectados	Parâmetros biológicos avaliados	Concentrações das suspensões (conídios mL^{-1})	-----Linhagens-----	
			URM2916	ESALQ447
Larva	Pré-pupa (dias)	10^4	1,06 (A,a)	1,33 (A,a) ¹
		10^5	1,46 (A,a)	1,40 (A,a)
		10^6	1,4 (A,a)	1,5 (A,a)
		10^7	1,9 (A,a)	1,5 (A,a)
		10^8	2,0 (A,a)	1,6 (A,a)
		Controle	1,0 (A,a)	1,0 (A,a)
	CV (%) = 14,471			
	Estágio pupal (dias)	10^4	6,1 (B,a)	6,1 (B,a)
		10^5	6,2 (B,a)	6,2 (B,a)
		10^6	6,6 (B,ab)	6,2 (B,a)
		10^7	6,9 (B,ab)	6,3 (B,a)
		10^8	9,0 (A,b)	8,0 (A,ab)
		Controle	6,0 (B,a)	6,0 (B,a)
	CV (%) = 8,273			
	Emergência de adultos (%)	10^4	57,3 (A,a)	53,3 (A,a)
10^5		51,3 (BC,a)	52,0 (A,a)	
10^6		44,0 (C,a)	39,3 (B,a)	
10^7		40,6 (CD,a)	40,6 (B,a)	
10^8		10,6 (D,a)	13,3 (C,a)	
Controle		97,5 (E,a)	97,5 (D,a)	
CV (%) = 10,667				
Adulto	Mortalidade de adultos (%)	10^4	52 (A,a)	37,3 (A,b)
		10^5	63,3 (A,ab)	56,6 (B,a)
		10^6	64 (A,ab)	68 (CD,a)
		10^7	92,66 (B,a)	74 (D,b)
		10^8	98,66 (B,a)	88,7 (E,b)
		Controle	9,6 (C,a)	9,6 (F,a)
CV (%) = 7,886				

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada parâmetro avaliado, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($P \geq 0,05$).

CV: coeficiente de variação

das pupas foram suscetíveis ao fungo. Por outro lado, larvas e pupas de outras espécies de moscas das frutas, pertencentes à família *Tephritidae*, não se mostraram suscetíveis a *B. bassiana* (DE LA ROSA et al., 2002; DIMBI et al., 2003). CASTRILLO et al. (2008) também observaram que este fungo não teve efeito sobre pupas de *Scatella tenuicosta* Collin (Diptera: *Ephydriidae*). Apesar de algumas linhagens não obterem sucesso na infecção dos estágios iniciais de desenvolvimento dos dípteros, os resultados encontrados revelam que *B. bassiana* URM2916 é potencialmente eficiente para ser usado nestes estágios da mosca do figo.

O aumento na concentração de *B. bassiana* esteve associado com a diminuição da emergência dos adultos, e este resultado foi observado nas duas linhagens (Tabela 1). O percentual médio de emergência das moscas após 14 dias variou de 57,3 a 10,6% quando expostas à *B. bassiana* URM2916 e de 53,3 a 13,3% com *B. bassiana* ESALQ447, não apresentando diferença estatística significativa entre as linhagens testadas. ALMEIDA et al. (2007) demonstraram que a emergência de adultos de *C. capitata* foi reduzida a 6,4% quando tratadas com 5×10^8 conídios mL⁻¹ de *B. bassiana*, contudo ao utilizarem concentrações menores, a emergência não diferiu do controle.

Quando as larvas foram infectadas com *M. anisopliae*, o período de pré-pupa ficou entre 1,12 e 2,02 dias sem diferença significativa em relação ao grupo controle (1,3 dias) e entre as concentrações utilizadas. As linhagens de *M. anisopliae* utilizadas no presente estudo também não causaram mudanças significativas no estágio pupal (Tabela 2). Embora o fungo não tenha agido nesses estágios, de acordo com DARWISH & ZAYED (2002), os efeitos da infecção em larvas podem ser demonstrados em estágios posteriores, como na redução da emergência de adultos.

