

MANEJO DE *Meloidogyne javanica* NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Vitoria Canuto de Brito
Eng. Agrônoma

VITORIA CANUTO DE BRITO

MANEJO DE *Meloidogyne javanica* NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Orientador: Prof. Dr. Fernando Godinho de Araújo

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas para obtenção do título de MESTRE.

Urutaí – GO
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi

Brito, Vitoria Canuto de
B862m MANEJO DE Meloidogyne javanica NA CULTURA DA
CANA-DE-AÇÚCAR / Vitoria Canuto de Brito. Urutaí 2025.
30f. il.
Orientador: Prof. Me. Prof. Dr. Fernando Godinho de Araújo.
Dissertação (Mestre) - Instituto Federal Goiano, curso de
0133054 - Mestrado Profissional em Proteção de Plantas - Urutaí
(Campus Urutaí).
I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

FOLHA DE APROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Título da dissertação: MANEJO DE *Meloidogyne javanica* NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Autora: Vitoria Canuto de Brito

Orientador: Prof. Dr. Fernando Godinho de Araújo

Dissertação de Mestrado Profissional **APROVADA** em 27 de março de 2025, como parte das exigências para obtenção do título de **MESTRE EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**, pela Banca Examinadora especificada a seguir:

Prof. Dr. Fernando Godinho de Araújo
Prof. Dr. Janaina Alves de Almeida Moreira
Prof.^a Dr.^a. Angélica Miamoto -

IF Goiano Campus Urutaí

-

Documento assinado eletronicamente por:

- **Fernando Godinho de Araujo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 02/06/2025 15:09:01.
- **Angelica Miamoto, 087.246.379-63 - Usuário Externo**, em 16/06/2025 11:15:29.
- **Janaina Alves de Almeida Moreira, Janaina Alves de Almeida Moreira - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano (1)**, em 23/06/2025 09:05:02.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 30/03/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 692780
Código de Autenticação: 357be5847b





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 59/2025 - CREPG-UR/DPGPI-UR/CMPURT/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos vinte e sete dias do mês de abril do ano de dois mil e vinte e cinco, às quatorze horas, reuniram-se por videoconferência os componentes da banca examinadora, para procederem à avaliação da defesa de dissertação em nível de mestrado, de autoria de *Vitoria Canuto de Brito* discente do **Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí**, com trabalho intitulado **"MANEJO DE *Meloidogyne javanica* NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR"**. A sessão foi aberta pelo presidente da banca examinadora, **Prof. Dr. Fernando Godinho de Araujo**, que fez a apresentação formal dos membros da banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da dissertação para, em 30 minutos, proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu ao examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, a dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**, na área de concentração em **Fitossanidade**, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. A conclusão do curso dar-se-á mediante ao depósito da dissertação definitiva no Repositório Institucional do IF Goiano, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da banca examinadora.

Membros da Banca Examinadora:

Nome	Instituição	Situação no Programa
Prof. Dr. Fernando Godinho de Araújo	IF Goiano	Presidente
Profª. Drª. Angélica Miamoto	Araucária Soluções Agro.	Membra externa
Profª. Drª. Janaina Alves de Almeida Moreira	NemaConsult	Membra externa

Documento assinado eletronicamente por:

- **Fernando Godinho de Araujo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 02/06/2025 15:08:24.
- **Angelica Miamoto, 087.246.379-63 - Usuário Externo**, em 16/06/2025 11:16:34.
- **Janaina Alves de Almeida Moreira, Janaina Alves de Almeida Moreira - Professor Avallador de Banca - Instituto Federal Goiano (1)** , em 23/06/2025 09:06:15.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 30/03/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar_documento/ e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 692779

Código de Autenticação: 8673e2e111



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Urutai
Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, SN, Zona Rural, URUTAI / GO, CEP 75790-000
(64) 3465-1900

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

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Vitoria Canuto de Brito

Matrícula:

2023101330540003

Título do trabalho:

MANEJO DE *Meloidogyne javanica* NA CULTURA DA CANA-DE-AÇUCAR

RESTRICÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 01 / 08 / 2025

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.

gov.br
Documento assinado digitalmente
VITORIA CANUTO DE BRITO
Data: 02/07/2025 14:56:06-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Pires do Rio GO

Local

02 / 07 / 2025

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Documento assinado digitalmente

FERNANDO GODINHO DE ARAUJO

Data: 14/07/2025 10:10:52-0300

verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Ciente e de acordo:

gov.br

) orientador(a)

DEDICATÓRIA

“Dedico este trabalho de pesquisa a minha FAMÍLIA. A força de vocês foram a mola propulsora que permitiu o meu avanço, mesmo durante os momentos mais difíceis.”

AGRADECIMENTOS

Deus é minha inspiração, minha fé e meu destino, e a Ele agradeço todos os dias por permitir que meu esforço me conduza a vitória.

Agradeço aos meus pais e minha irmã, que me ensinaram a importância da disciplina, do esforço e da dedicação e me apoiaram em todas as escolhas que fiz durante minha jornada acadêmica. Seu exemplo de vida é minha inspiração e motivação para buscar sempre o melhor.

Gostaria de agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Fernando Godinho de Araújo que, com paciência e dedicação, acompanhou todo o processo de elaboração deste trabalho, fornecendo orientações valiosas e contribuindo para seu desenvolvimento.

Agradeço à empresa NemaConsult, que compreendeu os horários de estudo e ajudou a custear o investimento do meu trabalho. Deixo aqui a minha gratidão a Dra. Janaina Alves de Almeida Moreira, grande gestora e mentora, que acompanhou de perto a realização desse trabalho e também vibrou com minha conquista.

Aos meus colegas do Laboratório da NemaConsult, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como profissional.

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, desde a concepção do tema até sua conclusão. Sua presença em minha vida foi fundamental para o sucesso desta empreitada.

