

**Estudo comparativo de bioinseticidas a base de *Metarhizium anisopliae*  
(Ascomycota: Clavicipitaceae) no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera:  
Cercopidae)**

**Comparative study of bioinsecticides based on *Metarhizium anisopliae*  
(Ascomycota: Clavicipitaceae) in the control of *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera:  
Cercopidae)**

**Estudio comparativo de bioinseticidas basados en *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota:  
Clavicipitaceae) en el control de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae)**

Recebido: 10/09/2020 | Revisado: 15/09/2020 | Aceito: 19/09/2020 | Publicado: 21/09/2020

**Matheus Pereira de Brito Mateus**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0517-7692>

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Brasil

E-mail: [matheus.cpcs@gmail.com](mailto:matheus.cpcs@gmail.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](mailto:elisangela.loureiro@ufms.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](mailto:luis.pessoa@ufms.br)

**Daimara Viviane Adão**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6289-2268>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [daimaraviviane12@gmail.com](mailto:daimaraviviane12@gmail.com)

## **Resumo**

A cigarrinha-das-raízes *Mahanarva fimbriolata* é uma das principais pragas em cana-de-açúcar e tem causado sérios prejuízos. Objetivou-se avaliar a patogenicidade de diferentes bioinseticidas à base do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* sobre ninfas de cigarrinhas. Cinco ninfas de 4º instar foram colocadas em placas de Petri contendo folha de

cana higienizada. Os bioinseticidas Metarriz<sup>®</sup>; Metarril<sup>®</sup>; *M. anisopliae* JCO<sup>®</sup>; Metiê<sup>®</sup> e Gr-Inn CE<sup>®</sup> foram aplicados sobre as ninfas e folhas de cana com pressão de 15 libras.pol<sup>-2</sup> e mantidas à temperatura de 25±1 °C, UR de 70±10% e fotofase de 12h. Foram calculadas a mortalidade acumulada, mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott para o 3<sup>o</sup> dia após pulverização e submetidas à análise de variância pelo teste F, Tukey a P ≤ 0,05, e TL<sub>50</sub> (tempo letal). Os bioinseticidas Metarril<sup>®</sup>, Metarriz<sup>®</sup> e Gr-Inn CE<sup>®</sup> apresentaram 91,7, 87,5 e 84,2% de mortalidade corrigida e 93,3, 90,0 e 86,7% de mortalidade acumulada. O bioinseticida Metarriz<sup>®</sup> apresentou a maior mortalidade com menor TL<sub>50</sub> (0,9 dias) no primeiro dia, no segundo dia o Metarriz<sup>®</sup> e Metarril<sup>®</sup> obtiveram mortalidades de 86,7 e 80%, respectivamente. No terceiro, quarto e quinto dia os bioinseticidas apresentaram patogenicidade acima de 70%.  
**Palavras-chave:** Controle biológico; Fungos entomopatogênicos; Entomopatógenos; Cigarrinha-das-raízes; *Saccharum* spp.

### Abstract

The spittlebug *Mahanarva fimbriolata* is one of the main pests in sugar cane and has caused serious damage. The aim of this study was to evaluate the pathogenicity of different bioinsecticides based on the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* on spittlebug nymphs. Five nymphs of the 4<sup>th</sup> instar were placed in Petri dishes containing sanitized cane leaf. Bioinsecticides Metarriz<sup>®</sup> Metarril<sup>®</sup>; *M. anisopliae* JCO<sup>®</sup>; Metiê<sup>®</sup> and Gr-Inn CE<sup>®</sup> were applied on nymphs and sugarcane leaves with pressure 15 lbs.in<sup>-2</sup> and kept at 25±1 °C, RH 70±10% and 12h photofase. The accumulated mortality and corrected mortality were calculated by Abbott's formula for the 3<sup>rd</sup> day after spraying and submitted to analysis of variance by the F test, Tukey P ≤ 0.05, and LT<sub>50</sub> (lethal time). Metarril<sup>®</sup>, Metarriz<sup>®</sup> and Gr-Inn CE<sup>®</sup> Bioinsecticides showed 91.7, 87.5 and 84.2% of corrected mortality and 93.3, 90.0 and 86.7% of accumulated mortality. The bioinsecticide Metarriz<sup>®</sup> presented the highest mortality with shortest LT<sub>50</sub> (0.9 days) on the first day, on the second day Metarriz<sup>®</sup> and Metarril<sup>®</sup> obtained mortalities of 86.7 and 80%, respectively. On the 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> day the bioinsecticides presented pathogenicity above 70%.

