

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO CENTRO DE
EXCELÊNCIA EM BIOINSUMOS COORDENAÇÃO DE CAPACITAÇÃO EM
BIOINSUMOS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM
BIOINSUMOS
IF GOIANO CAMPUS CERES**

Nayane Cristina de Oliveira

Aplicação do fungo *Metarhizium anisopliae* por pulverização para o controle
da cigarrinha-da-raiz na cana-de-açúcar

CERES, GO

2025

Nayane Cristina de Oliveira

Aplicação do fungo *Metarhizium anisopliae* por pulverização para o controle da cigarrinha-da-raiz na cana-de-açúcar

Monografia apresentada à banca examinadora do Curso de Especialização em Bioinsumos do IF Goiano/CEBIO como requisito parcial para a obtenção do título de especialista em Bioinsumos, sob a orientação do Prof. Dr. Antonio Evami Cavalcante Sousa.

Coorientadora: Edna Dayane de Bessa Almada

FICHA CATALOGRÁFICA

Oliveira, Nayane Cristina de.

Aplicação do fungo *Metarhizium anisopliae* por pulverização para controle de cigarrinha na cana-de-açúcar / Nayane Cristina de Oliveira. – Ceres, GO, 2025.

21 f. : il.

Monografia (Especialização em Bioinsumos) – Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Evami Cavalcante Sousa.

Coorientadora: Edna Dayane de Bessa Almada.

1. Controle biológico. 2. Cigarrinha-da-raiz. 3. Cana-de-açúcar.

I. Título. II. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local

/ /
Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Regulamento de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) 3 CEBIO/IF Goiano

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 26 dias do mês de setembro de dois mil e vinte e cinco, às 17 horas, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Prof. Antonio Evami Cavalcante Sousa. (orientador), Edna Dayane de Bessa Almada, Prof. Cássia Cristina Rezende Mirza (membro interno) e Prof. Manoel Henrique Reis de Oliveira (membro externo), para examinar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado < Aplicação do fungo *Metarhizium anisopliae* por pulverização para controle de Cigarrinha na Cana-de-Açúcar de Nayane Cristina de Oliveira, estudante do curso de PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO lato sensu EM BIOINSUMOS do IF Goiano – Campus Ceres, sob Matrícula nº 2024103304260016. A palavra foi concedida ao(à) estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do(a) estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que, após apresentação da versão corrigida do TC, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Campus Ceres, 26 de setembro de 2025.

(Assinado eletronicamente)

Antonio Evami Cavalcante Sousa
Membro 1 da Banca Examinadora

(Assinado eletronicamente)

Edna Dayane de Bessa Almada
Coorientador

(Assinado eletronicamente)

Cássia Cristina Rezende Mirza
Membro 3 da Banca Examinadora

(Assinado eletronicamente)

Manoel Henrique Reis de Oliveira
Membro 4 da Banca Examinadora

Nayane Cristina de Oliveira

Aplicação do fungo *Metarhizium anisopliae* por pulverização para o controle da cigarrinha-da-raiz na cana-de-açúcar

Monografia apresentada à banca examinadora do Curso de Especialização em Bioinsumos do IF Goiano/CEBIO, Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de especialista em Bioinsumos.

Ceres, GO, 26 de setembro de 2025.

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela banca examinadora em 26 de setembro de 2025.

Banca examinadora

Prof. Dr. Antonio Evami Cavalcante Sousa (orientador) IF Goiano

Dr^a. Cássia Cristina Rezende Mirza, (membro interno)
IF Goiano

Prof. Me. Manoel Henrique Reis de Oliveira (membro externo)
Centro Universitário Evangélico de Goianésia - UniEGo

Me. Edna Dayane de Bessa Almada (membro externo)
CRV - Industrial

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a Deus, por me conceder saúde, força e perseverança ao longo desta jornada acadêmica.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Bioinsumos – IF Goiano / CEBIO, pelo suporte técnico, acadêmico e científico durante todo o desenvolvimento desta monografia.