Quero agradecer à instituição que me acolheu como aluna e me proporcionou uma formação completa e diversificada. Seus valores e sua missão institucional foram inspiradores para minha trajetória acadêmica e profissional.

Por fim, agradeço aos meus amigos mais próximos, que estiveram ao meu lado em todas as horas, compartilhando alegrias e tristezas e me proporcionando momentos de descontração e lazer. Sem vocês, este trabalho não seria tão especial e gratificante como foi.

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO.....	8
OBJETIVOS.....	11
MATERIAL E MÉTODOS	12
RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
CONCLUSÕES	22
REFERÊNCIAS	23
ANEXOS.....	27

RESUMO

A produção de cana-de-açúcar (*Saccharum L.*) desempenha papel econômico e social de grande importância para o Brasil, sendo os nematoides formadores de galhas do gênero *Meloidogyne*, responsáveis por reduções significativas na produtividade dos canaviais. Visando identificar alternativas para o manejo de nematoides na cultura da cana-de-açúcar, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência de nematicidas químicos e biológicos, aplicados no plantio, durante o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, parasitada por *Meloidogyne javanica*. O ensaio foi conduzido em cochos de polipropileno, de 2,12m de comprimento e 0,71m largura com capacidade 310 litros, arranjado em delineamento de blocos casualizados (DBC) com 7 tratamentos aplicados via sulco de plantio (SL) e 5 repetições, sendo: T1- Testemunha sem nematicida, T2- Ciclobutirifluram (0,1 L.ha⁻¹), T3- Fluensulfona (1 L.ha⁻¹), T4- *Bacillus velezensis* (0,4 L.ha⁻¹), T5- Fluopyram (1 L.ha⁻¹), T6- *B. subtilis* + *B. licheniformis* (0,2 Kg. ha⁻¹) e T7- Abamectina 84 SC (1 L.ha⁻¹). Aos 60, 120, 180 e 240 dias após a inoculação (DAI) foram avaliadas a massa fresca de raiz (MFR) e de parte aérea (MFPA), número de perfilho e a densidade populacional de *M. javanica*/10g de raiz e em 100cm³ de solo. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, já as épocas pelo teste Tukey a 5% de significância. Todos os tratamentos controlaram o nematoide na avaliação realizada aos 180 DAI. Maiores médias de controle foram obtidos para os tratamentos empregando Ciclobutirifluram e Fluopyram. O índice de controle proporcionado pelo *B. velezensis* foi superior ao do tratamento empregando *B. subtilis* + *B. licheniformis* em todas as épocas de avaliação. O maior peso de colmos foi observado para o tratamento com *B. velezensis*, seguido do tratamento com Ciclobutirifluram e Fluensulfona.

Palavras-chave: Nematóide das galhas; Controle químico; Controle biológico. *Saccharum L.*

ABSTRACT

The production of sugarcane (*Saccharum L.*) plays a major economic and social role in Brazil, and the gnat-forming nematodes of the genus *Meloidogyne* are responsible for significant reductions in the productivity of sugarcane plantations. In order to identify alternatives for managing nematodes in sugarcane, the aim of this study was to evaluate the efficiency of chemical and biological nematicides applied at planting during the development of sugarcane parasitized by *Meloidogyne javanica*. The trial was conducted in polypropylene troughs, 2.12m long and 0.71m wide with a capacity of 310 liters, arranged in a randomized block design (RBL) with 7 treatments applied via the planting furrow (SL) and 5 replications, as follows: T1- Witness without nematicide, T2- Cyclobutryfluram (0.1 L. ha⁻¹), T3- Fluensulfone (1 L.ha⁻¹), T4- *Bacillus velezensis* (0.4 L.ha⁻¹), T5- Fluopyram (1 L.ha⁻¹), T6- *B. subtilis* + *B. licheniformis* (0.2 Kg. ha⁻¹) and T7- Abamectin 84 SC (1 L.ha⁻¹). At 60, 120, 180 and 240 days after inoculation (DAI), the fresh root mass (MFR) and aerial part mass (MFPA), tiller number and population density of *M. javanica*/10g of root and in 100cm³ of soil were assessed. The data was submitted to analysis of variance and the means were compared using the Scott-Knott test, while the times were compared using the Tukey test at 5% significance. All the treatments controlled the nematode in the evaluation carried out at 180 DAI. The highest control averages were obtained for the treatments using Cyclobutryfluram and Fluopyram. The control index provided by *B. velezensis* was higher than that of the treatment using *B. subtilis* + *B. licheniformis* at all evaluation times. The highest stalk weight was observed for the *B. velezensis* treatment, followed by the Cyclobutryfluram and Fluensulfone treatments.

Keywords: Gall nematode; Chemical control; Biological control. *Saccharum L.*

INTRODUÇÃO

A produção de cana-de-açúcar (*Saccharum L.*) desempenha um papel econômico e social de grande importância para o Brasil (SILVA et al., 2021). Com uma produtividade acima de 85 mil quilos por hectare, a produção de cana-de-açúcar chegou a 713,2 milhões de toneladas na safra 2023/24 (CONAB, 2024). A Conab projetou uma produção de 76,6 milhões de toneladas de cana-de-açúcar em Goiás para a safra de 2023/24, o que posicionou o estado como o 3º maior produtor do país, respondendo por 10,7% da produção nacional. Em relação ao etanol, principal derivado da cana, a estimativa foi de que Goiás produzisse 4,7 bilhões de litros do combustível naquela safra, o que equivalia a 16,0% da produção total do Brasil, colocando o estado em 2º lugar no ranking nacional (SEAPA, 2025).

O ciclo da cana-de-açúcar normalmente é de cinco anos, sendo que o plantio é realizado apenas no primeiro, e nos demais anos o rebrote é cultivado e colhido anualmente até que sua produtividade demonstre ser economicamente viável sua renovação (BARBIERI, 2007). De acordo com Carvalho (2023), o estabelecimento da monocultura por vários anos, em uma mesma área, pode levar a perdas no rendimento devido à ocorrência e proliferação de doenças. Sendo assim, o sistema de cultivo da cana-de-açúcar é favorável ao estabelecimento e desenvolvimento de populações de fitonematoides (MOURA, 2020).

