

Aplicação de *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Clavicipitaceae) para o controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar sob condições de campo

Application of *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Clavicipitaceae) for the control of *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) in sugar cane under field conditions

Aplicación de *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Clavicipitaceae) para el control de *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) en caña de azúcar en condiciones de campo

Recebido: 01/06/2020 | Revisado: 10/06/2020 | Aceito: 22/06/2020 | Publicado: 04/07/2020

Maria Eliete Barbosa de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6854-398X>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: lucieliete@hotmail.com

Elisângela de Souza Loureiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9708-3775>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: elisangela.loureiro@ufms.br

Alessandra Fequetia Freitas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0257-7829>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: a_ffreitas@yahoo.com.br

Anderson Souza de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0895-009X>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: souzaalmeida1@yahoo.com.br

Luis Gustavo Amorim Pessoa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4646-062X>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: luis.pessoa@ufms.br

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficiência dos isolados IBCB 425, IBCB 348, UFGD 22 e UFGD 28 de *Metarhizium anisopliae* para o controle de *Mahanarva fimbriolata*, na cultura da cana de açúcar, em condições de campo. O delineamento experimental foi por blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Foram aplicados 2 Kg ha⁻¹ de arroz + fungo esporulado com concentração de $1,0 \times 10^{12}$ com viáveis ha⁻¹. As avaliações foram realizadas aos 15, 30, 60, 90, 120 dias após a aplicação, observando-se o número de ninfas e adultos vivos, parasitados e mortos não parasitados. Verificou-se que decorridos 15 dias da aplicação dos tratamentos encontravam-se insetos infectados. Observou-se maior eficiência para o IBCB 425 com 72,2% para ninfas e de 83,3% para adultos. O isolado UFGD 28 promoveu o menor número de ninfas por metro linear (3,7), com eficiência de 66,3%. No tratamento com aplicação do isolado IBCB 425 foi encontrado 0,7 adulto por metro linear e 70,0% de eficiência, 60 dias após a pulverização. A densidade populacional de ninfas e adultos diminuíram, 120 dias após a pulverização, ficando abaixo do nível de dano econômico (4 ninfas/metro linear), em decorrência da baixa precipitação ocorrida no período. O isolado UFGD 22 apresentou menor população de ninfas (1,5) e de adultos (0,8) por metro linear, com eficiência de controle de 85,9 e 75,0% para ninfas e adultos, respectivamente. O isolado IBCB 425 foi mais eficaz causando, em média, 97,9% de parasitismo para ninfas e 91,3% de parasitismo para os adultos, demonstrando o poder residual, decorridos 120 dias da aplicação.

Palavras-chave: Insetos; Cigarrinha da cana-de-açúcar; Fungos entomopatogênicos; Controle Microbiano

Abstract

The objective of this research was to evaluate the efficiency of strains IBCB 425, 348 IBCB, UFGD 22 and UFGD 28 of *Metarhizium anisopliae* to control *Mahanarva fimbriolata*, in the culture of sugar cane, in field conditions. The experimental design was a randomized block with five treatments and four replications. Were applied 2 Kg ha⁻¹ of rice + fungus sporulated with a concentration of 1.0×10^{12} viable conidia ha⁻¹. Evaluations were performed at 15, 30, 60, 90, 120 days after application, noting the number of nymphs and adults live, infected and killed not parasitized. It was found that within fifteen days of the treatments were infected insects. There was greater efficiency for IBCB 425 with 72.2% for nymphs and 83.3% for adults. The isolate UFGD 28 promoted the lowest number of nymphs per linear meter (3.7), with an efficiency of 66.3%. In the treatment with the application of the IBCB 425 isolate, 0.7 adults per linear meter and 70.0% efficiency were found, 60 days after spraying. The density

of nymphs and adults decreased, 120 days after spraying, remaining below the economic injury level (four nymphs/meter), due to low rainfall in the period. The isolated UFGD 22 had the lowest population of nymphs (1.5) and adults (0.8) per meter, with control efficiency of 85.94 and 75.0% for nymphs and adults, respectively. The isolated IBCB 425 has outperformed causing, on average, 97.98% parasitism for nymphs and 91.3% parasitism for adults, demonstrating the residual power, within 120 days of application.

Keywords: Insects; Sugar cane leafhopper; Entomopathogenic Fungi; Microbial Control.

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar la eficiencia de los aislamientos IBCB 425, IBCB 348, UFGD 22 y UFGD 28 de *Metarhizium anisopliae* para el control de *Mahanarva fimbriolata*, en la cultura de la caña de azúcar, en condiciones de campo. El diseño experimental fue bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Se aplicaron 2 kg ha⁻¹ de arroz + hongo esporulado con una concentración de 1.0×10^{12} con ha⁻¹ viable. Las evaluaciones se realizaron a los 15, 30, 60, 90, 120 días después de la aplicación, observando el número de ninfas y adultos vivos, parasitados y no parasitados muertos. Se encontró que 15 días después de la aplicación de los tratamientos, se encontraron insectos infectados. Se observó una mayor eficiencia para el IBCB 425 con 72.2% para ninfas y 83.3% para adultos. El número más bajo de ninfas por metro lineal (3.7) ocurrió con el aislado UFGD 28, con una eficiencia del 66.3% y con el aislado IBCB 425, se encontraron 0.7 adultos por metro lineal y 70.0% de eficiencia, 60 días después de la pulverización. La densidad de población de ninfas y adultos disminuyó, 120 días después de la pulverización, estando por debajo del nivel de daño económico (4 ninfas / metro lineal), debido a la baja precipitación que se produjo en el período. El aislado UFGD 28 promovió el menor número de ninfas por metro lineal (3.7), con una eficiencia del 66.3%. En el tratamiento con la aplicación del aislado IBCB 425, se encontraron 0.7 adultos por metro lineal y 70.0% de eficiencia, 60 días después de la pulverización.. El aislado IBCB 425 fue más efectivo, causando, en promedio, 97.9% de parasitismo para ninfas y 91.3% de parasitismo para adultos, lo que demuestra la potencia residual, después de 120 días de aplicación.