Manifesto minha gratidão ao orientador Prof. Dr. Antonio Evami Cavalcante Sousa, pelo acompanhamento, paciência, ensinamentos e valiosas contribuições ao longo do estudo, fundamentais para a realização deste trabalho.

Registro também meus sinceros agradecimentos à Edna Dayane de Bessa Almada, pela coorientação, apoio constante e contribuições relevantes que enriqueceram esta pesquisa.

À Usina CRV Industrial e a todos os profissionais que colaboraram com a disponibilização de dados e suporte em campo, minha gratidão pela confiança e parceria indispensáveis para a execução deste estudo.

Agradeço ainda às instituições de apoio que viabilizaram esta pesquisa: FAPEG, FUNAPE, IF Goiano e CEBIO, cujo suporte estrutural e financeiro foi essencial para a execução das atividades de campo, laboratório e análise de dados.

À minha família e amigos, meu reconhecimento pelo incentivo, compreensão e apoio emocional, indispensáveis para a conclusão desta etapa acadêmica.

Por fim, agradeço a todos os colegas, professores e profissionais que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, proporcionando troca de experiências e aprendizado contínuo.



A ciência deve servir à vida e não apenas ao
lucro; preservar o equilíbrio ecológico é
preservar o futuro
Rachel Carson

BIOGRAFIA DA AUTORA

Nayane Oliveira é graduada em Engenharia Florestal pela UFG, com sólida experiência nas áreas de agricultura, fitossanidade e manejo ambiental. Atua como responsável técnica na elaboração e assinatura de Planos de Regularização Ambiental (PRADs), prestando consultoria e assessoria técnica para propriedades rurais na região de Ceres/GO, com ênfase na preservação ambiental, gestão de áreas de Reserva Legal e cumprimento das normas ambientais vigentes.

Atualmente, Nayane Oliveira cursa a Especialização em Bioinsumos pelo Instituto Federal Goiano – Campus Ceres (CEBIO), com foco em estratégias de controle biológico, produção e aplicação de bioinseticidas e desenvolvimento de soluções inovadoras para o manejo sustentável de pragas agrícolas. Seu interesse acadêmico e profissional está voltado para a promoção de práticas agrícolas sustentáveis, a integração de agentes biológicos na proteção de culturas e a redução do uso de produtos químicos, contribuindo para a sustentabilidade da agricultura brasileira.

RESUMO

OLIVEIRA, NAYANE CRISTINA. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, setembro de 2025. Aplicação do fungo *Metarhizium anisopliae* por pulverização para o controle da cigarrinha-da-raiz na cana-de-açúcar. Orientador: Prof. Dr. Antonio Evami Cavalcante Sousa. Coorientadora: Edna Dayane de Bessa Almada.

A cigarrinha-da-raiz (*Mahanarva fimbriolata*) é uma das principais pragas da cana-de-açúcar, causando perdas significativas na produtividade e na qualidade tecnológica da cultura. Este estudo avaliou a eficácia do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* aplicado por pulverização no controle biológico dessa praga em canaviais comerciais. Foram analisados aspectos da biologia do fungo, mecanismos de infecção, metodologia de aplicação, fatores ambientais que influenciam a eficácia e impactos na produção. Os resultados demonstraram supressão quase total da população de cigarrinha no curto prazo, embora tenha ocorrido reinfestação posteriormente, reforçando a necessidade de reaplicações e integração com outras práticas de manejo. O estudo evidencia o potencial do uso de *M. anisopliae* como alternativa sustentável ao controle químico, promovendo estratégias de Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cana-de-açúcar.

Palavras-chave: controle biológico; cigarrinha-da-raiz; cana-de-açúcar.

ABSTRACT

OLIVEIRA, NAYANE CRISTINA. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, september of 2025. Application of the fungus *Metarhizium anisopliae* by spraying for the control of the root spittlebug in sugarcane. Advisor: Prof. Dr. Antonio Evami Cavalcante Sousa. Co-advisor: Edna Dayane de Bessa Almada.

