



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS MORRINHOS
CURSO BACHARELADO EM AGRONOMIA

JASMINY RIBEIRO DOS SANTOS

**UTILIZAÇÃO DE BIOLÓGICO PARA O TRATAMENTO DE SEMENTE
DE MILHO PARA O CONTROLE DE *M. javanica*.**

MORRINHOS - GO

Dezembro de 2025

Jasminy Ribeiro dos Santos

**UTILIZAÇÃO DE BIOLÓGICO PARA O TRATAMENTO DE SEMENTE
DE MILHO PARA O CONTROLE DE *M. javanica*.**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Instituto Federal Goiano- Campus
Morrinhos, como requisito parcial para
obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.**

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva.

**Morrinhos-GO
Dezembro de 2025**

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

S237u Ribeiro dos Santos, Jasminy
Utilização de Biológico Para o Tratamento de Semente de Milho
Para o Controle de *M. javanica* / Jasminy Ribeiro dos Santos.
Morrinhos 2025.

37f. il.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Vicira da Silva.
Monografia (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de
0420026 - Bacharelado em Agronomia - Morrinhos (especial)
(Campus Morrinhos).

1. *Bacillus subtilis*. 2. biocontrole. 3. manejo sustentável. 4.
nematóide de galhas. 5. proteção. I. Título.

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

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Jasminy Ribeiro dos Santos

Matrícula:

2020104220210024

Título do trabalho:

Utilização de Biológicos Para o Tratamento de Semente de Milho Para o Controle de *M. javanica*

RESTRICÇÕES 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.



Documento assinado digitalmente

JASMINY RIBEIRO DOS SANTOS

Data: 30/03/2026 05:36:20-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Morrinhos

Local

30 / 03 / 2026

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Documento assinado digitalmente

Ciente e de acordo:



RODRIGO VIEIRA DA SILVA

Data: 31/03/2026 10:45:32-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



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

Documento 776307

ATA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos dezoito dias do mês de dezembro do ano **2025**, no prédio da Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos reuniram-se as 13:30 h, a Banca de Avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). A mesma, composta pelo professor **Dr. Rodrigo Vieira da Silva (Orientador)**, a **Mestra Gabriela Araújo Martins**, **Mestre Nathan Camargo Ribeiro de Moura Aquino (membro)**, sob a presidência do primeiro, para avaliar o Trabalho de Conclusão de Curso da discente **JASMINY RIBEIRO DOS SANTOS**, intitulado “**UTILIZAÇÃO DE BIOLÓGICO PARA O TRATAMENTO DE SEMENTE DE MILHO PARA O CONTROLE DE *M. javanica***”. Requisito parcial para a obtenção do título de BACHAREL EM AGRONOMIA. Ao iniciar os trabalhos, o presidente da Banca Avaliadora cedeu o tempo regulamentar para que a discente fizesse a apresentação do seu trabalho, a seguir ocorreu a arguição dos Membros da Banca de Avaliação. Na terceira etapa a banca avaliou o desempenho da estudante. Concluído essas etapas o trabalho foi considerado:

x	Aprovado		
	Aprovado com ressalvas	NOTA	9,5
	Reprovado		

Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva

Orientador - IF Goiano, Campus Morrinhos, GO

Mestra Gabriela Araújo Martins

Membro - IF Goiano, Campus Morrinhos, GO

Mestre Nathan Camargo de Moura Aquino

Membro - IF Goiano, Campus Morrinhos, GO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me sustentar mesmo diante das adversidades e desafios encontrados ao longo do caminho. Sou grata pela vida abençoada que Ele me concedeu, pela saúde, pela alegria e pela serenidade nos momentos difíceis.

Em seguida, expresso minha profunda gratidão aos meus pais, Marcelo Dias dos Santos e Edilaine Ribeiro da Silva Santos, que nunca mediram esforços para me apoiar, tanto financeiramente quanto emocionalmente, durante toda essa jornada. Obrigada por sempre acreditarem em mim e me incentivarem a seguir em frente.

À minha irmã, Marcela Ribeiro dos Santos, agradeço por sua confiança em minhas decisões e por estar sempre ao meu lado. Ao meu amigo, Matheus Lima da Silveira, meu muito obrigada por caminhar comigo durante todo esse processo, oferecendo apoio, incentivo e amor. Agradeço também aos meus tios, Elismar de Moura Ribeiro e Hellen Fernanda, por seu constante encorajamento e presença.

Sou grata aos amigos que tornaram essa caminhada mais leve e significativa: Isabeli Brito, Ive Mariana, Valentine Virgínia, Viviane, Matheus Antônio, Kallebe Almeida e Luiz Felipe Menezes.