**Keywords:** Biological control; Entomopathogenous; Entomopathogenic fungi; Spittlebug; *Saccharum* spp.

## Resumen

La saltahojas *Mahanarva fimbriolata* es una de las principales plagas de la caña de azúcar y ha causado graves daños. El objetivo de este estudio fue evaluar la patogenicidad de diferentes bioinsecticidas basados en el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* en ninfas saltahojas. Se colocaron cinco ninfas del 4<sup>o</sup> estadio en placas de Petri que contenían hojas de caña desinfectadas. Bioinsecticidas Metarriz<sup>®</sup>; Metarril<sup>®</sup>; *M. anisopliae* JCO<sup>®</sup>; Metiê<sup>®</sup> y Gr-Inn CE<sup>®</sup> Se aplicaron a ninfas y hojas de caña con una presión de 15 libras.pól<sup>-2</sup> y se mantuvieron a una temperatura de 25±1 °C, HR de 70±10% y una fotofase de 12 h. Se calculó la mortalidad acumulada, la mortalidad se corrigió mediante la fórmula de Abbott para el 3<sup>er</sup> día después de la aspersión y se sometió a análisis de varianza mediante la prueba F, Tukey a  $P \leq 0.05$  y TL<sub>50</sub> (tiempo letal). Los bioinsecticidas Metarril<sup>®</sup>, Metarriz<sup>®</sup> y Gr-Inn CE<sup>®</sup> presentaron 91,7, 87,5 y 84,2% de mortalidad corregida y 93,3, 90,0 y 86,7% de mortalidad acumulada. El bioinsecticida Metarriz<sup>®</sup> presentó la mayor mortalidad con menor TL<sub>50</sub> (0,9 días) el primer día, al segundo día Metarriz<sup>®</sup> y Metarril<sup>®</sup> obtuvieron mortalidades de 86,7 y 80%, respectivamente. Al tercer, cuarto y quinto día, los bioinsecticidas mostraron una patogenicidad superior al 70%.

**Palabras clave:** Control biológico; Entomopatógenos; Hongos entomopatógenos; Saltahojas de la raíz; *Saccharum* spp.

## 1. Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) vem ganhando destaque cada vez maior no cenário agrícola brasileiro sendo considerada uma das culturas mais importantes cultivadas para o uso de matéria prima quanto para produtos industriais. A estimativa de área plantada de cana-de-açúcar no Estado de Mato Grosso do Sul para a safra de 2019/20 é de 8,4 milhões hectares, totalizando uma produção de 620 milhões de toneladas (Conab, 2020). A cultura tem uma facilidade de adaptação em relação ao clima do Brasil, no entanto a cultura vem enfrentando uma gama vasta de problemas com pragas agrícolas que vem gerando prejuízos a cultura (Almeida, Leite & Batista Filho, 2019).

A cana-de-açúcar é atacada pelo complexo de *Mahanarva* spp. as ninfas se alimentam sugando a seiva da planta, onde simultaneamente, introduzem toxinas pelo estilete, que se fixa na epiderme, atravessando o córtex, chegando ao cilindro vascular. Em consequência da alimentação ocasionam diminuição da capacidade de fotossíntese da planta, dificultando o fluxo de água e nutrientes (Byers & Wells, 1966). Ocorre desidratação do floema e do xilema

levando ao amarelecimento, secamento até ocorrer a paralisação pôr completo da atividade fotossintética onde consequentemente, ocasionará a morte da planta (Garcia et al., 2007, Fonseca et al., 2016, Silva et al., 2017). Ocorrem durante a estação chuvosa passando para a estação seca, onde se desenvolvem nas raízes da cana-de-açúcar (Orozco-Restrepo et al., 2017, Loureiro et al., 2020).

O fungo *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorok. (Ascomycota: Clavicipitaceae) tem ocorrência na natureza, parasitando as cigarrinha-das-raízes em canaviais de todo o país, se tornando bastante comum o uso desse agente de controle biológico em áreas infestadas pelas pragas (De Bach, 1968; Almeida et al., 2020). O desenvolvimento de programas empregando microrganismos vem se expandido e se tornando extremamente importante por razões ambientais e econômicas quando comparado aos demais produtos (Loureiro et al., 2012; Kassab et al., 2015) possuindo uma maior eficácia na produção em nível comercial, formulação e aplicação (Santos et al., 2016).