The root spittlebug (*Mahanarva fimbriolata*) is one of the main pests affecting sugarcane crops, causing significant losses in productivity and technological quality. This study evaluated the effectiveness of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*, applied by spraying, for the biological control of this pest in commercial sugarcane fields. Aspects of fungal biology, infection mechanisms, application methodology, environmental factors influencing efficacy, and impacts on production were analyzed. The results demonstrated near-total suppression of the spittlebug population in the short term, although reinfestation occurred later, highlighting the need for repeated applications and integration with other management practices. The study evidences the potential of *M. anisopliae* as a sustainable alternative to chemical control, promoting Integrated Pest Management (IPM) strategies in sugarcane cultivation.

Keywords: biological control; root spittlebug; sugarcane.

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANOVA – Análise de variância

CEBIO – Centro de Excelência em Bioinsumos

FAPEG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás

FUNAPE – Fundação de Apoio à Pesquisa

GLMM – Modelo linear generalizado misto

IF Goiano – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano

MIP – Manejo Integrado de Pragas

UFG – Universidade Federal de Goiás

UR – Umidade relativa

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
OBJETIVOS.....	3
3. CAPÍTULO I.....	4
3.1 INTRODUÇÃO	4
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	5
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
3.4 CONCLUSÕES	8
3.5 REFERÊNCIAS	9
GLOSSÁRIO	10

INTRODUÇÃO GERAL

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma das culturas mais importantes do Brasil, destacando-se economicamente pela produção de açúcar, etanol e bioenergia. Entretanto, seu cultivo enfrenta diversos desafios fitossanitários, sendo a cigarrinha-da-raiz (*Mahanarva fimbriolata*) um dos insetos-praga mais expressivos. Esta praga compromete o desenvolvimento da planta, provocando sintomas de “queima” nas folhas e redução na qualidade tecnológica da cana, resultando em perdas econômicas significativas.

Historicamente, o controle da cigarrinha-da-raiz tem sido baseado no uso de inseticidas químicos. No entanto, preocupações ambientais e a busca por práticas agrícolas sustentáveis têm incentivado a adoção de métodos de controle biológico, destacando-se o uso de fungos entomopatogênicos, como *Metarhizium anisopliae*. Este fungo atua aderindo à cutícula do inseto, germinando e penetrando no hospedeiro, levando à sua morte por depleção de nutrientes e liberação de toxinas, sendo uma alternativa promissora ao controle químico tradicional.

O objetivo geral deste estudo é avaliar a eficácia da aplicação de *Metarhizium anisopliae* por pulverização na redução da população de cigarrinha-da-raiz em canaviais comerciais. Os objetivos específicos incluem: analisar os fatores que influenciam a eficácia do fungo, estudar os mecanismos de infecção do inseto-praga e verificar os impactos do controle biológico na produtividade da cultura.

A relevância científica deste trabalho está na contribuição para o conhecimento sobre o uso de bioinseticidas na agricultura tropical, especialmente na aplicação prática de *M. anisopliae* em grandes áreas comerciais. A relevância social reside na promoção de estratégias de manejo integrado de pragas (MIP), reduzindo o uso de químicos e, conseqüentemente, os impactos ambientais e riscos à saúde humana.

A justificativa para a realização deste estudo baseia-se na necessidade de alternativas sustentáveis e eficazes para o controle de *M. fimbriolata*, cuja ocorrência pode comprometer significativamente a produção de cana-de-açúcar. A viabilidade do estudo foi assegurada por meio de experimentos conduzidos em condições reais de campo, com monitoramento da praga, produção controlada do bioinseticida em biorreatores e aplicação prática utilizando equipamentos convencionais de pulverização.