Palabras clave: Insectos; Saltahojas de la caña de azúcar; Hongos Entomopatógenos; Control Microbiano.

1. Introdução

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) encontra-se em um momento de grande expansão da área cultivada nas principais regiões produtoras do Brasil, devido à boa rentabilidade que o comércio do açúcar e álcool combustível tem proporcionado ao setor de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Na safra 2018/2019 foram produzidos 620,44 milhões de toneladas colhidas no Brasil (CONAB, 2020), o Estado de Mato Grosso do Sul produziu 49,5 milhões de toneladas (BIOSUL, 2020).

Apesar da facilidade de adaptação ao clima do Brasil, a cultura da cana enfrenta uma série de problemas fitossanitários, que geram prejuízos para os produtores, sendo o principal a incidência de insetos-praga, que podem atacar os plantios durante os estágios de desenvolvimento, destacando-se o complexo de cigarrinhas pela sua ampla distribuição e gravidade de seus danos (Almeida, Leite & Batista Filho, 2019).

As ninfas da cigarrinha-da-raiz *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) ao se alimentarem das raízes provocam lesões no sistema vascular, comprometendo o transporte de água e nutrientes para os pontos de crescimento aéreo da planta. Os adultos ao se alimentarem da seiva das folhas, injetam toxinas que produzem manchas nas mesmas. Quando as picadas são numerosas provocam a seca das folhas, conseqüentemente, reduzindo o processo fotossintético, prejudicando a circulação da seiva do limbo foliar, ocasionando diminuição no conteúdo de sacarose no colmo e retardando a maturação (Dinardo-Miranda et al., 2004).

As modificações na colheita da cana-de-açúcar têm favorecido o aumento da incidência e severidade dos danos causados pela cigarrinha-da-raiz, nos Estados de São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais (Dinardo-Miranda et al., 2004, Kassab et al., 2015, Loureiro et al., 2020), sendo que até este advento, a praga era tratada como de pouca expressão econômica.

O controle com inseticidas é pouco eficiente para as ninfas de cigarrinhas, pois estas se localizam nas touceiras e são protegidas por uma espuma branca e viscosa. A baixa eficiência dos produtos fitossanitários sintéticos gera a necessidade de várias aplicações, o que inviabiliza o controle pelo alto custo (Almeida & Lopes, 2008), possibilidade de ressurgência da praga, seleção de insetos resistentes, contaminação humana e ambiental (Kassab et al., 2012).

Em virtude de fatores como estes, o controle microbiano de insetos tornou-se uma alternativa viável em substituição ao uso de inseticidas, devido também ao fato de não ser

poluente, não ser tóxico, não provocar desequilíbrio ecológico, ser duradouro e aproveitar o potencial biótico do agroecossistema (Alves & Lopes, 2008). A seleção de isolados de *M. anisopliae* é uma etapa fundamental para que se possa obter isolados virulentos de alta produtividade em meio de cultura e, desse modo, proceder a produção em escala comercial (Loureiro et al., 2005, 2020). As técnicas de biologia molecular auxiliam na seleção, determinando grupos de isolados e a virulência similar a outras espécies de insetos (Freitas et al., 2012).

Sendo assim, este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência dos isolados UFGD 22, UFGD 28, IBCB 348 e IBCB 425 de *M. anisopliae* no controle de *M. fimbriolata*, em condições de campo.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido em uma área de cultivo comercial de cana-de-açúcar da fazenda Carioca, fornecedora da Usina Dourados Açúcar e Álcool Ltda., localizada no Município de Dourados-MS, safra 2009/2010. As condições climáticas (temperatura média, umidade relativa e precipitação pluviométrica) foram caracterizadas com os dados do Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia, Tabela 1).

A área experimental está localizada a Latitude 22° 07' 22,0" e Longitude 55° 05' 50,6", constituída de uma plantação comercial de cana-de-açúcar, variedade SP 80 3280. Conforme informações da usina, o primeiro corte foi realizado mecanicamente e o solo classificado como latossolo vermelho distroférico e latossolo vermelho distrófico, foi corrigido e adubado com fertilizante químico, 18-00-07 (N-P-K) 500 Kg ha⁻¹ e as plantas daninhas controladas com o uso de herbicida e capina manual.

O trabalho realizado seguiu a metodologia de pesquisa laboratorial de natureza quantitativa, segundo proposto por Pereira et al. (2018). A cana-de-açúcar foi plantada em espaçamento de 1,5 m entre linhas e 16 gemas por metro linear, resultando em 12 plantas por metro. No momento do plantio foi realizada pulverização do inseticida Regent[®] WG na dosagem de 250 g ha⁻¹ (Rocha & Ribeiro, 2016). Na safra 2009/2010 foi realizada uma única aplicação do bioinseticida BIOTECH-G[®] tendo como ingrediente ativo o fungo entomopatogênico *M. anisopliae* para o controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar. A 512 metros da área experimental foi evidenciado pequenos grupos de árvores variando de 2 a 5 árvores/grupo, bem como a reserva legal do espaço com resquícios de Mata Atlântica.

Tabela 1. Médias de Temperatura máxima (Tmx °C), Temperatura mínima (Tmn °C), Temperatura média (Tmd °C), Umidade relativa máxima (UR mx %), Umidade relativa mínima (UR mn), Umidade relativa média (UR md) e Precipitação pluviométrica, durante a condução do ensaio. Dourados-MS - 2009/2010.

Período	Tmx (°C)	Tmn (°C)	Tmd (°C)	URmx (%)	URmn (%)	URmd (%)	Pto (mm)
01 a 14/11/2009	33,2	21,7	26,6	91,3	46,4	72,2	90,9
15 a 30/11/2009	33,6	21,7	26,7	93,5	47,6	74,8	58,9
01 a 15/12/2009	30,5	20,2	24,8	95,7	55,1	79,0	238,5
16 a 31/12/2009	31,5	21,5	25,4	95,5	55,6	81,4	162,6
01 a 15/01/2010	30,6	21,6	25,1	97,0	60,7	84,1	187,7
16 a 31/01/2010	31,3	20,2	24,6	97,5	54,6	82,2	100,3
01 a 14/02/2010	32,7	22,1	26,3	94,0	49,2	77,7	76,6
15 a 28/02/2010	31,6	21,6	25,5	95,9	53,8	79,7	69,3
01 a 15/03/2009	31,7	19,3	25,7	87,5	34,9	63,2	3,3
16 a 31/03/2010	32,3	20,7	25,4	96,5	46,5	76,9	4,7

Fonte: Os autores (2010).