O isolado IBCB 425 de *M. anisopliae* foi selecionado, dentre 79 isolados testados, para o controle de *M. fimbriolata* nas condições do Estado de São Paulo, apresentando eficiência sobre os demais (Loureiro et al., 2005). Atualmente é aplicado em mais de 1,5 milhão de hectares de cana-de-açúcar no Brasil (Almeida, Leite & Batista Filho, 2019) e é o ingrediente ativo de 44 bioinseticidas registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Agrofit, 2020).

No entanto, o uso de *M. anisopliae* deve seguir alguns cuidados, pois os conídios são poucos tolerantes à radiação solar e temperatura, podendo afetá-los, conforme mencionado por Oliveira et al. (2016). Esses autores, relataram que 120 minutos após a exposição por radiação a taxa de germinação foi menor que 30% e temperaturas na faixa entre 23,8 a 31 °C favoreceram a germinação dos conídios, entretanto em temperaturas menores que 20 °C, ocorreu a redução da germinação podendo comprometer a eficiência de controle.

Neste presente trabalho objetivou-se avaliar a patogenicidade de diferentes bioinseticidas à base do fungo entomopatogênico *M. anisopliae* sobre ninfas de cigarrinhas, em condições controladas.

## 2. Metodologia

O trabalho realizado seguiu a metodologia de pesquisa laboratorial de natureza quantitativa proposto por Loureiro et al. (2012) e foi desenvolvido em laboratório. Foram

utilizadas complexo de ninfas de cigarrinha-da-raízes da cana-de-açúcar, sendo coletadas em canal no município de Chapadão do Céu-GO isento de pulverizações com produtos fitossanitários químicos onde foram inseridas em recipientes plásticos contendo folhas de cana e transportadas até ao laboratório para onde seriam desenvolvidos os bioensaios.

Inicialmente, as mudas de cana-de-açúcar foram plantadas em vasos de cimento contendo aproximadamente volume de 0,7 m<sup>3</sup> de solo, onde conseqüentemente foram deixadas dentro da casa de vegetação produzida com tela anti-afídeo (50mm). O solo foi agregado com substrato e posteriormente foi adicionada torta de algodão e palhada sobre a superfície, tendo como finalidade, o crescimento e surgimento de novos perfilho, com intuito de produzir folhas isentas de produtos fitossanitários químicos para serem utilizadas na confecção dos bioensaios.

### **Condução do experimento**

O delineamento experimental foi composto por seis tratamentos e seis repetições, sendo cada repetição composta por uma placa de Petri (9 cm de diâmetro) contendo uma folha de cana (8 cm de comprimento) com 5 ninfas no 4<sup>o</sup> instar, totalizando 30 insetos por tratamento. Antes da infestação as folhas foram lavadas com água destilada esterilizada e hipoclorito de sódio (0,01%), em seguida foram envolvidas nas extremidades com algodão hidrófilo umedecido com água destilada e posteriormente sobre a folha de cana foram inseridos os insetos. Os tratamentos à base de *M. anisopliae* utilizados foram: Metarriz<sup>®</sup> (isolado IBCB 425); Metarril<sup>®</sup> (isolado PL-49); *M. anisopliae* JCO<sup>®</sup> (isolado IBCB 425); Metiê<sup>®</sup> (isolado IBCB 425); Gr-Inn CE<sup>®</sup> (isolado IBCB 425) e a Testemunha (sem fungo), totalizando 180 insetos no bioensaio.

A aplicação de 1 mL das suspensões de contendo  $1 \times 10^8$  con.mL<sup>-1</sup> foi realizada sobre a folha de cana acompanhado das cigarrinhas, tendo como auxílio a Torre de Potter adaptada, com pressão de 15 libras.pol<sup>-2</sup>. As placas de Petri contendo os insetos foram fechadas e mantidas em câmara climatizada à temperatura de  $25 \pm 1$  °C, com fotofase de 12 horas e UR de  $70 \pm 10\%$ .

A mortalidade foi avaliada diariamente, sendo que cada inseto morto foi lavado em álcool 70% e água destilada esterilizada, para desinfestação superficial. Em seguida, foram transferidos para novas placas de Petri previamente esterilizadas, colocados dentro de um

recipiente plástico hermético, contendo papel filtro umedecido, sendo que o recipiente plástico foi mantido em condições climáticas mencionadas acima.