A revisão de literatura evidencia que aplicações de *M. anisopliae* podem reduzir significativamente a população de cigarrinhas, com taxas de supressão superiores a 90%

em condições ambientais favoráveis, especialmente quando aplicadas sucessivamente. Estudos de Loureiro et al. (2012), Freitas et al. (2012) e Alves et al. (2015) corroboram a eficácia do fungo, destacando, porém, a necessidade de integração com outras práticas de manejo para garantir controle sustentado ao longo do ciclo da cultura.

OBJETIVOS

Geral:

Avaliar a eficácia da aplicação do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* por pulverização no controle da cigarrinha-da-raiz (*Mahanarva fimbriolata*) em canaviais comerciais, considerando fatores que influenciam sua eficiência e os impactos na produtividade da cultura.

Específicos:

- Analisar os mecanismos de infecção do fungo *M. anisopliae* sobre a cigarrinha-da-raiz.
- Avaliar o efeito das condições ambientais (umidade, temperatura e horário de aplicação) na eficácia do controle biológico.
- Monitorar a evolução populacional de *M. fimbriolata* antes e após a aplicação do bioinseticida.
- Comparar os resultados obtidos em diferentes datas de aplicação, identificando possíveis reinfestações.
- Fornecer recomendações para o manejo integrado da praga, integrando o controle biológico às práticas agrícolas sustentáveis.

3. CAPÍTULO I

Aplicação do fungo *Metarhizium anisopliae* por pulverização para o controle da cigarrinha-da-raiz na cana-de-açúcar

3.1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma das culturas mais importantes do Brasil, destacando-se economicamente pela produção de açúcar, etanol e bioenergia. Entretanto, seu cultivo enfrenta diversos desafios fitossanitários, sendo a cigarrinha-da-raiz (*Mahanarva fimbriolata*) um dos insetos-praga mais expressivos. Esta praga compromete o desenvolvimento da planta, provocando sintomas de “queima” nas folhas e redução na qualidade tecnológica da cana, resultando em perdas econômicas significativas.

Historicamente, o controle da cigarrinha-da-raiz tem sido baseado no uso de inseticidas químicos. No entanto, preocupações ambientais e a busca por práticas agrícolas sustentáveis têm incentivado a adoção de métodos de controle biológico, destacando-se o uso de fungos entomopatogênicos, como *Metarhizium anisopliae*. Este fungo atua aderindo à cutícula do inseto, germinando e penetrando no hospedeiro, levando à sua morte por depleção de nutrientes e liberação de toxinas, sendo uma alternativa promissora ao controle químico tradicional.

O objetivo geral deste estudo é avaliar a eficácia da aplicação de *Metarhizium anisopliae* por pulverização na redução da população de cigarrinha-da-raiz em canaviais comerciais. Os objetivos específicos incluem: analisar os fatores que influenciam a eficácia do fungo, estudar os mecanismos de infecção do inseto-praga e verificar os impactos do controle biológico na produtividade da cultura.

A relevância científica deste trabalho está na contribuição para o conhecimento sobre o uso de bioinseticidas na agricultura tropical, especialmente na aplicação prática de *M. anisopliae* em grandes áreas comerciais. A relevância social reside na promoção de estratégias de manejo integrado de pragas (MIP), reduzindo o uso de químicos e, consequentemente, os impactos ambientais e riscos à saúde humana.

A justificativa para a realização deste estudo baseia-se na necessidade de alternativas sustentáveis e eficazes para o controle de *M. fimbriolata*, cuja ocorrência pode comprometer significativamente a produção de cana-de-açúcar. A viabilidade do estudo foi assegurada por meio de experimentos conduzidos em condições reais de

campo, com monitoramento da praga, produção controlada do bioinseticida em biorreatores e aplicação prática utilizando equipamentos convencionais de pulverização.