Foi realizada amostragem prévia do nível de ninfas por metro linear, segundo metodologia proposta por Mendonça (2005), o qual não ultrapassou a média de uma ninfa por metro linear. Foram utilizados os isolados UFGD 22, UFGD 28, IBCB 348 e IBCB 425 de *M. anisopliae*, os quais, em experimento anterior, foram os que apresentaram mortalidade acumulada confirmada acima ou igual 70,0% ao sexto dia após a pulverização, em condições de laboratório.

Os isolados de *M. anisopliae* foram produzidos em substrato de arroz pré-cozido e autoclavado, preparado segundo metodologia proposta por Alves & Lopes (2008). A produção do patógeno foi realizada no Laboratório de Microbiologia da FCBA/UFGD.

O ensaio foi instalado em 21 de novembro de 2009, quando as plantas estavam com 4 meses de idade e com uma altura média de 60 cm e, foi realizada uma única aplicação de 2 Kg ha⁻¹ de arroz + fungo esporulado com concentração de $1,0 \times 10^{12}$ com viáveis ha⁻¹. Para o tratamento controle foi pulverizada apenas água.

As suspensões de conídios foram preparadas pela lavagem do arroz + fungo em água. Posteriormente, os conídios em suspensão foram filtrados na peneira do tanque do pulverizador e em seguida, foi completado o volume do tanque do pulverizador costal, adicionando-se espalhante adesivo Tween 80[®] a 0,01%. A pulverização foi realizada imediatamente após a preparação da calda. A aplicação foi realizada com pulverizador costal, com bicos leque TF 5 e volume de aplicação de 20 L/tratamento, sem afastamento da palhada.

O delineamento experimental foi constituído por blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Sendo cada repetição composta de 10 linhas de 10 metros de comprimento, sendo cada parcela de 150 m², com espaçamento entre linhas de 1,5m, totalizando 600 m², deixando-se uma bordadura de 3 linhas entre uma parcela e outra.

As avaliações foram realizadas aos 15, 30, 60, 90, 120 dias após a aplicação das suspensões fúngicas, observando-se o número de ninfas e adultos vivos, ninfas e adultos parasitados (crescimento externo do fungo) e morta não parasitada. Foi avaliado o número de insetos em dois metros lineares de cana-de-açúcar, em quatro linhas centrais da parcela, em ambos os lados, perfazendo-se oito pontos por parcela segundo metodologia proposta por Mendonça (2005).

Foi calculada a eficiência de controle através da fórmula de (Abbott, 1925) para ninfas e adultos em cada avaliação e o nível de parasitismo para cada tratamento, em seguida calculado o número de ninfas e de adultos por metro linear através do teste de médias Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

No momento da instalação do experimento, as populações na área estavam em média ao redor de 0,7 ninfa por metro linear e não ocorreu presença de adultos. De acordo com Dinardo-Miranda et al., 2004, esses valores estão abaixo do nível de dano econômico considerado para cultura colhida a partir de agosto como ocorrido no presente ensaio.

Na amostragem realizada 15 dias após a instalação do experimento, observou-se aumento na densidade populacional de ninfas e de adultos em decorrência do aumento de chuvas no período. Não ocorreu diferença estatística entre os tratamentos e quando comparados com os valores de ninfas e de adultos da testemunha, embora o tratamento com o isolado IBCB 425 apresentou o menor número de ninfas por metro linear (1,3) (Tabela 2) e o isolado UFGD 22 não apresentou adultos (Tabela 3).

O isolado IBCB 425 apresentou eficiência de controle de 72,2%, sendo o mais eficiente para controlar a população de ninfas e de 83,33% de eficiência para os adultos. Porém, o isolado UFGD 22 apresentou-se como o mais eficiente no controle de adultos com 100% de eficiência (Figura 1A). Loureiro et al. (2012) em trabalhos de campo observaram que os isolados IBCB 410 e IBCB 425 apresentaram eficiência de 51%, respectivamente, tanto para controlar as ninfas como para os adultos, após 15 dias da pulverização. Pereira et al. (2008), testando a eficiência do *M. anisopliae* (isolado IBCB 425) no controle da cigarrinha das pastagens, com concentração de 20×10^{12} com ha^{-1} , obtiveram aos quatorze dias 62,0% de mortalidade. Rocha & Ribeiro (2016) obtiveram alta eficiência de controle das cigarrinhas em pastagem associando *M. anisopliae* com inseticidas.

No presente trabalho os valores de eficiência obtidos foram superiores aos alcançados pelos autores, nas mesmas condições de campo. Esse fato pode ser explicado pelas condições climáticas da região durante os quinze dias que antecederam a instalação do experimento (Tabela 1), pois, segundo Alves & Lopes (2008) a temperatura e a umidade relativa do ambiente são fatores relevantes no desenvolvimento do ciclo das relações parasito/hospedeiro, influenciando na germinação dos esporos, no desenvolvimento do tubo germinativo e na penetração do fungo no hospedeiro. Guagliumi & Marques (1971) observaram que decorridos 15 a 20 dias da pulverização com *M. anisopliae* a porcentagem de mortalidade das ninfas e dos adultos de *M. posticata* (Stal, 1855) (Hemiptera: Cercopidae).

Em decorrência de excesso de chuvas, registrando, em média, 162,6 mm de precipitação na última quinzena no mês de dezembro (Tabela 1), decorridos 30 dias da pulverização houve aumento significativo na infestação de ninfas e de adultos não ocorrendo diferença estatística significativa entre os tratamentos, embora a população de ninfas e de adultos foi menor nos tratamentos com aplicações dos diferentes isolados quando comparado com os valores obtidos no tratamento testemunha que foi de 4,7 e 1,1 para ninfas e adultos, respectivamente (Tabelas 2 e 3).