Por meio deste procedimento obteve-se a confirmação da mortalidade causada pelo patógeno, observando-se a colonização com o aparecimento de conídios sob a estrutura do hospedeiro (Bidochka & Small, 2005, Loureiro et al., 2005).

### **Análise de dados**

Foram calculados os dados de mortalidade confirmada corrigida (calculada pela fórmula de Abbott) (Abbott, 1925) e mortalidade acumulada para todos os dias após a inoculação. Os dados referentes à mortalidade foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade ( $P \leq 0,05$ ). Para obtenção dos valores de  $TL_{50}$  e  $TL_{80}$  em dias, foi realizada a análise fatorial entre os tratamentos e o período de tempo em dias para cada mortalidade, nos tratamentos opostos.

### **3. Resultados e Discussão**

Devido à baixa variação entre as médias dos isolados utilizados afirma-se que os bioinseticidas são recomendados para o controle das ninfas de cigarrinha-das-raízes, diferenciando-se apenas quanto à taxa de eficiência individuais.

A mortalidade confirmada corrigida foi um dos parâmetros utilizados para a confirmação da morte dos insetos, selecionando os melhores bioinseticidas de *M. anisopliae* com maior índice de patogenicidade, em condições laboratoriais. Para a mortalidade confirmada corrigida todos os isolados apresentaram diferença estatística em relação à testemunha, porém não diferiram entre si (Tabela 1). De acordo com Tiago et al. (2011) o fungo que ocasiona baixa mortalidade confirmada e alta mortalidade corrigida não é indicado para o manejo das ninfas de cigarrinha-das-raízes.

A infecção dos patógenos quando bem-sucedida é vista o micélio emergindo sobre o corpo do hospedeiro produzindo conídios que são caracterizado por exibir uma massa pulverulenta que se forma pela aglomeração de conídios sobre o tegumento do hospedeiro, tornando-se nítida a morte do inseto (Alves, 1998; Albuquerque et al., 2005; Ottati-de-Lima, 2007). Porém, nos insetos mortos onde o fungo não se desenvolveu pode ter ocorrido septicemia que é caracterizada pelo aspecto e odor, havendo três hipóteses que podem explicar essa situação.

**Tabela 1.** Mortalidade acumulada (%)  $\pm$  EP, mortalidade confirmada corrigida (%)  $\pm$  EP três dias após a aplicação dos isolados do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* sobre as ninfas de *Mahanarva fimbriolata* ( $25 \pm 1$  °C, fotofase de 12h e  $70 \pm 10\%$  UR) (n = 30 insetos).

BIOINSETICIDAS	3 dias após a pulverização (DAP)	
	Mortalidade acumulada	Mortalidade confirmada corrigida
Metarril <sup>®</sup>	93,33 $\pm$ 6,67 a	91,67 $\pm$ 8,33 a
Metarriz <sup>®</sup>	90,00 $\pm$ 6,83 a	87,50 $\pm$ 8,54 a
Gr-Inn CE <sup>®</sup>	86,67 $\pm$ 6,67 a	84,17 $\pm$ 8,21 a
Metiê <sup>®</sup>	73,33 $\pm$ 8,02 a	69,17 $\pm$ 12,14 a
<i>M. anisopliae</i> JCO <sup>®</sup>	70,00 $\pm$ 8,56 a	65,83 $\pm$ 9,35 a
Testemunha	6,67 $\pm$ 4,47 b	0,00 $\pm$ 0,00 b
CV (%)	15,92	17,15

<sup>1</sup> Médias ( $\pm$  EP) seguidas de mesma letra e na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

<sup>2</sup> Dados originais apresentados para a análise de mortalidade os dados foram transformados em  $(x + 0,5)^{0,5}$ .