Como se observa na tabela 2, as duas linhagens de *M. anisopliae* reduziram significativamente a emergência de adultos de *Z. indianus*, em relação ao grupo controle, não sendo observadas diferenças estatísticas entre as linhagens, exceto na concentração de 10^4 conídios mL⁻¹. Na concentração de 1×10^8 conídios mL⁻¹, menos de 3% dos insetos emergiram, confirmando assim a potencialidade das duas linhagens para o controle das larvas de *Z. indianus*. Estudos em laboratório mostraram que uma alta concentração de conídios (1×10^8 conídios mL⁻¹) de *M. anisopliae* é necessária para diminuir a emergência de *C. capitata* (ALVES et al., 2004).

Ação de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* sobre adultos de *Zaprionus indianus*

A mortalidade variou de 52 a 98,66%, quando tratados com *B. bassiana* URM2916, e de 37,3 a 88,7%, quando se utilizou *B. bassiana* ESALQ447,

sendo que a mortalidade do grupo controle não excedeu 10% (Tabela 1). Houve diferença significativa entre as linhagens na maioria das concentrações utilizadas, em que *B. bassiana* URM2916 causou mortalidade superior a *B. bassiana* ESALQ447. KONSTANTOPOULOU & MAZOMENOS (2005) testaram a virulência de *B. bassiana* e de *Beauveria brongniartii* (Saccardo) Petch sobre adultos da mosca da oliveira *Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera: *Tephritidae*) e *C. capitata*. Os bioensaios revelaram que apenas *B. bassiana* causou alta mortalidade de *B. oleae*, contudo *C. capitata* foi suscetível as duas espécies de *Beauveria*. MAHMOUD (2009) também avaliou a ação de *B. bassiana* e *M. anisopliae* contra adultos de *B. oleae* sob condições de laboratório. A mortalidade causada por esses fungos, após 20 dias de tratamento, foi de 60,8 e 39,2%, respectivamente.

Quando os adultos foram tratados com *M. anisopliae* URM3349, a mortalidade variou de 40,67 a 100% e não houve diferença estatística entre as concentrações a partir de 10^7 conídios mL⁻¹; quando tratados com *M. anisopliae* URM4403 a mortalidade variou de 52,67 a 100%, sendo esta última linhagem a que causou as maiores taxas de mortalidade nas diferentes concentrações (Tabela 2). Resultados promissores foram obtidos por MIGIRO et al. (2010), ao estudarem o efeito de *M. anisopliae* sobre adultos de *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: *Agromyzidae*), díptero responsável por grandes perdas na produção de hortaliças. Os autores observaram que a melhor linhagem foi capaz de causar 100% de mortalidade, sugerindo o uso deste fungo em programas de controle biológico desta praga.

O valor da CL₅₀ para *B. bassiana* URM2916 foi de $1,09 \times 10^5$ e de $3,8 \times 10^6$ conídios mL⁻¹ para *B. bassiana* ESALQ447, confirmando que a primeira linhagem foi mais virulenta. Já para *M. anisopliae* URM3349 a CL₅₀ foi de $1,64 \times 10^5$ conídios mL⁻¹ e de $1,94 \times 10^4$ conídios mL⁻¹ para *M. anisopliae* URM3349 (Tabela 3). Os valores de χ^2 revelaram a homogeneidade dos dados para a equação de regressão e, considerando os valores entre os intervalos de confiança, *Z. indianus* foi suscetível às linhagens testadas, porém a linhagem *M. anisopliae* URM4403 foi mais efetiva, apresentando menor CL₅₀.