O tratamento com o isolado UFGD 28 apresentou o menor número de ninfas por metro linear (3,1) e foi o isolado que promoveu um desempenho alto quando comparado aos demais isolados testados, com eficiência de 54,0% para ninfas e 75% para adultos (Figura 1B).

Tabela 2. Número médio de ninfas de *Mahanarva fimbriolata* na variedade SP 80 3280, tratadas com diferentes isolados de *Metarhizium anisopliae*. Usina Dourados Açúcar e Álcool Ltda., Dourados-MS - safra 2009/2010.

Tratamentos (n=4) ^{1 e 2}	0 dias (21/11/2009)	15 dias (06/12/2009)	30 dias (21/12/2009)	60 dias (21/01/2010)	90 dias (21/02/2010)	120 dias (21/03/2010)
<i>M. anisopliae</i> IBCB 348	0,5 a	1,7 a	4,3 a	4,7 a	3,3 a	3,0 a
<i>M. anisopliae</i> IBCB 425	0,2 a	1,3 a	4,0 a	4,3 a	2,2 a	3,4 a
<i>M. anisopliae</i> UFGD 22	0,2 a	1,8 a	4,1 a	4,9 a	2,9 a	1,5 a
<i>M. anisopliae</i> UFGD 28	0,2 a	1,8 a	3,1 a	3,7 a	3,1 a	3,3 a
Testemunha	0,7 a	2,0 a	4,7 a	7,0 b	3,6 a	3,7 a
Blocos	0 dias	15 dias	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias
<i>M. anisopliae</i> IBCB 348	0,6 a	1,8 b	3,6 a	4,6 a	1,8 a	2,5 a
<i>M. anisopliae</i> IBCB 425	0,2 a	2,1 b	4,5 a	4,1 a	2,9 a	2,2 a
<i>M. anisopliae</i> UFGD 22	0,2 a	1,8 b	4,7 a	5,1 a	3,2 a	3,2 a
<i>M. anisopliae</i> UFGD 28	0,6 a	1,1 a	3,3 a	5,8 a	4,2 a	4,0 a
CV (%)	29,40	32,21	24,99	27,73	44,25	53,16

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si na coluna pelo teste de Scott-Knott a 5%.

² Dados transformados por $(x + 0,5)^{0,5}$

Fonte: Os autores (2010).

Tabela 3. Número médio de adultos de *Mahanarva fimbriolata* na variedade SP 80 3280, tratadas com diferentes isolados de *Metarhizium anisopliae*. Usina Dourados Açúcar e Álcool Ltda., Dourados-MS - safra 2009/2010.

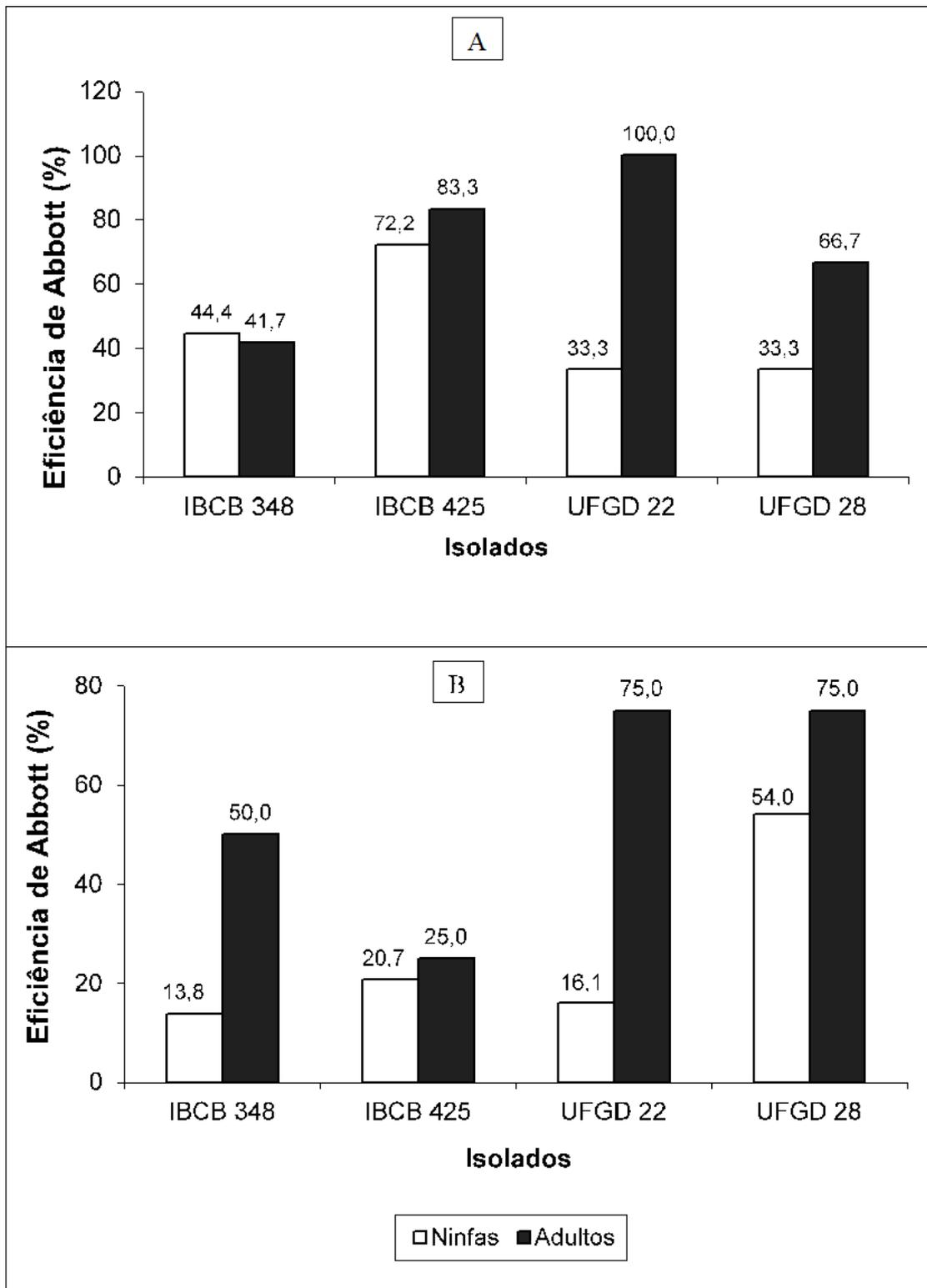
Tratamentos (n=4) ^{1 e 2}	0 dias (21/11/2009)	15 dias (06/12/2009)	30 dias (21/12/2009)	60 dias (21/01/2010)	90 dias (21/02/2010)	120 dias (21/03/2010)
<i>M. anisopliae</i> IBCB 348	0,0 a	1,7 a	0,9 a	1,7 a	0,9 a	1,0 a
<i>M. anisopliae</i> IBCB 425	0,0 a	0,5 a	1,0 a	0,7 a	1,0 a	0,9 a
<i>M. anisopliae</i> UFGD 22	0,0 a	0,0 a	0,8 a	1,5 a	0,8 a	0,8 a
<i>M. anisopliae</i> UFGD 28	0,0 a	1,0 a	0,8 a	2,2 a	0,9 a	0,7 a
Testemunha	0,0 a	3,0 a	1,1 a	2,5 a	1,3 a	1,2 a
Blocos	0 dias	15 dias	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias
<i>M. anisopliae</i> IBCB 348	0,0 a	1,4 a	0,7 a	1,2 a	0,7 a	0,7 a
<i>M. anisopliae</i> IBCB 425	0,0 a	1,5 a	1,1 a	1,4 a	1,0 a	0,8 a
<i>M. anisopliae</i> UFGD 22	0,0 a	1,0 a	0,9 a	1,8 a	1,3 a	0,8 a
<i>M. anisopliae</i> UFGD 28	0,0 a	0,8 a	1,1 a	2,6 a	1,0 a	0,9 a
CV (%)	0	47,91	33,99	32,55	36,55	31,97