A severidade dos danos causados por fitonematoides dependem de alguns fatores como as espécies presentes, a população de cada uma delas, o tipo de solo e a variedade de cana. A redução na produtividade causada por estes fitoparasitas pode chegar a mais de 50%, em situações em que os níveis populacionais altos e há variedades suscetíveis, além de comprometer a longevidade da lavoura, que precisa ser renovada com maior frequência (CULTIVAR, 2022). Essas perdas ocorrem em consequência de mudanças morfológicas e fisiológicas no sistema radicular (MARTINHA, 2022), gerando à planta dificuldade para retirar água e nutrientes do solo. Assim, os sintomas provocados pela presença de nematoides começam a ser percebidos na parte aérea da planta e normalmente, em reboleiras (DINARDO-MIRANDA, 2005; CULTIVAR, 2022).

Nas condições brasileiras, as espécies *Meloidogyne javanica*, *M. incognita*, *Pratylenchus zae* e *P. brachyurus* são as principais espécies economicamente importantes, devido aos danos que causam à cultura. Altas populações de pelo menos uma

dessas espécies pode ser encontrada em canaviais pouco desenvolvidos e com baixa produção (DINARDO-MIRANDA, 2019; DINARDO-MIRANDA, 2005). De acordo com Dinardo-Miranda (2019), manejo das áreas infestadas é feito através da integração de diversas ferramentas de controle com o objetivo de reduzir a população destes parasitas a um nível inferior capaz de causar danos à cultura. Todavia, cultivares resistentes a pelo menos uma espécie de nematoide economicamente importante (*M. javanica*, *M. incognita*, *P. zae* e *P. brachyurus*) são atualmente escassas.

De acordo com Dinardo-Miranda (2020), a dificuldade na aplicabilidade dessas práticas como o aumento da matéria orgânica e da rotação de culturas na redução populacional de nematoides em canaviais, faz com que o uso de nematicidas seja o método mais empregado, sendo considerado atrativo pelo fato de alcançar resultados favoráveis em curto período (POVEDA et al., 2020). Portanto, devido ao potencial produtivo do Brasil e os efeitos negativos dos fitonematoides à cultura, é de fundamental importância a correta abordagem do problema e o conhecimento de novas recomendações de controle.

Com o objetivo de aumentar os níveis de controle de nematoides, novas moléculas estão sendo comercializada, como é o caso de Verango[®], Velum[®] e Indemnify[®]. O fluopiram(N-[2-[3-cloro-5-(trifluorometil)piridin-2-il]etil]-2-(trifluorometil)benzamida), um nematicida-fungicida de nova geração, desenvolvido pela Bayer Crop Science em 2012, e o ciclobutrifluram, também uma trifluorometilpiridina, desenvolvida e patenteada pela Syngenta em 2013, estão disponíveis ao mercado sob os nomes Vaniva[®], Tymirium[®] e Victrato[®] (Xue et al., 2023). Ambos atuam interferindo na cadeia de transporte de elétrons do sistema mitocondrial (complexo II) ao inibir a enzima succinato desidrogenase (SDH). Este mecanismo de ação foi identificado tanto em nematoides parasitas de plantas quanto em fungos patogênicos de plantas (LIANG et al., 2021).

Já em relação aos produtos biológicos, a bactéria do gênero *Bacillus spp.* se destaca no mercado pela capacidade de formar endósporos, e pela diversidade de mecanismos antagônicos que apresenta. Essa característica lhe confere uma notável habilidade de adaptação e sobrevivência em ambientes específicos, além de uma grande versatilidade nos mecanismos de ação empregados para superar as defesas dos fitopatógenos (LIU et al., 2004). O *Bacillus velezensis* é uma bactéria do gênero *Bacillus*, reconhecida por suas propriedades de promoção do crescimento vegetal e controle biológico de fitopatógenos. Entre suas características, destaca-se a produção de

substâncias antimicrobianas, enzimas que degradam a parede celular de patógenos e a capacidade de colonizar as raízes das plantas, estabelecendo uma relação simbiótica benéfica. Essas características fazem do *B. velezensis* um agente eficaz na supressão de doenças vegetais causadas por diversos patógenos, incluindo fungos, bactérias e nematoides (BUTKHOT et al., 2019; FAN et al., 2018).

OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho foi avaliar a eficiência de controle de nematocidas químicos e biológicos, no manejo de *Meloidogyne javanica*, na cultura da cana-de-açúcar, bem como sua influência no desenvolvimento de plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em campo, em cochos de polipropileno de 2,12 metros de comprimento e 0,71 metros de largura com capacidade 310 litros, em junho de 2023, arranjado em delineamento de blocos casualizados, com 7 (sete) tratamentos aplicados via sulco de plantio (SL), incluindo a testemunha, e 5 (cinco) repetições (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos utilizados visando o manejo de *Meloidogyne javanica* na cultura da cana-de-açúcar. Pires do Rio – GO, 2024.

Tratamentos	Produto (s)	Dose (L ou Kg.ha ⁻¹)	Aplicação
T1	Testemunha sem nematicida	-	-
T2	Ciclobutrifluram	0,1	SL
T3	Fluensulfona	1	SL
T4	<i>Bacillus velezensis</i>	0,4	SL
T5	Fluopyram	1	SL
T6	<i>B. subtilis</i> + <i>B. licheniformis</i>	0,2	SL
T7	Abamectina 84 SC	1	SL

O nematoide *M. javanica* foi multiplicado em plantas de soja acondicionadas em vasos de plástico, preenchidos com solo autoclavado, em casa de vegetação, por 30 dias. Em seguida, os sistemas radiculares das plantas foram submetidos à extração, seguindo a metodologia de Coolen & D'Herde (1972) e, após a extração, determinou-se a densidade populacional em câmara de Peters, sob microscópio óptico (aumento de 40x). Então, a suspensão foi calibrada para conter 5.000 ovos + juvenis de segundo estágio (J2) em 2,0 mL.