Aos colegas do laboratório de Nematologia, meu agradecimento pela colaboração na execução do projeto. Ao meu orientador, Prof. Dr. Rodrigo Vieira Silva, agradeço pelos ensinamentos, paciência e apoio ao longo dessa trajetória. E à minha amiga e coorientadora, Ms. Gabriela Araújo, sou imensamente grata pelo empenho, pela dedicação e por todo o aprendizado compartilhado.

Por fim, agradeço ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos e a todos os professores que foram fundamentais para a minha formação.

A todos, meu carinho, respeito e eterna gratidão!

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 Milho.....	12
2.2 Nematoides Fitopatogênicos.....	12
2.3 <i>Meloidogyne javanica</i>	13
2.4 Controle de nematoides.....	16
2.5 Controle Biológico.....	17
2.6 Tratamento de sementes.....	18
3. Objetivo Geral e Objetivos Específicos.....	19
3.1 Objetivos Específicos.....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1 Informações Gerais.....	19
4.2 Preparação do substrato e variedade a ser utilizada.....	20
4.3 Extração de <i>M. javanica</i>	21
4.4 Tratamento de Semente.....	22
4.5 Semeadura do milho e Inoculação com o nematoide.....	23
4.6 Adubação.....	25
4.7 Avaliação do Experimento.....	25
5. Resultados e Discussões.....	29
6. Conclusão.....	34
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	35

RESUMO

O milho é uma cultura amplamente utilizada para o consumo humano e animal em todo o mundo, no entanto, a presença de nematoides nas áreas de cultivo pode causar grandes prejuízos na produção. Dentre os principais fitonematoides associados ao milho, destacam-se os do gênero *Meloidogyne*, conhecidos como nematoides formadores de galhas. O controle desses organismos é de extrema importância para garantir a produtividade da cultura. Uma estratégia viável e promissora é o controle biológico por meio do tratamento de sementes, que proporciona proteção ao inóculo primário do patógeno e atua nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do tratamento de sementes de milho com nematicida biológico à base de *Bacillus*. Utilizou-se o produto Rizos, à base de *Bacillus subtilis*, aplicado em cinco concentrações, com seis repetições. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, seguindo um delineamento inteiramente casualizado. Aplicou-se nas sementes as concentrações de 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 mL (3×10^9 ufc/mL) do produto e a seguir realizou-se a inoculação de 5000 ovos de *M. javanica*. Aos 60 dias, após a inoculação, realizou-se as avaliações da massa fresca e seca da parte aérea e de ovos por planta. A utilização do biológico não reduziu a reprodução do nematoide nas condições experimentais. Inclusive, o aumento da dose da bactéria, teve como consequência, maior reprodução do nematoide nas raízes do milho. Mais estudos dessa interação devem ser realizados para a confirmação desse resultado da interação de *B. subtilis* x *M. javanica* em milho.

Palavras-Chave: *Bacillus subtilis*; biocontrole; manejo sustentável; nematoide de galhas; proteção.

ABSTRACT

Corn is a widely used crop for human and animal consumption worldwide; however, the presence of nematodes in cultivated areas can cause significant production losses. Among the main plant-parasitic nematodes associated with corn, those of the genus *Meloidogyne*, known as root-knot nematodes, stand out. Controlling these organisms is extremely important to ensure crop productivity. A viable and promising strategy is biological control through seed treatment, which provides protection to the primary inoculum of the pathogen and acts in the early stages of plant development. In this context, the present work aims to evaluate the efficiency of corn seed treatment with a *Bacillus*-based biological nematicide. The product Rizos, based on *Bacillus subtilis*, was used, applied at five concentrations, with six repetitions. The experiment was conducted in a greenhouse, following a completely randomized design. Concentrations of 0.5, 1.0, 1.5, and 1.5 were applied to the seeds. 2.0 and 2.5 mL (3×10^9 CFU/mL) of the product were used, followed by inoculation with 5000 eggs of *M. javanica*. Sixty days after inoculation, fresh and dry weight of the aerial part and eggs per plant were evaluated. The use of the biological agent did not reduce nematode reproduction under the experimental conditions. In fact, increasing the dose of the bacteria resulted in greater nematode reproduction in the corn roots. Further studies of this interaction should be conducted to confirm this result of the interaction between *B. subtilis* and *M. javanica* in corn.

Keywords: *Bacillus subtilis*; biocontrol; sustainable management; root-knot nematode; protection.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L., grupo Saccharata) pertence à família Poaceae (gramíneas) e é um dos cereais mais importantes e cultivados no mundo. Os principais produtores globais são Estados Unidos, China, Brasil e Argentina. No Brasil, o milho possui expressiva importância socioeconômica, com produção de 139, 7 milhões de toneladas em 2025 (CONAB 2025), pois além de ser um alimento essencial, contribui significativamente para a geração de renda, emprego e energia (Silva, 2023). A produção nacional concentra-se principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste. Embora a maior parte da produção seja destinada ao consumo interno, parcela considerável é exportada para países como China, Japão, União Europeia e diversas nações da América Latina (Oliveira, 2025).