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si na coluna pelo teste de Scott-Knot a 5%.

² Dados transformados por $(x + 0,5)^{0,5}$

Fonte: Os autores (2010).

Figura 1. Eficiência do controle de ninfas e adultos de *Mahanarva fimbriolata*, 15 (A) e 30 (B) dias após a aplicação de isolados de *Metarhizium anisopliae*.



Fonte: Os autores (2009).

Observou-se uma diminuição do controle pelo isolado IBCB 348 (Figura 1B), diferentemente dos resultados obtidos por Almeida et al. (2004), que observaram após trinta dias da aplicação de 2 Kg ha⁻¹ do produto comercial Methavida® (ingrediente ativo o isolado IBCB 348) eficiência de 65,5% para as ninfas.

O isolado IBCB 425 mostrou diminuição mais acentuada no controle de ninfas (20,6%) e de adultos (25,0%) (Figura 1B), esses dados são discordantes dos obtidos por Pereira et al. (2008). Experimentos em pastagem foram realizadas duas pulverizações do bioinseticida a base de *M. anisopliae* (isolado IBCB 425), com concentrações de 16 e 20 × 10¹² con ha⁻¹, obtendo eficácia de 83,3 e 77,0% de controle do inseto-praga, respectivamente, decorridos 29 dias da aplicação.

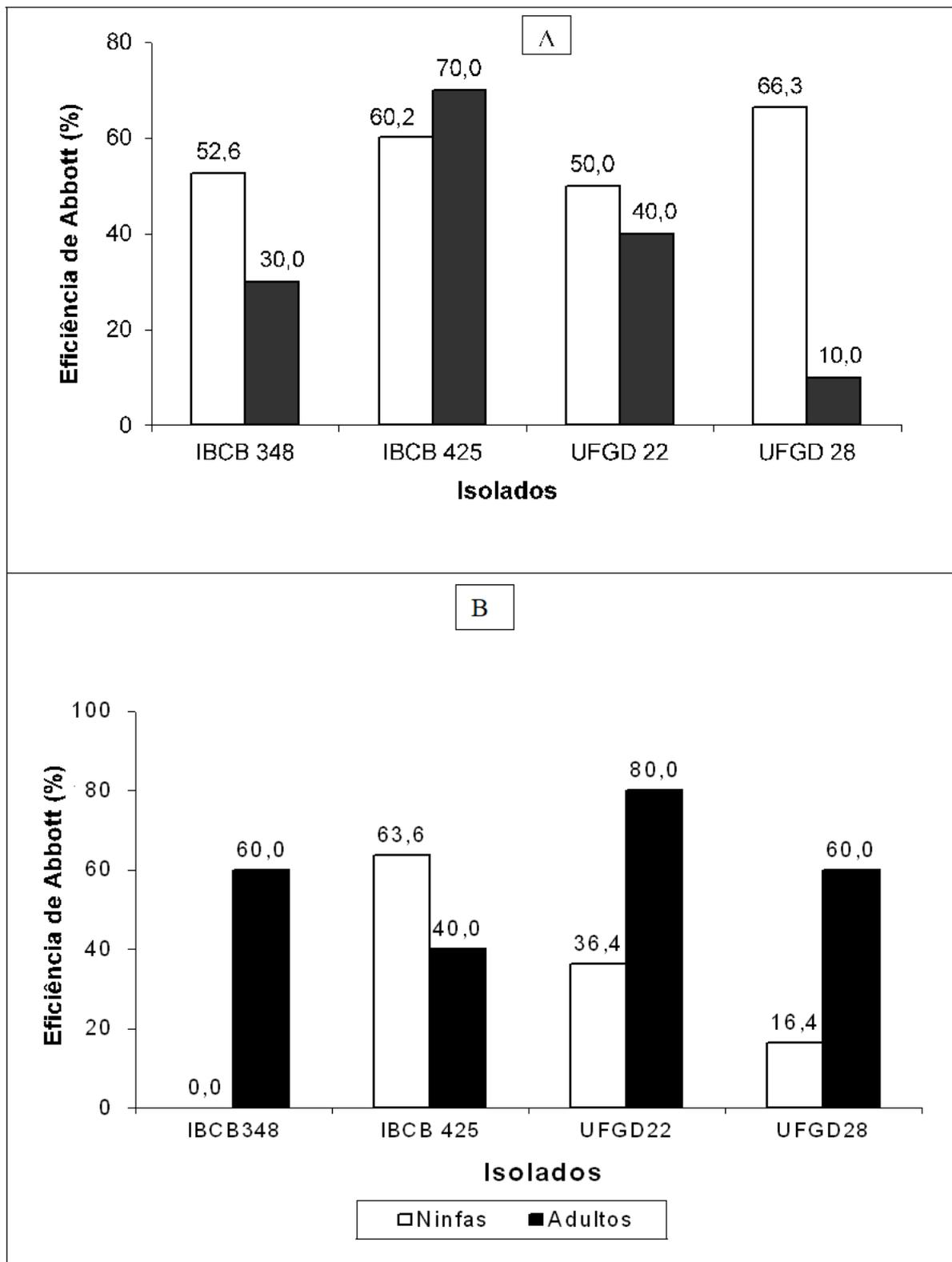
As infestações elevaram-se a partir do mês de dezembro e o pico populacional ocorreu no mês de janeiro, correspondendo assim à presença da segunda geração das cigarrinhas culminando na avaliação de 60 dias após a pulverização. O fungo teve sua eficiência bastante elevada observada pela diferença estatística significativa entre os valores da população de ninfas e de adultos de cigarrinhas dos tratamentos quando comparado aos valores da testemunha (Tabelas 2 e 3).