Na instalação do experimento, foram transplantadas 9 mudas de cana da variedade RB 97 5242 (produzidas pelo viveiro STA TECHCANA), em cada cocho (Figura 1). E aos vinte e um dias após o transplante realizou-se a inoculação da suspensão contendo o nematoide, depositando-se ao redor de cada plântula, 2 mL suspensão de inóculo (Figura 2). Vale ressaltar que este longo período após o transplante para realizar a inoculação, foi adotado visando garantir o pegamento das mudas, antes de inocular os nematoides.



Figura 1. Visão geral do ensaio no dia do transplântio e aplicação dos tratamentos em sulco de plantio. **A:** Transplântio das mudas. **B:** Após o plantio.

Todas as análises foram realizadas no laboratório da NemaConsult. Aos 60, 120, 180 e 240 dias após a inoculação (DAI), as plantas e solo de cada unidade experimental, foram retirados dos cochos e encaminhadas para o laboratório para realizar as análises. Foram avaliadas as seguintes variáveis: massa fresca de raiz (MFR), massa fresca de parte aérea (MFPA), contagem do número de perfilho e a densidade populacional de *M. javanica*/10g de raiz e em 100cm³ de solo. Aos 240 DAI, foi realizado também avaliação de produtividade, pesando os colmos de todas as plantas de cada unidade experimental; o peso obtivo foi extrapolado para quilogramas por hectare.

No momento das avaliações os sistemas radiculares das plantas foram submetidos ao processo de extração, pelo método de Coolen & D'Herde (1972) e, após a extração, foi determinada a densidade populacional em câmara de Peters, sob microscópio óptico (aumento de 40x). Já a extração dos nematoides do solo, utilizando 100 cm³ de solo de cada unidade experimental, foi realizada empregando o método de Jenkins (1964), e a quantificação foi realizada como mencionado anteriormente.

Os dados obtidos foram transformados em raiz quadrada de $(x+1)$ e, em seguida, submetidos a análise de variância. Quando observadas diferenças significativas entre os diferentes tratamentos, foi realizado teste de Scott-Knott (5% de probabilidade) e entre as épocas, Teste Tukey (5% de probabilidade) utilizando o software SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável *M. javanica* por 10 gramas de raiz aos 60 DAI, não apresentou diferença entre os tratamentos aplicados via sulco de plantio, sendo o valor médio de 104 espécimes (Tabela 2). Embora não tenha sido detectado diferenças estatísticas, todos eles reduziram a quantidade de nematoides em relação a testemunha, de acordo com o cálculo do índice de controle (IC), expresso em percentual, variando de 26,8 a 77,7% (Tabela 2).

Já aos 120 DAI, observou-se diferença significativa entre os tratamentos, sendo que, todos foram iguais entre si e apresentaram menores quantidades de *M. javanica*/10g de raiz, comparados com a testemunha (Tabela 2). Vale ressaltar que, apesar de não haver diferenças entre os tratamentos aplicados via sulco, os maiores IC foram obtidos nos T5- Fluopyram (83,3%), T2- Ciclobutrifluram (81,2%) e T3- Fluensulfona (74,0%) (Tabela 2).

Aos 180 DAI observou-se comportamento similar dos tratamentos em relação à época de avaliação anterior, em que todos diferiram da testemunha, mas foram iguais estatisticamente entre si (Tabela 2). Em relação ao percentual de redução em relação a testemunha, observou-se IC de 54,3 a 67,9%, (Tabela 2).

Aos 240 DAI, houve diferenças entre os tratamentos (Tabela 2), em que T2- Ciclobutrifluram, T3- Fluensulfona, T4- *B. velezensis*, T5- Fluopyram e T7- Abamectina 84 SC foram iguais entre si, e apresentaram as menores médias quando comparados com a testemunha (T1) e T6- *B. subtilis* + *B. licheniformis* (Tabela 2). Visto que os tratamentos contendo os ingredientes ativos ciclobutrifluram e o fluopyram o autor Mukherjee et al. (2024) descreve que o ciclobutrifluram e o fluopyram, ambos interferem na cadeia de transporte de elétrons do sistema mitocondrial (complexo II) por meio da inibição da enzima succinato desidrogenase (SDH), fazendo com que haja ação rápida.

De acordo com HAYDOCK et al., (2013) o fluopyram apresenta ação sistêmica, sendo capaz de se deslocar da semente até o cotilédone e às primeiras folhas verdadeiras da planta de soja. Sua atuação baseia-se na inibição da enzima succinato desidrogenase, mecanismo que tem sido estudado tanto para o tratamento de sementes quanto para a aplicação no sulco de plantio em culturas anuais, visando o controle de doenças causadas por fungos e nematoides. Esse composto é translocado pelo xilema e pode interferir na cadeia de transporte de elétrons dos microrganismos, comprometendo, assim, sua capacidade de geração de energia.

Tabela 2. Valores médios *Meloidogyne javanica* em 10 gramas raiz de plantas de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos aplicados via sulco de plantio visando o seu controle avaliado aos 60, 120, 180 e 240 dias após a inoculação (DAI) do nematoide. Pires do Rio – GO, 2024.