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

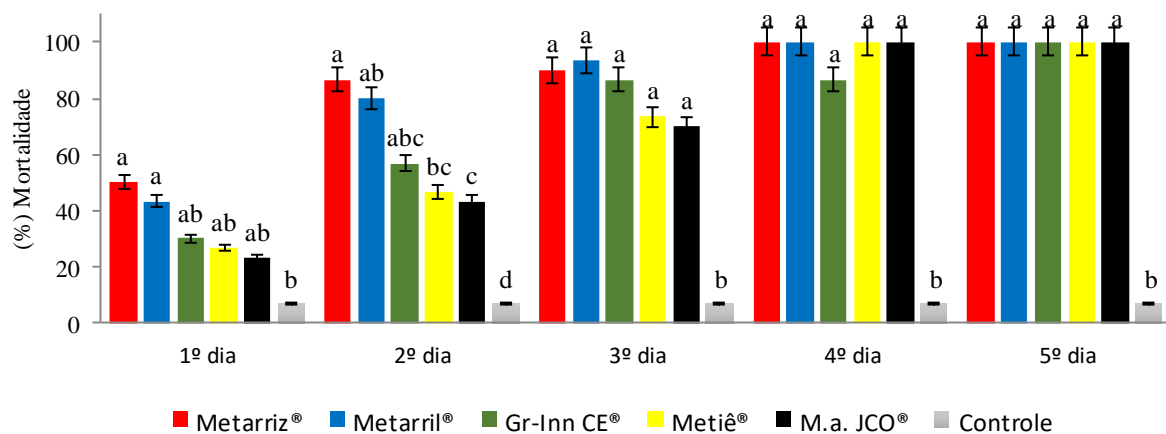
Estudos conduzidos por Loureiro et al. (2005) comprovaram que a maioria dos isolados do fungo *M. anisopliae* tiveram a mortalidade confirmada entre 41 e 50% entre 4<sup>o</sup> e 6<sup>o</sup> dia após a pulverização sobre as o complexo de *M. fimbriolata*. Posteriormente, ao 6<sup>o</sup> dia de mortalidade máxima confirmada, os resultados oscilaram entre 81 a 90%. Trabalhos conduzidos por Campagnani et al. (2017) com *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae) verificaram que ao utilizar o fungo *M. anisopliae* (isolado UFMG 11444) no sistema integrado de pragas (MIP) a morte acumulada das ninfas e dos ovos, obteve um índice acima de 90% em ambientes controlados e em casa de vegetação. Os dados obtidos, mostraram-se eficientes para o controle das cigarrinha-das-raízes empregando o fungo *M. anisopliae*.

A primeira hipótese é que o fungo, no momento da penetração possa ter possibilitado a entrada de microrganismos oportunistas através dos orifícios presentes na cutícula. A segunda, é que o fungo provoca o rompimento do tecido epitelial pela penetração ou pela liberação de toxinas que desestruturam a parede intestinal ocasionando a contaminação da hemolinfa. Na terceira hipótese Tiago et al. (2011) ressalta que as variações na mortalidade confirmada, podem estar relacionadas ao fato de a população de insetos sofrerem algum tipo

de estresse quando são removidos do campo durante a alimentação, podendo ter ocorrido danos às peças bucais. A agressividade de um fungo entomopatogênico é variável e isto depende da espécie do hospedeiro infectado e seu estágio de desenvolvimento.

De acordo com o número de dias verificou-se diferenças quanto à mortalidade acumulada. No primeiro dia após a inoculação dos bioinseticidas, Metarriz® apresentou maior mortalidade das ninfas de *M. fimbriolata* correspondendo a 50% de insetos mortos diferindo apenas do tratamento testemunha apresentando menor índice de mortalidade nos insetos (6,67%), não diferenciando-se dos demais bioinseticidas (Figura 1).

**Figura 1.** Mortalidade diária acumulada (%)\* de *Mahanarva fimbriolata* após a aplicação dos bioinseticidas a base de *Metarhizium anisopliae*.



\*Médias ( $\pm$ EP) seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

No segundo dia ocorreu maior variação de mortalidade, o tratamento Metarriz®, apresentando índice maior de mortalidade, correspondendo à 86,67%, não diferenciando-se do Metarril® (80%) e Gr-Inn CE® (56,67%) (Figura 1). Para o terceiro, quarto e quinto dia os resultados encontrados foram semelhantes e diferindo apenas do tratamento controle, com todos os bioinseticidas apresentando mortalidade superior a 70% chegando até 100% de controle das ninfas de *M. fimbriolata*. Estes dados corroboram com os resultados encontrados por Loureiro et al. (2005) em que testou 79 isolados de *M. anisopliae*, verificaram morte total com resultados superiores a 70% de mortalidade obtido no 4º dia após a pulverização (DAP) para 8 dos isolados testados.