O tratamento com o isolado UFGD 28 apresentou menor número de ninfas por metro linear (3,7), com eficiência de 66,3% (Figura 2A) e no tratamento com o isolado IBCB 425 apenas foi encontrado 0,7 adulto por metro linear (Tabela 3), com 70,0 % de eficiência (Figura 2A). Esses dados são superiores aos obtidos por Loureiro et al. (2012), que aos 90 dias após aplicação de 1Kg ha⁻¹ e uma única aplicação dos isolados IBCB 425 e IBCB 348 foi ineficiente. Assim, é provável que as temperaturas mais amenas (24,6 °C) e umidade relativa média de 82,2 mm (Tabela 1) tenham contribuído para o bom desempenho do isolado IBCB 425.

Todavia, o isolado IBCB 348 obteve 52,5% de eficiência para ninfas e 30% para adultos (Figura 2A). Este resultado difere daqueles encontrados por Almeida et al. (2004), os quais não foram observadas diferenças significativas ao aplicar 1, 2 e 3 Kg ha⁻¹ do bioinseticida Methavida® (*M. anisopliae* – isolado IBCB 348) e a testemunha, não obtendo eficiência, necessitando de uma segunda aplicação neste período.

De maneira geral, ocorreu diminuição da densidade populacional de ninfas e adultos nas amostragens realizadas aos 90 dias após a pulverização, em relação ao pico populacional observado na avaliação anterior, porém não houve diferença significativa entre os tratamentos e quando comparados à testemunha para a população de ninfas e de adultos por metro linear (Tabelas 2 e 3).

Figura 2. Eficiência do controle de ninfas e adultos de *Mahanarva fimbriolata*, 60 (A) e 90 (B) dias após a aplicação de isolados de *Metarhizium anisopliae*.



Fonte: Os autores (2010).

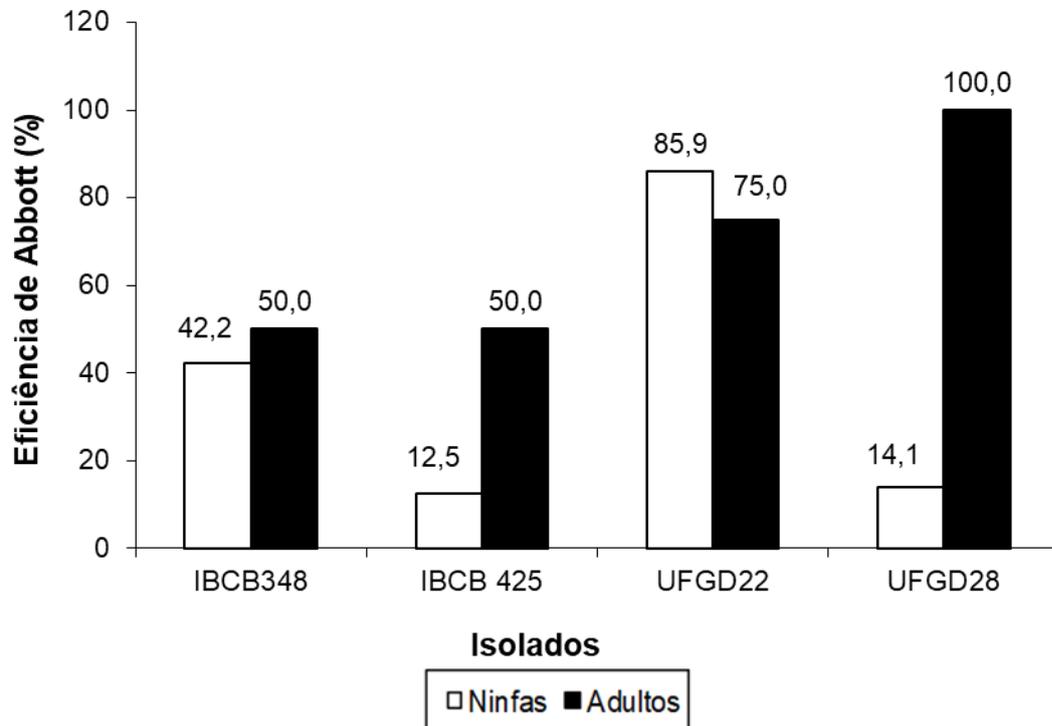
O tratamento com o isolado IBCB 425 apresentou menor número de ninfas por metro linear (2,2), promovendo eficiência de 63,6% (Figura 2B) e o isolado UFGD 22 apresentou 0,8 adultos por metro linear (Tabela 3) com eficiência de 80,0% (Figura 2B). Kassab et al. (2012) aplicando 5 Kg ha⁻¹ do isolado IBCB 425 obtiveram eficiência em controlar ninfas de *M. fimbriolata* até 105 dias após a aplicação. No presente trabalho foi realizada uma única aplicação o que pode justificar a diferença nos resultados, apesar da concentração aplicada ter sido o dobro.