As diferenças na virulência entre as linhagens de *B. bassiana* foram confirmadas pelos valores do TL₅₀. Na concentração de 10^8 conídios mL⁻¹, o TL₅₀ foi de 5,3 dias para *B. bassiana* URM2916 e de 6,1 dias para *B. bassiana* ESALQ447 (Tabela 4). Em laboratório, formulações contendo elevadas concentrações de conídios (10^9 conídios g⁻¹) de *B. bassiana* provocaram mortalidade de 98,7% de adultos de *Anastrepha ludens* (Loew), apresentando um TL₅₀

Tabela 2 - Efeito de *Metarhizium anisopliae* em parâmetros biológicos do ciclo de vida de *Zaprius indianus*, após aplicação de suspensões de conídios, em várias concentrações, nos estágios de larva e adulto.

Estágios infectados	Parâmetros biológicos avaliados	Concentrações das suspensões (conídios mL ⁻¹)	Linhagens	
			URM3349	URM4403
Larva	Pré-pupa (dias)	10 ⁴	1,68 (A,a) ¹	1,12 (A,a)
		10 ⁵	1,60 (A,a)	1,23 (A,a)
		10 ⁶	1,78 (A,a)	1,33 (A,a)
		10 ⁷	1,70 (A,a)	1,53 (A,a)
		10 ⁸	2,02 (A,a)	1,50 (A,a)
		Controle	1,30 (A,a)	1,30 (A,a)
	CV (%) = 14,395			
	Estágio pupal (dias)	10 ⁴	5,22 (A,a)	5,27 (A,a)
		10 ⁵	5,32 (A,a)	5,47 (A,a)
		10 ⁶	5,58 (A,a)	6,20 (A,a)
		10 ⁷	5,77 (A,a)	6,27 (A,a)
		10 ⁸	6 (A,a)	6,33 (A,a)
		Controle	5,93 (A,a)	5,93 (A,a)
	CV (%) = 10,363			
	Emergência de adultos (%)	10 ⁴	70,67 (C,a)	54 (D,b)
		10 ⁵	42,67 (B,a)	46,67 (CD,a)
		10 ⁶	13,33 (A,ab)	31,33 (C,a)
		10 ⁷	14,67 (A,ab)	18,00 (B,a)
		10 ⁸	2,67 (A,a)	2,00 (A,a)
		Controle	97,33 (D,a)	97,33 (E,a)
CV (%) = 8,668				
Adulto	Mortalidade de adultos (%)	10 ⁴	40,67 (B,a)	52,67 (C,a)
		10 ⁵	55,33 (B,a)	71,33 (B,a)
		10 ⁶	59,33 (B,a)	86,67 (AB,a)
		10 ⁷	83,33 (A,a)	100 (A,a)
		10 ⁸	100 (A,a)	100 (A,a)
		Controle	10,67 (C,a)	10,67 (D,a)
CV (%) = 12,888				

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e letras minúscula na linha, dentro de cada parâmetro avaliado, não diferem entre si, pelo teste de Duncan (P ≥ 0,05).

CV: coeficiente de variação.

Tabela 3 - Concentração letal (CL₅₀) (conídios mL⁻¹) das linhagens de *Beauveria bassiana* (URM2916 e Esalq447) e *Metarhizium anisopliae* (URM3349 e URM4403) aplicadas em adultos de *Zaprius indianus*

Linhagens	CL ₅₀ (IC) ^(a)	Equação de regressão	χ ² ^(b)
URM2916	1,09 × 10 ⁵ (0,28 × 10 ⁴ - 6,6 × 10 ⁵)	Y = 2,785 + 0,4396 * logx	5,13
ESALQ447	3,8 × 10 ⁶ (1,4 × 10 ⁵ - 8 × 10 ⁷)	Y = 1,3934 + 0,5477 * logx	6,19
URM3349	1,64 × 10 ⁵ (0,19 × 10 ⁴ - 1,14 × 10 ⁶)	Y = 2,198 + 0,537 * logx	8,01
URM4403	1,94 × 10 ⁴ (0,67 × 10 ⁴ - 0,41 × 10 ⁵)	Y = 1,914 + 0,719 * logx	2,90

^(a) Intervalo de confiança a 95%.

^(b) Calculado pelo Probit.