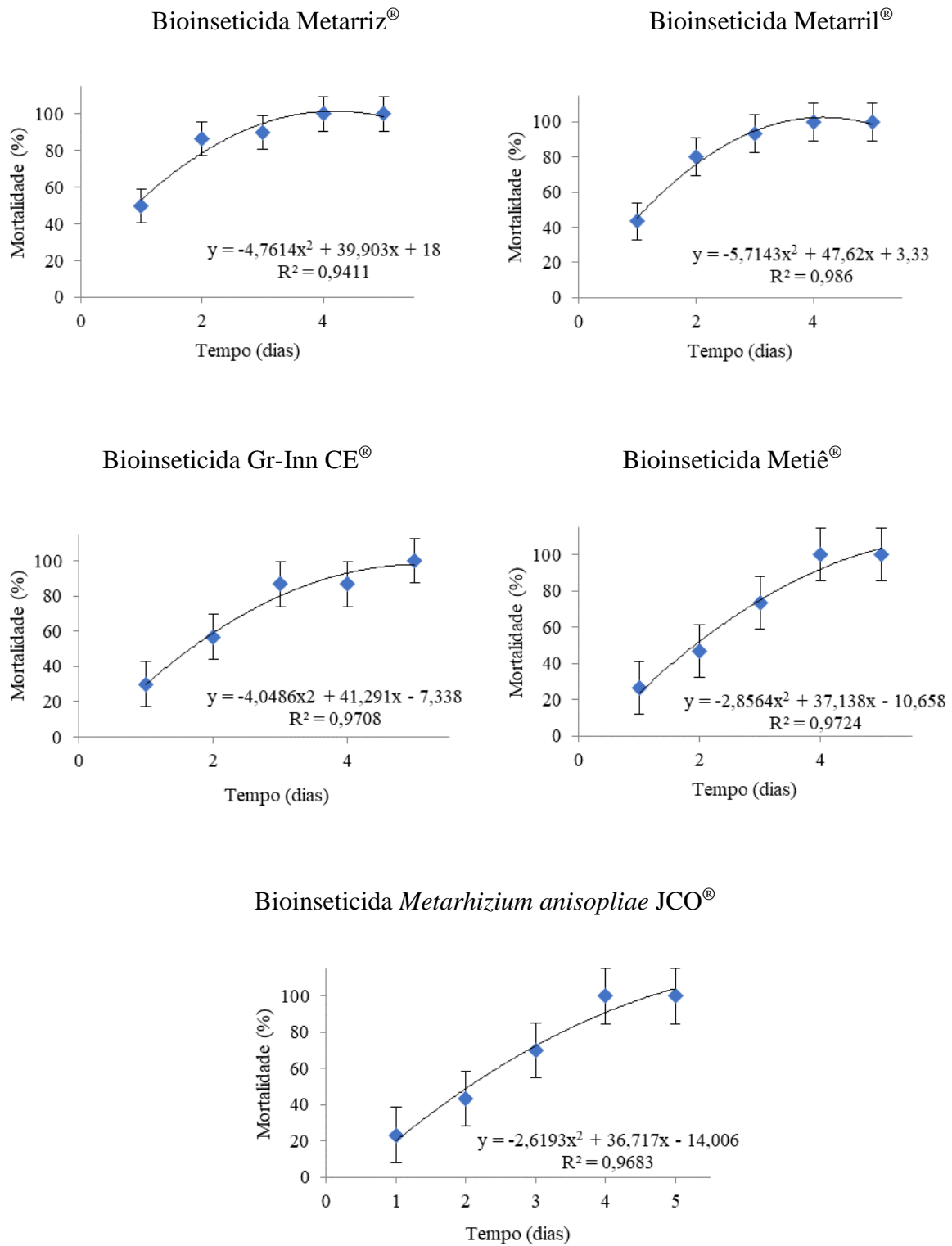
Pereira et al. (2016) relatou que dentre 14 isolados de fungos pulverizados para o controle de *M. fimbriolata*, apenas o *M. anisopliae* atingiu 100% da colonização. Freitas et al. (2012) relatou variações na mortalidade promovida pelos isolados testados, obtendo uma variação de 24 a 72% para a mortalidade acumulada no 4º dia após a pulverização (DAP) dos isolados (UFGD 05 e UFGD 23) sobre as ninfas de *M. fimbriolata*.