A revisão de literatura evidencia que aplicações de *M. anisopliae* podem reduzir significativamente a população de cigarrinhas, com taxas de supressão superiores a 90% em condições ambientais favoráveis, especialmente quando aplicadas sucessivamente. Estudos de Loureiro et al. (2012), Freitas et al. (2012) e Alves et al. (2015) corroboram a eficácia do fungo, destacando, porém, a necessidade de integração com outras práticas de manejo para garantir controle sustentado ao longo do ciclo da cultura.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em área comercial de cana-de-açúcar da variedade RB, localizada na região Centro-Oeste do Brasil, durante a fase vegetativa da cultura. O experimento caracterizou-se como de natureza quantitativa e aplicação prática em ambiente agrícola, com o objetivo de avaliar a eficácia do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* aplicado por pulverização, bem como analisar o processo de multiplicação do microrganismo em biorreatores de grande capacidade.

A produção do bioinseticida foi realizada em biorreator com volume útil de 1.000 litros, equipado com sistema de aeração contínua e controle automatizado de temperatura. O meio de cultivo foi preparado com substrato comercial (Multifungi®), açúcar cristal e aditivos nutricionais, sendo submetido a fermentação durante 48 horas, com temperatura controlada entre 26 e 28 °C. O produto obtido foi armazenado sob refrigeração entre 8 e 12 °C, e a viabilidade dos conídios foi confirmada por meio de teste de germinação, que apresentou taxa superior a 90%, assegurando a qualidade microbiológica do material.

As aplicações em campo foram realizadas por pulverização convencional utilizando equipamento costal motorizado, com volume de calda de 200 L/ha. As condições ambientais foram monitoradas de modo a garantir a eficiência do fungo, respeitando parâmetros de umidade relativa entre 65% e 80%, temperatura do ar entre 25 °C e 30 °C e velocidade do vento inferior a 10 km/h. Os horários preferenciais de aplicação foram o início da manhã e o final da tarde, períodos mais favoráveis à sobrevivência e persistência do bioinseticida.

O monitoramento populacional da cigarrinha-da-raiz foi realizado por meio de amostragem visual direta e uso de armadilhas adesivas, com coletas em diferentes intervalos após as aplicações, abrangendo os períodos de 3, 7 e 14 dias. Foram

quantificadas ninfas por metro de sulco e adultos por colmo, com confirmação da mortalidade pela observação da esporulação do fungo sobre os insetos.

Para a análise estatística, foi utilizado delineamento em blocos ao acaso, e os dados foram avaliados por modelos lineares generalizados mistos (GLMM) e ANOVA, seguidos do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Esse procedimento possibilitou a avaliação da eficácia do fungo sob diferentes condições de aplicação e a verificação de seu impacto agrônomo sobre a cultura da cana-de-açúcar.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acompanhamento da dinâmica populacional de *Mahanarva fimbriolata* na Fazenda 3029, entre dezembro de 2024 e março de 2025, revelou variações expressivas ao longo do ciclo da cana. No levantamento inicial (18/12/2024), a infestação média foi de 0,55 ninfas/espuma, nível inexpressivo. A partir de janeiro de 2025 houve incremento acelerado, com 3,95 ninfas em 03/01, 5,85 em 09/01 e pico de 7,07 em 16/01, superando o limiar de dano econômico descrito por Loureiro et al. (2012).

O controle biológico foi adotado em escala comercial nos dias 13 e 14/01/2025, abrangendo os talhões mais comprometidos. Além das pulverizações terrestres, realizaram-se aplicações aéreas com drones em 30/01, 01/02 e 19/02, ampliando a cobertura e permitindo avaliação em diferentes níveis de suscetibilidade varietal.

Os levantamentos posteriores confirmaram a efetividade: em 15/02/2025 a densidade caiu para 0,10 ninfas/m, redução superior a 90% em relação ao pico de janeiro. Esse resultado corrobora Freitas et al. (2012), que destacam a alta patogenicidade de *M. anisopliae* em condições de umidade de 65–80% e temperatura de 25–30 °C. Entretanto, em 25/03/2025 observou-se recrudescimento em alguns talhões, como T4 (3,15 ninfas/m) e T7 (6,60 ninfas/m). Esse retorno indica que, embora eficaz no curto prazo, o fungo não assegurou persistência ambiental, possivelmente agravada pelo deslocamento de adultos de áreas vizinhas. Resultados semelhantes foram relatados por Kassab et al. (2015) e Silva et al. (2012).