Tratamentos	<i>M. javanica</i> /10g raiz									
	60 DAI	IC ¹ (%)	120 DAI	IC ² (%)	180 DAI	IC ³ (%)	240 DAI	IC ⁴ (%)	Média	IC ⁵ (%)
T1 - Testemunha inoculada	203 ^{ns*}	-	1925 b	-	5330 b	-	748 b	-	2052	-
T2- Ciclobutrifluram	49	75,8	362 a	81,2	1836 a	65,6	264 a	64,8	628	69,4
T3- Fluensulfona	140	31,0	501 a	74,0	2263 a	57,5	352 a	53,0	814	60,3
T4- <i>Bacillus velezensis</i>	45	77,7	857 a	55,5	2189 a	58,9	427 a	42,9	880	57,1
T5- Fluopyram	68	66,4	321 a	83,3	1711 a	67,9	461 a	38,5	640	68,8
T6- <i>B. subtilis</i> + <i>B. licheniformis</i>	149	26,8	1026 a	46,7	2437 a	54,3	674 b	9,9	1071	47,8
T7- Abamectina 84 SC	74	63,6	570 a	70,4	2166 a	59,4	435 a	41,9	811	60,5
Média	104	-	795	-	2562	-	480	-	985	-
CV (%)	71,5		51,5		31,9		31,7			-

*Médias seguidas de letra minúscula diferente nas colunas diferiram estatisticamente no teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra maiúscula diferente nas linhas diferiram estatisticamente no teste Tukey a 5% de probabilidade.

¹ = IC (%) calculado com as médias de avaliações aos 60 DAE.

² = IC (%) calculado com as médias de avaliações aos 120 DAE.

³ = IC (%) calculado com as médias de avaliações aos 180 DAE.

⁴ = IC (%) calculado com as médias de avaliações aos 240 DAE.

⁵ = IC (%) calculado com as médias de avaliações das quatro épocas de avaliações.

^{ns*} = Não significativo a 5% de probabilidade.

Aos 60 DAI, a variável *M. javanica* por 100 cm³ de solo, apresentou diferenças entre os tratamentos (Tabela 3). Os tratamentos T2- Ciclobutrifluram, T3- Fluensulfona, T4- *Bacillus velezensis*, T5- Fluopyram e T7- Abamectina 84 SC foram iguais entre si e obtiveram as menores médias comparadas com a testemunha (T1) e ao T6- *B. subtilis* + *B. licheniformis* (Tabela 3).

Já aos 120 DAI, observou-se diferenças significativas entre os tratamentos, sendo T2- Ciclobutrifluram, T3- Fluensulfona, T5- Fluopyram e T7- Abamectina 84 SC foram iguais entre si e obtiveram as menores médias comparadas com a testemunha (T1), T6- *B. subtilis* + *B. licheniformis* e T4- *B. velezensis* (Tabela 3).

Aos 180 DAI, não houve diferença entre os tratamentos aplicados via sulco de plantio (Tabela 3). Embora não tenha sido detectado diferenças estatísticas, todos eles reduziram a quantidade de nematoides em relação a testemunha, variando de 30 a 88% (Tabela 3). Aos 240 DAI, observou-se o apresentou padrão semelhante ao registrado na época de 120 DAI (Tabela 3).

De acordo com Maciel e Ferraz (1996), o controle biológico de nematoides pode ocorrer por meio da interrupção do ciclo de vida ou, ao menos, pela diminuição de sua capacidade reprodutiva. Além disso, segundo Freitas (2001), a transformação dos exsudatos radiculares em subprodutos pela ação de microrganismos pode impedir que o nematoide reconheça os sinais químicos das raízes, fazendo com que continue se deslocando pelo solo até morrer.

Em um outro estudo, realizado pelo pesquisador Heydari et al. (2023) utilizando o nematoide *Caenorhabditis elegans* como modelo experimental, que demonstrou que diferentes concentrações de ciclobutrifluram podem afetar a sobrevivência dos nematoides, resultando em uma redução no número de progênies. Os resultados também indicaram uma diminuição na taxa de proliferação das células germinativas e um aumento nos níveis de apoptose (morte celular). A análise transcriptômica revelou uma resposta significativa à exposição ao ciclobutrifluram. Este estudo contribui para a compreensão do mecanismo molecular de ação do ciclobutrifluram.

Tabela 3. Valores médios *Meloidogyne javanica* em 100cm³ de solo de plantas de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos aplicados via sulco de plantio visando o seu controle avaliado aos 60, 120, 180 e 240 dias após a inoculação (DAI) do nematoide. Pires do Rio – GO, 2024.

Tratamentos	<i>M. javanica</i> /100cm ³ solo									
	60 DAI	IC ¹ (%)	120 DAI	IC ² (%)	180 DAI ^{ns*}	IC ³ (%)	240 DAI	IC ⁴ (%)	Média	IC ⁵ (%)
T1 - Testemunha inoculada	70 b	-	704 b	-	225	-	2304 b	-	826	-
T2- Ciclobutrifluram	4 a	95	203 a	71	158	30	918 a	60,2	321	61,2
T3- Fluensulfona	7 a	90	57 a	92	78	66	329 a	85,7	118	85,7
T4- <i>Bacillus velezensis</i>	42 a	39	383 b	46	116	48	1492 b	35,2	508	38,4
T5- Fluopyram	6 a	92	32 a	95	27	88	436 a	81,1	125	84,8
T6- <i>B. subtilis</i> + <i>B. licheniformis</i>	119 b	0,0	416 b	41	134	41	1707 b	25,9	594	28,0
T7- Abamectina 84 SC	0 a	100	79 a	89	141	37	612 a	73,5	208	74,8
Média	35	-	268	-	125	-	1114	-	386	-
CV (%)	91,9		58,5		35,9		31,7		-	

*Médias seguidas de letra minúscula diferente nas colunas diferiram estatisticamente no teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra maiúscula diferente nas linhas diferiram estatisticamente no teste Tukey a 5% de probabilidade.

¹ = IC (%) calculado com as médias de avaliações aos 60 DAE.

² = IC (%) calculado com as médias de avaliações aos 120 DAE.

³ = IC (%) calculado com as médias de avaliações aos 180 DAE.

⁴ = IC (%) calculado com as médias de avaliações aos 240 DAE.

⁵ = IC (%) calculado com as médias de avaliações das quatro épocas de avaliações.

^{ns*} = Não significativo.