Tabela 4 - Tempo letal médio (TL₅₀) (dias) das linhagens de *Beauveria bassiana* (URM2916 e ESALQ447) e *Metarhizium anisopliae* (URM3349 e URM4403) após aplicação de 1x10⁸ conídios mL⁻¹ em adultos de *Zaprionus indianus*.

Linhagens	TL ₅₀ e IC ^(a) (dias)	Equação de regressão	χ ² ^(b)
URM2916	5,33 (4,80-5,84)	1,3218+5,061*logX	17,95
ESALQ447	6,12 (5,51-6,45)	1,8529+4,113*logX	26,7
URM3349	5,5 (5,8-6,74)	1,2129+3,881*logX	26,2
URM4403	4,5 (3,8-5,3)	2,6535+2,310*logX	15,9

^(a) Intervalo de confiança a 95%.

^(b) Calculado pelo Probit

de 4,2 dias (TOLEDO et al., 2007). Para *M. anisopliae* URM3349, o TL₅₀ foi de 5,5 dias, já *M. anisopliae* URM4403 apresentou tempo letal de 4,5 dias (Tabela 4), demonstrando que esta última linhagem foi a mais eficiente. Diferenças entre os tempos letais é uma ferramenta bastante utilizada na seleção de linhagens, pois é interessante que o fungo mate rapidamente seus hospedeiros (LOHMEYER & MILLER, 2006).

CONCLUSÃO

Os fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* afetam negativamente o desenvolvimento da mosca do figo. As linhagens avaliadas são potencialmente virulentas aos adultos de *Z. indianus*, causando elevadas taxas de mortalidade, principalmente nas maiores concentrações, destacando *M. anisopliae* URM4403 e *B. bassiana* URM2916 como as mais eficientes, pois além da alta mortalidade apresentam CL₅₀ e TL₅₀ menores. Esses fungos possuem potencial para utilização em programas de controle biológico da mosca do figo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB), pelo suporte financeiro, e ao Dr. Venézio dos Santos, pelo auxílio nas análises estatísticas.

REFERÊNCIAS

AGROFOLHA. Mosca-do-figo traz prejuízo de R\$ 2 milhões em Valinhos. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/portal/icaNoticiaAberta.asp?idNoticia=1547>>. Acesso em: 14 jul. 2011.

ALMEIDA, J.E.M. et al. Pathogenicity of the entomopathogenic fungi and nematode on medfly *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: *Tephritidae*). *BioAssay*, v.2, p.1-7, 2007. Disponível em: <<http://www.bioassay.org.br/vol2.php>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

ALVES, S.B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S.B. *Controle microbiano de insetos*. Piracicaba: FEALQ, 1998. Cap.11, p.289-381.

ALVES, S.B. et al. Avaliação de fungos entomopatogênicos para *Ceratitis capitata*. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia*, v.72, p.31-38, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882010000200006&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 21 ago. 2011.

CASTRILLO, L.A. et al. Molecular characterization and comparative virulence of *Beauveria bassiana* isolates (Ascomycota: *Hypocreales*) associated with the greenhouse shore fly, *Scatella tenuicosta* (Diptera: *Ephydriidae*). *Biological Control*, v.45, p.154-162, 2008. Disponível em: <<http://ddr.nal.usda.gov/bitstream/.../IND44029437.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2011. doi:10.1016/j.biocontrol.2007.10.010.

COSENTINE, J. et al. Susceptibility of preimaginal western cherry fruit fly, *Rhagoletis indifferens* (Diptera: *Tephritidae*) to *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin *Clavicipitaceae* (*Hypocreales*). *Journal of Invertebrate Pathology*, v.104, p.105-109, 2010. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1603/0022-0493-99.6.1955?journalCode=ecen>>. Acesso em: 12 nov. 2011. doi: 10.1603/0022-0493-99.6.1955.