O tratamento testemunha não foi significativo, a mortalidade não apresentou diferença em relação às médias observadas. Para todos os bioinseticidas houve diferença estatística em relação às médias observadas na testemunha. A tendência da mortalidade é seguir uma regressão polinomial, os bioinseticidas Metarriz<sup>®</sup>, Metarril<sup>®</sup>, Gr-Inn CE<sup>®</sup>, Metiê<sup>®</sup> e *M. anisopliae* JCO<sup>®</sup> proporcionaram TL<sub>50</sub> de 0,9; 1,14; 1,65; 1,92 e 2,04 dias e TL<sub>80</sub> de 2,06; 2,18; 2,99; 3,3 e 3,37 dias, respectivamente (Figura 2), indicando alta agressividade dos bioinseticidas, pois o tempo decorrido após a pulverização foi relativamente baixo, comparado aos respectivos produtos químicos utilizados.

Os resultados dos tempos letais obtidos para os bioinseticidas Metarriz<sup>®</sup> e Metarril<sup>®</sup> foram semelhantes aos encontrados por Barbosa et al. (2015), onde a aplicação de inseticida químico thiamethoxam ocasionou uma redução rápida na população de ninfas e adultos de *M. fimbriolata*, aumentando a eficácia desses produtos biológicos em relação aos produtos fitossanitários utilizados para o manejo do complexo de cigarrinha-das-raízes.

Portanto, verificou ser necessário a realização de pesquisas mais aprofundadas que contribuam para a utilização de bioinseticidas á campo associados a defensivos químicos.

**Figura 2.** Mortalidade diária acumulada (%) de ninfas de *Mahanarva fimbriolata* após pulverização de diferentes bioinseticidas a base de *Metarhizium anisopliae* (25±1 °C, fotofase de 12h e 70±10% UR).



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

#### 4. Considerações Finais

Com base nos dados, conclui-se que os bioinseticidas Metarril<sup>®</sup>, Metarriz<sup>®</sup> e Gr-INN CE<sup>®</sup>, foram mais eficientes em relação aos demais produtos utilizados, ocasionando 80% de mortalidade sobre as ninfas de *M. fimbriolata*, em menor tempo letal.

Novos estudos utilizando diferentes bioinseticidas registrados a base de *Metarhizium anisopliae* são necessários para melhor elucidar o potencial deste agente, aumentando a eficiência de controle em menor tempo.

#### Referências

Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol*, 18(2), 265-267. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>.

AGROFTI. (2020). Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Recuperado de < [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>.

Albuquerque, A. C., Pereira, K. C. A., Cunha, F. M., Veiga, A. F. S. L., Athayde, A. C. R., & Lima, E. A. L. A. (2005). Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* e *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* sobre *Nasutitermes coxipoensis* (Holmgren) (Isoptera: Termitidae). *Neotropical Entomology*, 34(4), 585-591. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000400008>.

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<sup>o</sup> SICONBIOL 2019. 412.

Almeida, M. E. B., Loureiro, E. S., Freitas, A. F., Almeida, A. S., & Pessoa, L. G. A. (2020.) Aplicação de *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Clavicipitaceae) para o controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar sob condições de campo. *Research, Society and Development*, 9(8), e268985144. doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5144>.

Alves, S. B. *Controle microbiano de insetos*. (2a ed.), Piracicaba: FEALQ, 1998.

Barbosa, R. H., Kassab, S. O., Pereira, F. F. & Rossoni, C. (2015). Controle químico e biológico de *Mahanarva fimbriolata* Stål, 1854 (Hemiptera: Cercopidae) para regiões produtoras de cana-de-açúcar de Mato Grosso do Sul Chemical and biological control of *Mahanarva fimbriolata* Stål, 1854 (Hemiptera: Cercopidae). *Ambiência*, 11(1), 247-251. <https://doi.org/10.5935/ambiencia.2015.01.15nt>.

Bidochka, M. J., & Small, C. L. (2005). *Phylogeography of Metarhizium, an insect pathogenic fungus. Insect–fungal associations: ecology and evolution. Oxford University Press, Oxford*, 28-50.

Byers, R. A. & Wells, H. D. (1966). Fitotoxemia de capim-bermuda costeira causada pelo cigarrinho de duas linhas, *Prosapia bicincta* (Homoptera: Cercopidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 59(6), 1067-1071. <https://doi.org/10.1093/aesa/59.6.1067>.