A produção de milho é diretamente influenciada por diversos fatores bióticos, incluindo fungos, bactérias, insetos prejudiciais e fitonematoides (Shelton et al., 2013). Os fitonematoides são um dos inimigos mais importantes e "silenciosos" da cultura do milho no Brasil, causando perdas significativas de produtividade. Entre os nematoides parasitas de plantas mais prejudiciais estão o nematoide de galhas, do gênero *Meloidogyne* (Quintanilla; Fazlabadi, 2023).

Os nematoides são organismos microscópicos pertencentes ao filo Nematoda, caracterizados por apresentarem corpo cilíndrico, alongado, não segmentado e revestido por uma cutícula protetora. Esses fitopatógenos figuram entre as pragas agrícolas de maior relevância no Brasil, devido ao seu caráter endoparasitário obrigatório, à ampla gama de hospedeiros e à elevada capacidade de dispersão nas áreas de produção (Silva, 2025). Esses nematoides induzem alterações fisiológicas, estruturais e metabólicas nas plantas, podendo também facilitar a entrada de fungos e bactérias por meio das perfurações causadas pelo estilete, estrutura que utilizam para penetrar nos tecidos radiculares. Além disso, podem atuar como vetores de viroses, potencializando os danos causados às culturas (Pinheiro, 2022).

Após a penetração nas raízes e infecção, por meio de danos diretos e indiretos, esses organismos causam sérias perdas a cultura, resultando na redução da produtividade e qualidade das colheitas, aumento dos custos de produção e consequente prejuízos financeiros. As infecções causadas por esses nematoides podem levar a redução de produtividade da ordem 60% (Quintanilla; Fazlabadi, 2023), com variações dependendo do cultivar utilizado, textura do solo, das condições climáticas e manejo inadequado. Em

razão dos prejuízos dos nematoides de galhas na cultura do milho, torna-se essencial buscar estratégias de manejo eficientes para reduzir os prejuízos causados pelos fitonematoides. Entre os métodos de controle, destacam-se: medidas preventivas, como a limpeza de calçados, máquinas e implementos agrícolas e o uso de água de boa qualidade; rotação de culturas, que diversifica a microbiota do solo e reduz a população de nematoides; uso de plantas antagonistas, como a crotalária (*Crotalaria spectabilis*), capaz de inibir o ciclo de vida de determinados fitonematoides; emprego de cultivares resistentes; aplicação de agentes químicos e biológicos (OLIVEIRA, 2020).

Nos últimos anos, o uso de agentes biológicos no controle de fitonematoides tem ganhado destaque, sobretudo por se tratar de uma alternativa sustentável e ambientalmente segura. Esse método não deixa resíduos, não favorece a seleção de populações resistentes, preserva o equilíbrio da biota do solo, apresenta menor custo e é de fácil aplicação (MACHADO, 2016). O controle biológico baseia-se na utilização de inimigos naturais de pragas e patógenos, incluindo fungos e bactérias com ação antagônica (JÚNIOR, 2022). Os fungos nematófagos empregados no controle de nematoides são geralmente quitinolíticos, como *Purpureocillium lilacinum*, *Pochonia chlamydosporia* e espécies de *Trichoderma*, que produzem metabólitos tóxicos e induzem resistência nas plantas. Já entre as bactérias, destacam-se as do gênero *Bacillus*, reconhecidas por sua eficiência e ampla aplicabilidade (SANTOS, 2022).

Os nematicidas microbiológicos à base de *Bacillus subtilis* e *Bacillus methylotrophicus* têm se mostrado eficazes no controle de espécies de *Meloidogyne* e *Pratylenchus*. De forma geral, bactérias do gênero *Bacillus* spp. sintetizam metabólitos secundários que interferem no ciclo reprodutivo dos nematoides ou degradam exsudatos radiculares, dificultando o reconhecimento entre nematoide e planta. Além disso, essas bactérias são capazes de colonizar tecidos internos, o que lhes confere proteção contra condições ambientais adversas e maior persistência no solo (RODRIGUES, 2019).

O tratamento de sementes é outro método de controle amplamente utilizado, consistindo na aplicação de agentes químicos ou biológicos sobre as sementes para prevenir o ataque de patógenos e pragas. No caso dos agentes biológicos, são adicionados microrganismos vivos capazes de controlar fitonematoides e, em alguns casos, promover o crescimento vegetal (ROCHA et al., 2022). Essa prática visa eliminar o inóculo infeccioso associado às sementes, evitar infecções nas fases iniciais de desenvolvimento e reduzir a ocorrência de surtos epidêmicos em campo (MACHADO et al., 2006).