DARWISH, E.; ZAYED, A. Pathogenicity of two entomopathogenic hyphomycetes, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, to the housefly *Musca domestica*. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, v.32, p.785-796, 2002. Disponível em: <<http://www.mendeley.com/research/selective-isolation-of-the-entomopathogenic-fungi-beauveria-bassiana-and-metarhizium-anisopliae-from-an-artificial-potting-medium/>>. Acesso em: 05 set. 2011.

DE LA ROSA, W. et al. *Beauveria bassiana* as a pathogen of the Mexican fruit fly (Diptera: *Tephritidae*) under laboratory conditions. *Journal of Economic Entomology*, v.95, p.36-43, 2002. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1603/0022-0493-95.1.36?journalCode=ecen>>. Acesso em: 31 jan. 2012. doi: <http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493-95.1.36>.

DE TONI, D.C. et al. First register of *Zaprionus indianus* (Diptera: *Drosophilidae*) in the state of Santa Catarina. *Biotemas*, v.14, p.71-85, 2001. Disponível em: <<http://www.drosophilideos.ufsc.br/artigos/zaprionusind.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2011.

DIMBI, S.P. et al. Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin and *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin,

- to three adult fruit fly species: *Ceratitidis capitata* (Weidemann), *C. rosa* var. *fasciventris* Karsch and *C. cosyra* (Walker) (Diptera: *Tephritidae*). *Mycopathologia*, v.156, p.375-382, 2003. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/v575071254702645/>>. Acesso em: 27 set. 2011. doi: 10.1023/B:MYCO.0000003579.48647.16.
- EKESI, S. et al. Mortality in three african tephritid fruit fly puparia and adults caused by the entomopathogenic fungi, *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. *Biocontrol Science and Technology*, v.12, p.7-17, 2002. Disponível em: <http://pubget.com/search?q=issn%3A0958-3157+vol%3A12+issue%3A1&from=pgtmp_17bc426c67a84341f3659c688b0cb2ec>. Acesso em: 28 mar. 2011. doi: 10.1080/09583150120093077.
- GOÑI, B. et al. First record of *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera: *Drosophilidae*) in southern localities of Uruguay. *Drosophila Information Service*, v.84, p.61-64, 2001. Disponível em: <<http://www.ou.edu/journals/dis/DIS84/index.html>>. Acesso em: 19 ago. 2011.
- KONSTANTOPOULOU, M.A.; MAZOMENOS, B.E. Evaluation of *Beauveria bassiana* and *B. brongniartii* strains and four wild-type fungal species against adults of *Bactrocera oleae* and *Ceratitidis capitata*. *BioControl*, v.50, p.293-305, 2005. Disponível em: <<http://www.mendeley.com/research/evaluation-beauveria-bassiana-b-brongniartii-strains-wildtype-fungal-species-adults-bactrocera-oleae-ceratitidis-capitata-3/>>. Acesso em: 13 jul. 2011. doi: doi.org/10.1007/s10526-004-0458-4.
- LOHMEYER, K.H.; MILLER, J.A. Pathogenicity of three formulations of entomopathogenic fungi for control of adult *Haematobia irritans* (Diptera: *Muscidae*). *Journal of Economic Entomology*, v.99, p.1943-1947, 2006. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1603/0022-0493-99.6.1943>>. Acesso em: 13 jul. 2011. doi: <http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493-99.6.1943>.
- MAHMOUD, F.M. Pathogenicity of three commercial products of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Lecanicillium lecanii* against adults of olive fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: *Tephritidae*) in the laboratory. *Plant Protection Science*, v.45, p.98-102, 2009. Disponível em: <<http://www.agriculturejournals.cz/web/paps.htm?volume=45&type=volume>>. Acesso em: 21 ago. 2011.
- MIGIRO, L.N. et al. Pathogenicity of entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* (Hypocreales: *Clavicipitaceae*) isolates to the adult pea leafminer (Diptera: *Agromyzidae*) and prospects of an autoinoculation device for infection in the field. *Environmental Entomology*, v.39, p.468-75, 2010. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/pdf/10.1603/EN09359>>. Acesso em: 05 out. 2011. doi: 10.1603/EN09359.