A reinfestação evidencia limitações do uso isolado de *M. anisopliae*, apontando a necessidade de reaplicações calendarizadas, associação com variedades resistentes e integração regional entre produtores para reduzir focos de reinfestação e fortalecer programas de MIP.

A Tabela 1 resume a evolução da infestação e a Figura 1 ilustra a dinâmica temporal: pico em janeiro, supressão em fevereiro e retomada em março, reforçando a

importância do monitoramento contínuo e da integração de práticas de manejo.

Tabela 1 – Resumo da evolução da infestação de *M. fimbriolata* na Fazenda 3029

Situação	Data	Infestação média (ninfas/espuma)	Observação
Infestação inicial	18/12/2024	0,55	População baixa, sem risco econômico
Aumento populacional	03/01/2025	3,95	Crescimento acentuado, indicando início de risco para a cultura.
Escalada de infestação	09/01/2025	5,85	Infestação acima do nível de atenção; necessidade de intervenção.
Pico de infestação	16/01/2025	7,07	Situação crítica; valores acima do nível de dano econômico descrito na literatura.
Redução após controle	15/02/2025	0,10	Supressão quase total após aplicações de <i>Metarhizium anisopliae</i> .
Reinfestação tardia	25/03/2025	4,88	Retorno populacional, indicando necessidade de reaplicações e manejo integrado.

Fonte: dados de campo (2024–2025).

Figura 1 – Evolução da infestação da cigarrinha-da-raiz na Fazenda 3029



Fonte: dados de campo (2024–2025).

Outro aspecto relevante foi a utilização concomitante de inseticidas químicos (ACTARA, ALTACOR, AMPLIGO, REVOLUX e ATUMUS) em algumas intervenções. Embora reflita a realidade operacional, essa prática limita a atribuição exclusiva dos resultados ao fungo, reforçando que sua eficácia deve ser analisada no contexto de MIP (CASTRO; FERREIRA, 2014).

De modo geral, os resultados confirmam o elevado potencial de supressão da cigarrinha-da-raiz por *M. anisopliae*, sobretudo quando aplicado em momentos críticos e sob condições ambientais favoráveis. Todavia, a reinfestação tardia demonstra a necessidade de protocolos de reaplicação e integração a outras práticas de manejo, como variedades menos suscetíveis, manejo da palhada e sincronização de tratamentos em áreas vizinhas.

3.4 CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo mostraram que a aplicação de *Metarhizium anisopliae* por pulverização pode ser altamente eficaz no controle da cigarrinha-da-raiz (*Mahanarva fimbriolata*), proporcionando, em curto prazo, uma redução quase total da população da praga. Esse achado reforça o potencial do fungo como alternativa ao controle químico, sobretudo por aliar eficiência a menores riscos ambientais.

Por outro lado, a reinfestação registrada após as primeiras aplicações indica que o uso isolado do bioinseticida não é suficiente para garantir o controle contínuo. Essa limitação aponta para a importância de reaplicações programadas e da integração do fungo a outras práticas de manejo, como o uso de variedades mais tolerantes e o manejo adequado da palhada.

Assim, pode-se afirmar que *M. anisopliae* representa uma ferramenta viável e sustentável dentro do Manejo Integrado de Pragas na cana-de-açúcar. Ainda assim, sua efetividade depende do planejamento das aplicações, do acompanhamento constante da praga e da adoção de estratégias complementares que assegurem a estabilidade do controle ao longo do ciclo da cultura.