Destaca-se no presente trabalho a diferença na eficiência de isolados de *M. anisopliae* no controle da cigarrinha-das-raízes, em diferentes condições ambientais ao longo dos meses de avaliação. Observou-se nas amostragens realizadas aos 120 dias após a pulverização que a densidade populacional de ninfas e adultos diminuíram, ficando abaixo do nível de dano econômico (4 ninfas/metro linear), em decorrência da baixa precipitação ocorrida no período (Tabela 3). Não ocorreu diferença estatística significativa entre os tratamentos e quando comparados à testemunha.

O tratamento com o isolado UFGD 22 apresentou a menor população de ninfas (1,5) e de adultos (0,7) por metro linear (Tabelas 2 e 3), com eficiência de controle de 85,94 e 75,0% para ninfas e adultos, respectivamente, (Figura 3). Dados concordantes aos encontrados por Kassab et al. (2015), Pinto, Lopes & Lima (2016) e Loureiro et al. (2020). Embora as temperaturas médias estivessem dentro da faixa ótima para o desenvolvimento do fungo (25 a 28 °C), ocorreram diferenças entre as temperaturas máximas, em média, 32,0 °C (Tabela 1) que pode ter afetado negativamente a ação do fungo, exceto ocorrido no tratamento com o isolado UFGD 28 com 100% de eficiência no controle dos adultos.

Batista Filho, Almeida & Machado (2002) trabalhando em condições de campo observaram que o controle de *M. fimbriolata* foi eficiente aplicando-se 1 Kg do fungo *M. anisopliae* (isolado IBCB 10) na concentração de 5 x 10¹¹ com ha⁻¹, com três aplicações (novembro, dezembro e janeiro). Semelhantes aos dados obtidos por Almeida et al. (2002) que testando os isolados IBCB 10 e ESALQ 1037 notaram que estes mantiveram a população de cigarrinha-da-raiz da cana em equilíbrio nos tratamentos com 1 Kg de *M. anisopliae* a concentração 1,75 × 10⁵ com mL⁻¹ e 2 aplicações (novembro e dezembro) em sistema de cultivo orgânico. Todos esses trabalhos comprovam a eficiência do entomopatógeno no controle da cigarrinha-da-raiz, diferenciando apenas as dosagens e o tipo de isolado, o que demonstra a importância de seleção de isolados para uma determinada região.

Figura 3. Eficiência do controle de ninfas e adultos de *Mahanarva fimbriolata*, 120 dias após a aplicação de isolados de *Metarhizium anisopliae*.



Fonte: Os autores (2010).

Em relação ao parasitismo, quinze dias após a aplicação observaram-se ninfas e de adultos de *M. fimbriolata* com infecção de fungo, exceto para o tratamento com o isolado UFGD 28, sobre as ninfas (Tabela 4). Diferentemente dos resultados obtidos por Dinardo-Miranda et al., 2004) onde foram encontrados insetos com fungo a partir dos trinta dias da aplicação. Aos sessenta dias da aplicação, observou-se um aumento no parasitismo de ninfas e de adultos promovido por todos os isolados em relação ao período de avaliação do experimento. Observou-se que todos os isolados causaram 100,0% de parasitismo sobre as ninfas, o isolado IBCB 425 causou 90,9% de parasitismo sobre os adultos. Foi observado neste período, média de umidade relativa do ar de 82,0% e temperaturas de 25 °C (Tabela 1) na região da Grande Dourados, o que favoreceu tanto o inseto quanto o entomopatógeno.

Tabela 4. Parasitismo (%) de ninfas e adultos de cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata*, em cana-de-açúcar tratada com diferentes isolados de *Metarhizium anisopliae*, aplicados em novembro 2009 (Dourados-MS).

Tratamento (n=4)	15 dias (%)		30 dias (%)		60 dias (%)		90 dias (%)		120 (dias)	
	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A
IBCB 348	90,0	87,5	100,0	100,0	100,0	80,0	100,0	92,3	0,0	75,0
IBCB 425	89,9	90,0	100,0	92,3	100,0	90,9	100,0	83,3	100,0	100,0
UFGD 22	66,7	66,7	50,0	50,0	100,0	100,0	100,0	60,0	100,0	100,0
UFGD 28	50,0	66,7	90,9	100,0	100,0	62,5	100,0	100,0	0,0	75,0
Testemunha	89,9	50,0	100,0	86,7	100,0	100,0	0,0	100,0	100,0	66,7

N= ninfas A= Adultos

Fonte: Os autores (2010).

Resultados semelhantes aos do presente trabalho foram obtidos por Batista Filho et al. (2003) e Kassab et al. (2015), em que o parasitismo foi mais expressivo após os 60 dias, chegando a 100,0% de adultos de *M. fimbriolata* infectados após 131 dias, com o isolado IBCB 10, com cinco aplicações. Esses resultados demonstraram a alta capacidade de persistência e equilíbrio do fungo *M. anisopliae* na população do inseto-praga. O isolado PL 43 foi o menos eficiente comparado com o IBCB 10 e ESALQ 1037, reforçando a necessidade de seleção de isolados.

O isolado IBCB 425 teve um melhor desempenho causando, em média, 97,9% de parasitismo para ninfas e 91,3% de parasitismo para os adultos (Tabela 4), demonstrando o poder residual, decorridos 120 dias da aplicação, superando os dados obtidos por Loureiro et al. (2012), que obteve 58% de parasitismo após 150 dias da pulverização. Atualmente o isolado IBCB 425 de *M. anisopliae* é aplicado em mais de 1,5 milhão de hectares de cana-de-açúcar no Brasil (Almeida, Leite & Batista Filho, 2019).