A massa fresca das raízes (MFR) de plantas de cana-de-açúcar não apresentou diferenças entre os tratamentos, somente entre as de épocas de avaliações e, o valor médio do sistema radicular por planta foi de 211,9 gramas (Tabela 4). Observamos que o *B. velezensis*, apresentou uma média de 302,4 gramas no sistema radicular. Esse resultado é atribuído à capacidade dessa bactéria de produzir metabolitos secundários, como bacteriocinas, peptídeos antimicrobianos, lipopeptídeos, policetídeos e sideróforos, compostos que, simultaneamente, exibem propriedades promotoras de crescimento vegetal (FAN et al., 2018).

Tabela 4. Valores médios da massa fresca de raiz (gramas) de plantas de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos aplicados via sulco de plantio visando o controle de *Meloidogyne javanica* avaliado aos 60, 120, 180 e 240 dias após a inoculação (DAI) do nematoide. Pires do Rio – GO, 2024.

Tratamentos	MFR (g)				Média
	60 DAI	120 DAI	180 DAI	240 DAI	
T1 - Testemunha inoculada	16,2	44,0	254,2	342,8	164,3
T2- Ciclobutirifluram	15,4	110,6	382,6	413,0	230,4
T3- Fluossulfona	20,4	48,4	361,4	553,4	245,9
T4- <i>Bacillus velezensis</i>	12,6	41,8	352,0	803,2	302,4
T5- Fluopyram	18,8	42,4	318,8	322,6	175,7
T6- <i>B. subtilis</i> + <i>B. licheniformis</i>	18,2	48,2	315,8	446,2	207,1
T7- Abamectina 84 SC	22,8	69,2	231,8	307,6	157,9
Média	17,8 A	57,8 A	316,7 B	455,5 C	211,9
CV (%)					32,1

*Médias seguidas de letra minúscula diferente nas colunas diferiram estatisticamente no teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra maiúscula diferente nas colunas diferiram estatisticamente no teste Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença entre os tratamentos para a massa fresca da parte aérea (MFPA) das plantas de cana-de-açúcar, apenas entre épocas de avaliações, cujo o valor médio foi de 129,9 gramas (Tabela 5). Observou-se que o menor peso de MFPA ocorreu aos 60 DAI (29,5g), enquanto aos 240 DAI (303,8g) o oposto e, as demais épocas (120 e 180 DAI) apresentaram valores médios intermediários (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios da parte aérea (gramas) de plantas de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos aplicados via sulco de plantio visando o controle de *Meloidogyne javanica* avaliado aos 60, 120, 180 e 240 dias após a inoculação (DAI) do nematoide. Pires do Rio – GO, 2024.

Tratamentos	MFPA (g)				Média
	60 DAI	120 DAI	180 DAI	240 DAI	
T1 - Testemunha inoculada	26,2	73,6	57,8	202,8	90,1
T2- Ciclobutrifluram	27,4	166,2	97,4	241,6	133,2
T3- Fluensulfona	30,2	88,0	102,8	328,0	137,3
T4- <i>Bacillus velezensis</i>	26,8	102,6	90,8	514,4	183,7
T5- Fluopyram	31,4	92,8	93,6	235,0	113,2
T6- <i>B. subtilis</i> + <i>B. licheniformis</i>	36,6	85,0	75,0	347,2	136,0
T7- Abamectina 84 SC	27,8	91,0	87,4	257,6	116,0
Média	29,5 A	99,9 B	86,4 AB	303,8 C	129,9
CV (%)	32,6				

*Médias seguidas de letra minúscula diferente nas colunas diferiram estatisticamente no teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra maiúscula diferente nas colunas diferiram estatisticamente no teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao número de perfilhos de plantas de cana-de-açúcar, estes também não apresentaram diferenças entre os tratamentos, somente entre as épocas de avaliações, cujo valor médio observado foi de 4,4 perfilhos (Tabela 6).

Tabela 6. Número de perfilhos de plantas de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos aplicados via sulco de plantio visando o controle de *Meloidogyne javanica* avaliado aos 60, 120, 180 e 240 dias após a inoculação (DAI) do nematoide. Pires do Rio – GO, 2024.

Tratamentos	n° Perfilhos/planta				Média
	60 DAI	120 DAI	180 DAI	240 DAI	
T1 - Testemunha inoculada	7	4	2	3	4,1
T2- Ciclobutrifluram	4	7	3	3	4,3
T3- Fluensulfona	5	4	3	3	4,0
T4- <i>Bacillus velezensis</i>	5	5	4	4	4,6
T5- Fluopyram	7	6	4	5	5,4
T6- <i>B. subtilis</i> + <i>B. licheniformis</i>	7	5	3	5	4,7
T7- Abamectina 84 SC	5	5	2	3	3,6
Média	5,7 C	5,1 BC	3,0A	3,7 AB	4,4
CV (%)	22,0				

*Médias seguidas de letra minúscula diferente nas colunas diferiram estatisticamente no teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra maiúscula diferente nas colunas diferiram estatisticamente no teste Tukey a 5% de probabilidade.

A produtividade foi influenciada pelos diferentes tratamentos em relação a testemunha, sendo a média 46.353,1 kg/ha (Tabela 7). O tratamento T4- *B. velezensis* apresentou a maior média de produtividade (80842,9 kg/ha), enquanto o tratamento T6- *B. subtilis* + *B. licheniformis* a menor média. Com apenas 30.900,0 kg/ha, sendo estatisticamente igual a testemunha. Os tratamentos T2- Ciclobutrifluram, T3- Fluensulfona, T5- Fluopyram e T7- Abamectina 84 SC foram iguais entre si, com produtividade média de 49857,1 kg/ha, 45671,4 kg/ha, 43985,7 kg/ha e 43742,9 kg/ha, respectivamente (Tabela 7). Agentes de controle biológico atuam de várias maneiras como antagonistas aos fitopatógenos, seja por meio de ação direta, indução de resistência ou promoção de crescimento (MACHADO et al., 2012).