- ONOFRE, S.B. et al. Controle biológico de pragas na agropecuária por meio de fungos entomopatogênicos. In: SERAFINI, L.A. et al. *Biocologia: avanços na agricultura e na agroindústria*. Caxias do Sul: EDUCS, 2002. Cap.8, p.295-328.
- QUESADA-MORAGA, E. et al. Laboratory evaluation of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against puparia and adults of *Ceratitidis capitata* (Diptera: *Tephritidae*). *Journal of Economic Entomology*, v.99, p.1955-1966, 2006. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1603/0022-0493-99.6.1955>?journalCode=ecen>. Acesso em: 08 set. 2011. doi: <http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493-99.6.1955>.
- RAGA, A. et al. Eficácia de atrativos alimentares na captura de moscas-das-frutas em pomar de citros. *Bragantia*, v.65, p.337-345, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=0006-870520060002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 15 out. 2011.
- SANTOS, J.F. et al. Colonization of northeast region of Brazil by the drosophilid flies *Drosophila malerkotliana* and *Zaprionus indianus*, a new potential pest for Brazilian fruit culture. *Drosophila Information Service*, v.86, p.92-95, 2003. Disponível em: <<http://www.ou.edu/journals/dis/DIS84/index.html>>. Acesso em: 15 out. 2011.
- SCHOLTE, E.J. et al. Infection of the malaria mosquito *Anopheles gambiae* with the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* reduces blood feeding and fecundity. *Journal of Invertebrate Pathology*, v.91, p.43-49, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002220110500217X>>. Acesso em: 10 set. 2011. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2005.10.006>.
- TIDON, R. et al. Impact of the colonization of *Zaprionus* (Diptera: *Drosophilidae*) indifferent ecosystems of the Neotropical Region: 2 years after the invasion. *Biological Conservation*, v.112, p.299-305, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/00063207/112/3>>. Acesso em: 05 out. 2011. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00322-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00322-1).
- TOLEDO, J. et al. Horizontal transmission of *Beauveria bassiana* in *Anastrepha ludens* (Diptera: *Tephritidae*) under laboratory and field cage conditions. *Journal of Economic Entomology*, v.100, p.291-297, 2007. Disponível em: <[http://www.bioone.org/doi/abs/10.1603/00220493\(2007\)100%5B291:HTOBB1%5D2.0.CO%3B2](http://www.bioone.org/doi/abs/10.1603/00220493(2007)100%5B291:HTOBB1%5D2.0.CO%3B2)>. Acesso em: 15 nov. 2011. doi: [http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493\(2007\)100\[291:HTOBB1\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493(2007)100[291:HTOBB1]2.0.CO;2).
- VAN DER LINDE, K. et al. First records of *Zaprionus indianus* (Diptera: *Drosophilidae*), a pest species on commercial fruits from Panama and the United States of America. *Florida Entomologist*, v.89, p.402-404, 2006. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1603/00220493%282007%29100%5B291:HTOBB1%5D2.0.CO%3B2>>. Acesso em: 11 out. 2011. doi: [http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493\(2007\)100\[291:HTOBB1\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493(2007)100[291:HTOBB1]2.0.CO;2).
- VILAS BOAS, A.M. et al. Diversificação de meios de cultura para produção de fungos entomopatogênicos. *Arquivo de Biologia e Tecnologia*, v.39, p.123-128, 1996. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=1516891320010004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 ago. 2011.
- VILELA, C.R. Is *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera: *Drosophilidae*) currently colonizing the Neotropical Region? *Drosophila Information Service*, v.82, p.37-39, 1999. Disponível em: <<http://www.ou.edu/journals/dis/>>. Acesso em: 23 set. 2011.
- VILELA, C.R. et al. Mosca-africana-do-figo, *Zaprionus indianus* (Diptera: *Drosophilidae*). In: _____. *Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, 2001. Cap.4, p.48-51.