Algumas hipóteses podem explicar o aparecimento de insetos infestados pelo fungo na testemunha (Tabela 4), provavelmente, porque na safra anterior foi usado o controle microbiano com a aplicação do bioinseticida BIOTECH-G[®], tendo como ingrediente ativo o fungo entomopatogênico *M. anisopliae* isolado PL 43, na área do presente experimento, demonstrando assim, a capacidade de permanência do entomopatógeno no solo, sendo mais uma vantagem dentro do manejo integrado de pragas, reduzindo as aplicações do controle químico. Outro fato observado é o vento, que no momento da aplicação pode ter levado

alguns conídios para estas áreas ou o trânsito de adultos, contaminados pelos conídios, os quais se transformam em um agente disseminador da doença.

4. Considerações Finais

Com base na metodologia adotada e nos resultados obtidos, os isolados do fungo entomopatogênico *M. anisopliae* testados reduzem a população de cigarrinhas ficando abaixo do nível de dano econômico. O isolado IBCB 425 foi o mais eficiente apresentando maior porcentagem de mortalidade para ninfas e adultos de *M. fimbriolata* ao longo dos 120 dias de avaliação.

Agradecimentos

Agradecimentos ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento do projeto, a FUNDECT pela concessão da bolsa de mestrado e a Usina Dourados Açúcar e Álcool Ltda. pelo apoio logístico.

Referências

Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal Economic Entomology*, 18, 265-267.

Almeida, J. E. M., Batista Filho, A., Leite, L. G. & Machado, L. A. (2004). Eficiência do bioinseticida a base de *Metarhizium anisopliae* Methavida[®] no controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera, Cercopidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, 71, 1-7.

Almeida, J. E.M., Batista Filho, A., Santos, A. S., Leite, L. G. & Alves, S. B. (2002). O Controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Hom: Cercopidae) com *Metarhizium anisopliae* em sistema de cultivo orgânico. In: *Congresso Nacional da STAB*, 8. Recife, p79-83.

Almeida, J. E. M., Leite, L. G. & Batista Filho, A. (2019). *Instituto Biológico. Programa de desenvolvimento de biofábricas para a produção de inseticidas microbiológicos a base de fungos entomopatogênicos*. 16^o SICONBIOL 2019. P. 412.

Batista Filho, A., Almeida, J. E. M. & Machado, L. A. (2002). Eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae* no controle de cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Hom.: Cercopidae). In: *Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil*, 8. Recife. Anais... 21: p.73-78.

Batista Filho, A., Almeida, J. E. M., Santos, A. S., Machado, L. A. & Alves, S. B. (2003). Eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae* no controle de cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Hom.: Cercopidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, 70, 309-314.

BIOSUL - Associação de Produtores de Bioenergia de Mato Grosso do Sul. Disponível em: <http://www.biosulms.com.br/setor/producao/>. Acesso em: 29 abr de 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Levantamento de safra: apresenta dados sobre projeção e consumo da cana-de-açúcar. Disponíveis em <http://www.conab.gov.br>. Acesso 09 maio 2020.

Dinardo-Miranda, L. L., Vasconcelos, A. C. M., Ferreira, J. M. G., Garcia Júnior, C. A., Coelho, A. L. & Gil, M. A. (2004). Eficiência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. *Neotropical Entomology*, 33, 743-749.

Freitas, A. F., Loureiro, E. S., Almeida, M. E. B. & Pessoa, L. G. A. (2012). Seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. (Deuteromycotina: Hyphomycetes) para o controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. *Arquivos do Instituto Biológico*, 79, 247-254.

Guagliumi, P. & Marques, E. J. (1971). Tratamentos dos rebolos para evitar a difusão de praga da cana-de-açúcar no Brasil. *Brasil Açucareiro*, 78, 57-83.

Kassab, S. O., Loureiro, E. S., Barbosa, R. H., Fonseca, P. R. B., Mota, T. A. & Rossoni, C. (2012). Alteração no método de amostragem de *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hem.: Cercopidae) e avaliação da eficiência de *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883 (Hyp.: Clavicipitaceae). *Arquivos do Instituto Biológico*, 79, 621-625.

Kassab, S. O., Loureiro, E. S., Rossoni, C., Pereira, F. F., Mota, T. A., Barbosa, R. H. & Costa, D. P. (2015). Control of *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) with entomopathogenic fungus and insecticides using two sampling methods on sugarcane fields. *African Journal of Agricultural Research*, 10, 803-810.

Loureiro, E. S., Batista Filho, A., Almeida, J. E. M., Mendes, J. M. & Pessoa, L. G. (2012). Eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. no controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), em condições de campo. *Arquivos do Instituto Biológico*, 79, 47-53.

Loureiro, E. S., Batista Filho, A., Almeida, J. E. M. & Pessoa, L. G. (2005). Seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorok. contra a cigarrinha da raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em laboratório. *Neotropical Entomology*, 34, 791-798.

Loureiro, E. S., Mateus, M. P. B., Pessoa, L. G. A., Dias, P. M., Tosta, R. A. S. & Oliveira Neto, F. M. (2020). Efficiency of bioinsecticides in the control of *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) in field conditions. *Research, Society and Development*, 9(7): 1-15, e573974581.

Mendonça, A. F. (2005). *Cigarrinhas da cana-de-açúcar: controle biológico*. Maceió: Insecta.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 18 Abr 2020.

Pereira, M. F. A., Benedetti, R. A. L. & Almeida, J. E. M. (2008). Eficiência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin no controle de *Deois flavopicta* (Stal,1854) em pastagem de Capim-Braquiária (*Brachiaria decumbens*). *Arquivos do Instituto Biológico*, 75, 465-469.

Pinto, A. S., Lopes, V. L. & Lima, A. A. (2016). *Manejo de pragas da cana-de-açúcar*. In: Santos F. Borém. *Cana-de-açúcar: do plantio a colheita*. Viçosa: UFV.

Rocha, V. F. & Ribeiro, L. F. C. (2016). Avaliação da eficiência do controle biológico associado ao químico no manejo das cigarrinhas-das-pastagens. *Revista Agrogeoambiental*, 8(2), 85-98.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Maria Eliete Barbosa de Almeida – 50%

Elisângela de Souza Loureiro – 20%

Alessandra Fequetia Freitas – 5%

Anderson Souza de Almeida – 20%

Luis Gustavo Amorim Pessoa – 5%