As características diretas relacionadas à promoção do crescimento vegetal incluem a produção de hormônios vegetais e sideróforos, além da facilitação na assimilação e solubilização de nutrientes. Já entre as características indiretas, destacam-se a indução de resistência nas plantas e a ação antagonista contra microrganismos patogênicos (KUNDAN et al., 2015; WU et al., 2015; GUPTA et al., 2016; XU et al., 2016).

Santos et al. (2017) relataram que determinadas variedades de cana-de-açúcar apresentam uma resposta positiva à presença de *Bacillus* sp., refletida no aumento do teor de nitrogênio em sua biomassa. Alguns autores afirmam que o uso de determinados isolados de *Bacillus* spp. contribuiu para um melhor suprimento de fósforo às plantas de cana-de-açúcar, resultando no aumento de sua biomassa (Chauanan et al. 2012; Santos et al. 2012). Santos et al. (2012) relataram que isolados de *Bacillus* favoreceram a absorção de nutrientes como fósforo e enxofre pelas plantas, além de contribuírem para melhores condições fisiológicas frente ao estresse salino.

Com base nos estudos mencionados, conclui-se que isolados de *Bacillus* spp. desempenham um papel relevante na promoção do crescimento vegetal, especialmente na cultura da cana-de-açúcar, ao melhorar a disponibilidade e absorção de nutrientes essenciais como nitrogênio, fósforo e enxofre. Além disso, esses microrganismos contribuem para a tolerância das plantas a condições adversas, como o estresse salino, evidenciando seu potencial como biofertilizantes e agentes promotores de resiliência fisiológica.

Tabela 7. Produtividade média de colmos de cana submetido a diferentes tratamentos de sulco de plantio. Pires do Rio – GO, 2024.

Tratamentos	Kg.ha⁻¹	Incremento Kg.ha⁻¹	Incremento (%)
T1 - Testemunha inoculada	29471,4 a	-	-
T2- Ciclobutrifluram	49857,1 b	20385,7	69,2
T3- Fluensulfona	45671,4 b	16200,0	55,0
T4- <i>Bacillus velezensis</i>	80842,9 c	51371,4	174,3
T5- Fluopyram	43985,7 b	14514,3	49,2
T6- <i>B. subtilis</i> + <i>B. licheniformis</i>	30900,0 a	1428,6	4,8
T7- Abamectina 84 SC	43742,9 b	14271,4	48,4
Média	46353,1	19695,2	-
CV (%)	19,9		

*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna diferiram, entre si, estatisticamente no teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Os tratamentos com Ciclobutrifluram, Fluensulfona, *Bacillus sp.*, Fluopyram e Abamectina aplicados via sulco de plantio, são eficientes no controle de *M. javanica* na cultura-de-açúcar além de promoverem incrementos de produtividades.

O índice de controle proporcionado pelo *B. velezensis* foi superior ao do tratamento empregando *B. subtilis* + *B. licheniformis* em todas as épocas de avaliação.

O maior peso de colmos foi observado para o tratamento com *B. velezensis*, seguido do tratamento com Ciclobutrifluram e Fluensulfona.

Todos os tratamentos aplicados via sulco de plantio (SL), não interferiram no desenvolvimento vegetativo das plantas da cana, tais como massa fresca de raiz, massa fresca da parte aérea e o número de perfilhos.

REFERÊNCIAS

BARBIERI, D. M. **Formas do relevo e variabilidade espacial de atributos químicos e mineralógicos de um argissolo cultivado com cana-de-açúcar.** 2007. 95 f. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, 2007.

BUTKHOT, N. et al. **Characterisation and biosafety evaluation of a novel bacteriocin produced by *Bacillus velezensis* BUU004.** International Food Research Journal, v. 26, n. 5, 2019.

CARVALHO, V. P. **Monitoramento de nematóides fitoparasitas na cultura da cana-de-açúcar.** Cuadernos de Educación y Desarrollo, v.15, n.10, p. 10800-10814, Portugal, 2023.

CHAUHAN, H.; et al. **Plant growth promoting bacterial endophytes from sugarcane and their potencial in promoting growth of the host under field conditions.** Esplanation Agricola, v. 49, n 11, p. 43-52 2014.

CONAB, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5124-producao-de-cana-de-acucar-e-estimada-em-652-9-milhoes-de-toneladas-influenciada-por-boa-produtividade>.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C.J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. **State Nematology an Entomology Research Station**, 77 p, 1972.

CULTIVAR, 2022. **Manejo de nematoides em cana-de-açúcar.** Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/manejo-de-nematoides-em-cana-de-acucar>.

DINARDO-MIRANDA, L.L. **Nematóides e pragas de solo em cana-de-açúcar.** Encarte do Informações Agronômicas, nº 110, p 25 – 32, 2005.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; FRACASSO, J.V.; MIRANDA, I.D. **Danos causados por**

Meloidogyne javanica e *Pratylenchus zae* a cultivares de cana-de-açúcar. Summa Phytopathologica, v.45, n.2, p.146-156, 2019.

DINARDO-MIRANDA, L. L., 2020; **Manejo de nematoides em cana**. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/manejo-de-nematoides-em-cana>. Acessado em: 11 de novembro de 2022.

FAN, Ben et al. **Bacillus velezensis FZB42 in 2018: the gram-positive model strain for plant growth promotion and biocontrol**. Frontiers in microbiology, v. 9, p. 2491, 2018.

FREITAS, L.G. **Rizobactérias versus nematoides**. 2001. On line. Disponível em: <http://www.ufv.br/dpf/labnematologia/rizo.pdf>

FORBES, 2023. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbesagro/2023/08/brasil-tera-recordes-para-acucar-em-2023-24-com-50-do-comercio-global/>.

GUPTA, G. et al., **Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): Current and Future Prospects for Development of Sustainable Agriculture**. Journal of Microbiol and Biochemical Technology. v. 7, p. 96 102, 2015. doi:10.4172/1948 5948.1000188.