Campagnani, M. O., Campos, W. G., Amorim, S. S., Rosa, L. H., Auad, A. M., Cangussú, A. M., & Maurício, R. M. (2017). Prospection and fungal virulence associated with *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae) in an amazon silvopastoral system. *Florida Entomologist*, 100(2), 426-432. <https://doi.org/10.1653/024.100.0204>.

CONAB (2020). *Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de Cana-de-açúcar*. v.4, safra 2019/20,

De Bach, P. (1968). *Control biológico de insectos plagas y malas hierbas. Compañía Editorial. Continental. México*.

Fonseca, M. G., Auad, A. M., Resende, T. T., Hott, M. C., & Borges, C.A.V. (2016). How will *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae) respond to global warming? *Journal of Insect Science*, 16(1), 1-6. doi: 10.1093/jisesa/iew005.

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(2), 247-254. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-16572012000200013>.

Garcia, J. F., Grisoto, E., Botelho, P. S. M., Parra, J. R. P. & Appezzato-da-Glória, B. (2007). Feeding site of the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) on sugarcane. *Scientia Agricola*, 64(5), 555-557. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162007000500014>.

Kassab, S. O., Loureiro, E. S., Rossoni, C., Pereira, F. F., Motta, 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 field. *African Journal of Agricultural Research*, 10(8), 803-810. <https://doi.org/10.5897/AJAR2013.8241>.

Loureiro, E. S., Batista Filho, A., Almeida, J. E. M., Mendes, J. M. & Pessoa, L. G. A. (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. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-16572012000100007>.

Loureiro, E. S., Batista Filho, A., Almeida, J. E. M. & Pessoa, L. G. A. (2005). Seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. contra a cigarrinha da raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em laboratório. *Neotropical Entomology*, 34(5), 791-798. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2005000500011>.

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. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4581>.

Oliveira, M. T., Monteiro, A. C., Júnior, N. L. S., Barbosa, J. C. & Mochi, D. A. (2016). Sensibilidade de isolados de fungos entomopatogênicos às radiações solar, ultravioleta e à temperatura. *Arquivos do Instituto Biológico*, 83, 1-7. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000042014>.

Orozco-Restrepo, S. M., Soares, B. O., Xavier, V. M., Silva, F. L., Barbosa, M. H. P., Peternelli, L. A., & Pereira, E. J. G. (2017). Host-Plant Resistance to Spittlebugs: A Life-Table Study with *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) in Sugarcane Genotypes. *Journal of Economic Entomology*, 110(6), 2655-2661. <https://doi.org/10.1093/jee/tox232>.

Ottati-de-Lima, E. L. *Produção de Metarhizium anisopliae (METSCH.) Sorok. e Beauveria bassiana (BALS.) Vuill. em diferentes substratos e efeito da radiação ultravioleta e da temperatura sobre estruturas infectivas desses entomopatógenos*. 2007. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Botucatu, São Paulo.

Pereira, B. S., Pessoa, F. O. A., Oliveira, J. P., Belo, E. S., & Pessoa, M. S. (2016). Avaliação in vitro de fungos filamentosos no controle biológico de *Mahanarva fimbriolata*. *Caderno de Ciências Agrárias*, 8(2), 48-57. <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2016.2923>.

Santos, M. D., Duarte, M. E., Valente, E. C. N., Barbosa, T. J. A. & Silva, E. S. (2016). Eficiência de isolados comerciais de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok (Hypocreales: Cordycipitaceae, Clavicipitaceae) sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Revista Brasileira de Biociências*, 14(2), 76-79. <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2016.2923>.

Silva, I. D. O., Noboa, C. S., Vale, J. P. I., Matta, F. D. P., Vigna, B. B., Fávero, A. P. & Gusmão, M. R. (2017). Antibiose em genótipos de *Paspalum* spp. à cigarrinha *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae). In: *Jornada Científica Da Embrapa São Carlos*, 9. Anais... São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste; Embrapa Instrumentação.

Tiago, P. V., Souza, H. M. L., Moysés, J. B., Oliveira, N. T. & Lima, E. A. L. A. (2011). Differential pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* and the control of the sugarcane root spittlebug *Mahanarva fimbriolata*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 54, 435-440. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132011000300002>.

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Matheus Pereira de Brito Mateus – 45%

Elisângela de Souza Loureiro – 35%

Luis Gustavo Amorim Pessoa – 15%

Daimara Viviane Adão – 5%