3.5 REFERÊNCIAS

- CASTRO, C. R.; FERREIRA, R. S. **Pragas da cana-de-açúcar e seu controle biológico**. São Paulo: Editora Agronômica, 2014.
- DA COSTA SILVA, J. D. et al. *Metarhizium mendoncae* sp. nov.: an important biological control agent for insect pests. *PLOS ONE*, San Francisco, v. 20, n. 2, e0310548, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0310548>.
- MATEUS, M. P. B.; LOUREIRO, E. S.; PESSOA, L. G. A.; ADÃO, D. V. Estudo comparativo de bioinseticidas à base de *Metarhizium anisopliae* no controle de *Mahanarva fimbriolata*. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 10, e1579108322, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8322>.
- FREITAS, M. L.; LOUREIRO, A. P.; SILVA, R. A. Uso de fungos entomopatogênicos no manejo de cigarrinhas na cana-de-açúcar. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 42, n. 9, p. 1621–1627, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000900003>.
- GASSEN, M. H. Produção e eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae* no controle da cigarrinha-das-raízes da cana-de-açúcar. 2010. Tese (Doutorado em Agronomia – Proteção de Plantas) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2010.
- KASSAB, S. O. et al. Control of *Mahanarva fimbriolata* with entomopathogenic fungus and insecticides using two sampling methods on sugarcane field. *African Journal of Agricultural Research*, Lagos, v. 10, n. 8, p. 803–810, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2013.8241>.
- LOUREIRO, A. P.; FREITAS, M. L.; ALMEIDA, F. S. Avaliação de *Metarhizium anisopliae* no controle de *Mahanarva fimbriolata* em canaviais comerciais. *Tropical Plant Pathology*, Brasília, v. 37, n. 2, p. 87–93, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1982-56762012000200001>.
- LOUREIRO, E. S. Eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae* no controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar em condições de campo. 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Proteção de Plantas) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2005.
- MESQUITA, E. Utilization of *Metarhizium* as an insect biocontrol agent. *Frontiers in Microbiology*, Lausanne, v. 14, p. 1–15, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.10768067>.
- OLIVEIRA, D. G. P. et al. Tolerance of *Metarhizium anisopliae* conidia to solar radiation and temperature. *Journal of Invertebrate Pathology*, New York, v. 136, p. 10–15, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2016.01.002>.
- SARUBBI, H. et al. Identification of native entomopathogenic fungi associated with *Mahanarva fimbriolata* in silvopastoral systems. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, Giza, v. 33, n. 87, p. 1–9, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41938-023-00756-2>.

GLOSSÁRIO

Bioinsumos – Produtos de origem biológica utilizados na agricultura, como microrganismos, extratos vegetais ou substâncias naturais, que promovem o crescimento vegetal ou o controle de pragas e doenças.

Cigarrinha-da-raiz (*Mahanarva fimbriolata*) – Inseto-praga que ataca a cana-de-açúcar, causando redução da produtividade e da qualidade tecnológica da cultura.

Controle biológico – Método de manejo de pragas baseado no uso de organismos vivos (predadores, parasitoides, patógenos) para reduzir populações de espécies prejudiciais.

Fungo entomopatogênico – Fungos capazes de parasitar e matar insetos, como o *Metarhizium anisopliae*, utilizados no controle biológico.

Metarhizium anisopliae – Espécie de fungo entomopatogênico amplamente utilizada na agricultura para o controle de insetos-praga, incluindo a cigarrinha-da-raiz.

MIP (Manejo Integrado de Pragas) – Estratégia que integra métodos biológicos, culturais, químicos e físicos para manter as pragas em níveis aceitáveis, reduzindo impactos ambientais e econômicos.

Biorreator – Equipamento utilizado para o cultivo controlado de microrganismos, como fungos e bactérias, em condições específicas de temperatura, oxigenação e nutrientes.

Conídios – Estruturas de reprodução assexuada de fungos, responsáveis pela dispersão e infecção dos hospedeiros.

Viabilidade (de conídios) – Capacidade dos esporos de germinar e manter seu potencial de infecção após armazenamento ou aplicação em campo.