HAYDOCK, P.P.J. et al. **Chemical control of nematodes**. In: PERRY, R.; MOENS, M (Eds.). Plant nematology, Wallingford: CABI Publishing, 2013. v. 2, p. 459– 479.

HEYDARI, Fariba et al. **O novo nematicida ciclobutrifluram tem como alvo o complexo desidrogenase succinato mitocondrial em *Caenorhabditis elegans***. Journal of Developmental Biology, Universidade de Friburgo, Chemin du Musée 10, 1700 Friburgo, Suíça, 19 out. 2023. DOI <https://doi.org/10.3390/jdb11040039>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2221-3759/11/4/39>.

KUNDAN, R. et al. **Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Mechanism and Current Prospective**. Journal of Fertilizers & Pesticides, v. 6, n. 2, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.4172/jbfbp.1000155>

LIANG P, Shen S, Xu Q, Zhang L, Jin S, Lu H, et al. **Design, synthesis biological activity, and docking of novel fluopyram derivatives containing guanidine group.** Bioorganic and Medical Chemistry. 2021; 29:115846-115846. DOI: 10.1016/j.bmc.2020.115846

LIU, Hongbin et al. **Formation and composition of the *Bacillus anthracis* endospore.** Journal of bacteriology, v. 186, n. 1, p. 164-178, 2004.

MACHADO, V.; BERLITZ, D. L.; MATSUMURA, A. T. S.; SANTIN, R. C. M.; GUIMARÃES, A.; SILVA, M. E.; FIUZA, L. M. **Bactérias como agentes de controle biológico de fitonematoides.** Oecologia Australis, v. 16, n. 2, p. 165-182, 2012.

MACIEL, S.L.; FERRAZ, L.C.C.B. **Reprodução de *Meloidogyne incognita* raça 2 e de *Meloidogyne javanica* em oito espécies de plantas medicinais.** Scientia Agricola, v.53, p.956-960, 1996.

MARTINHA, D. D.; SILVA, M. C. C.; MACEDA, A.; HAHN, M. H.; CALEGÁRIO, R.; RUARO, L.; OLIVEIRA, R. A. O.; DUARTE, H. S. S. **Levantamento de nematóides associados à cana-de-açúcar no estado do Paraná, Brasil.** Arq. Inst. Biol., v.89, 1-12, e00332021, 2022.

MOURA, R. M. 2020. **Manejo químico de fitonematoides em cana-de-açúcar.** Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/manejo-quimico-de-fitonematoides-em-cana-de-acucar#:~:text=Esses%20nematoides%20s%C3%A3o%20respons%C3%A1veis%20pel a,isoladas%20ou%20associadas%20em%20aglomerados>. Acessado em: 10 de novembro de 2023.

MUKHERJEE, Soumalya et al. **Nematóides parasitas de plantas e seu manejo: um foco em novos nematicidas:** Nematoides - Ecologia, Adaptação e Parasitismo. [S. l.: s. n.], 2024. 136 p. DOI 10.5772/intechopen.110977. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/1148833>. Acesso em: 7 ago. 2024.

POVEDA, J.; ABRIL-URIAS, P.; ESCOBAR, C. **Biological Control of Plant-Parasitic**

Nematodes by Filamentous Fungi Inducers of Resistance: Trichoderma, Mycorrhizal and Endophytic Fungi. *Frontiers in Microbiology*, 25(11):992, 2020.

SANTOS, I.B. et al. **Bactérias diazotróficas associadas a raízes de cana-de-açúcar: solubilização de fosfato inorgânico e tolerância à salinidade.** *Bioscience Journal*. V. 28, p. 142-149, 2012.

SANTOS, M.S. et al. **Resistance to water deficit during the formation of sugarcane seedlings mediated by interaction with Bacillus sp.** *Científica*, v. 45, p. 414, 2017.

SEAPA, 2025. Cultivo de cana-de-açúcar em Goiás é o destaque do Agro em Dados de maio - SEAPA - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

SILVA, D. L. G.; BATISTI, D. L. S.; GIACOMELLI FERREIRA, M. J.; MERLINI, F. B.; CAMARGO, R. B.; BARROS, B. C. B. **Sugarcane: Economic, social, environmental, byproducts and sustainability.** *Research, Society and Development*, v. 10, n. 7, p. e44410714163, 2021.

WU, L. et al. **Novel Routes for Improving Biocontrol Activity of Bacillus Based Bioinoculants.** *Frontiers in Microbiology*, v. 8, n. 1395, p. 2-13, 2015. doi: 10.3389/fmicb.2015.01395

XUE Z, Zhong S, Shen J, Sun Y, Gao X, Wang X, et al. **Multiple mutations in the SDHB and SDHC2 subunits confer resistance to the succinate dehydrogenase inhibitor cyclobutrifluram in *Fusarium fujikuroi*.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2023;71(8):3694–3704. DOI: 10.1021/acs.jafc.2c08023.

XU, S.J; et al. Biological control of gray mold and growth promotion of tomato using *Bacillus* spp. isolated from soil. *Tropical Plant Pathology*. V. 41, p. 169–176, 2016. Doi: 10.1007/s40858 016 0082 8

ANEXOS



Figura 1. A: Instalação do ensaio e transplântio das mudas de cana-de-açúcar; B: Ensaio com 30 dias após a inoculação (DAI) do nematoide.



Figura 2. Ensaio com 60 dias após a inoculação (DAI) do nematoide.



Figura 3. A: Ensaio com 120 dias após a inoculação (DAI) do nematoide; B: Ensaio com 180 dias após a inoculação (DAI) do nematoide.



Figura 4. Avaliação feita com 120 dias após a inoculação (DAI) do nematoide.



Figura 5. Avaliação feita com 180 dias após a inoculação (DAI) do nematoide.



Figura 6. Avaliação feita com 240 dias após a inoculação (DAI) do nematoide.