Diante do exposto, torna-se importante a realização de estudos para avaliar a eficiência de nematocidas biológicos a base de *Bacillus subtilis* e *Bacillus methylotrophicus* para o controle de *Meloidogyne javanica* no milho, via tratamento de semente da cultura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Milho

O milho (*Zea mays* L.) destaca-se por sua grande versatilidade de uso, sendo amplamente aproveitado na alimentação humana, animal e na indústria, o que resulta em uma ampla diversidade de produtos (EMATER-MG, 2016). Na alimentação humana, o grão é utilizado na elaboração de diversos alimentos, como bolos, pamonhas, curau, milho cozido, assado, sorvetes, entre outros. Para o consumo animal, o milho constitui um dos principais componentes na formulação de rações e na produção de silagens. Já no setor industrial, o cereal possui relevância na fabricação de conservas e outros derivados, contribuindo significativamente para o setor agroindustrial brasileiro (EMBRAPA, 2022).

No Brasil, o milho está entre os cereais mais cultivados e de maior importância econômica. De acordo com o 12º Levantamento da Safra 2024/2025, realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2025), a área total destinada à produção do grão foi de aproximadamente 22 milhões de hectares, com produtividade média estimada em 6.391 kg/ha, resultando em uma produção aproximada de 140 milhões de toneladas.

Esse desempenho expressivo reflete diretamente na balança comercial brasileira. Segundo dados do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2023), o setor agropecuário registrou, em 2022, um valor total de US\$ 141,7 bilhões, dos quais o milho representou cerca de 6%, correspondendo a aproximadamente US\$ 8,5 bilhões (Domingos, 2023).

2.2 Nematoides Fitopatogênicos

Os nematoides são organismos microscópicos, vermiformes, não segmentados e, em sua maioria, transparentes. Apresentam baixa mobilidade no solo, sendo facilmente

disseminados por meio da água da chuva, irrigação ou pelo contato com raízes e mudas contaminadas. É comum encontrar esses microrganismos em solos agrícolas, onde atacam principalmente o sistema radicular das plantas. Contudo, algumas espécies podem ser encontradas em sementes ou em partes aéreas, dependendo da cultura (Ritzinger, 2013).

Nos solos agrícolas, é possível observar uma ampla diversidade de espécies de nematoides. Alguns apresentam hábitos saprofiticos, alimentando-se de bactérias e fungos, desempenhando, assim, papel fundamental na decomposição da matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes. Outros atuam como predadores ou onívoros, enquanto uma parcela é constituída por espécies que se alimentam das raízes das plantas — os chamados fitonematoides —, os quais podem causar doenças e comprometer o desenvolvimento vegetal (Pinheiro, 2022).

Entre as principais espécies de fitonematoides que atacam a cultura do milho anuais destacam-se: nematoides das galhas, pertencentes às espécies *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*; nematoides das lesões radiculares, causados por *Pratylenchus brachyurus* (Ferraz, et al., 2016).

Os sintomas variam conforme a espécie envolvida. De modo geral, na parte aérea, observa-se a formação de reboleiras de plantas com porte reduzido e coloração amarelada, aspecto comum a diversos fitonematoides. Já nas raízes, as manifestações são mais específicas: em infestações por *Meloidogyne* spp., há formação de galhas ou tumores devido ao engrossamento dos tecidos radiculares; *Pratylenchus* spp. causa lesões microscópicas, muitas vezes de difícil diagnóstico a campo; (Arieira, 2016).

O ciclo de vida dos nematoides inicia-se com o ovo, seguido por quatro estádios juvenis (J1 a J4) e culminando na fase adulta, composta por fêmeas e machos (Nematologia, 2011). A duração desse ciclo pode variar conforme a espécie e as condições ambientais, sendo um fator determinante na intensidade dos danos causados às culturas agrícolas.

2.3 *Meloidogyne javanica*

Os nematoides formadores de galhas destacam-se pelos severos danos que podem ocasionar às culturas agrícolas. Entre os principais sintomas observados, ressaltam-se a redução do porte e o amarelecimento das plantas (Dias et al., 2021). Esses sintomas resultam da interferência direta do parasitismo no sistema radicular, que compromete a

absorção de água e nutrientes, afetando o desenvolvimento vegetativo e produtivo das plantas.

Segundo SILVA (2025), esses organismos são endoparasitas obrigatórios que comprometem o desenvolvimento das plantas ao se alimentarem das células das raízes. Durante esse processo, induzem a formação de galhas, estruturas que prejudicam a absorção de água e nutrientes, afetando diretamente o crescimento vegetal e além disso, deixam as raízes infectadas mais suscetíveis à entrada de outros patógenos presentes no solo, uma vez que os danos mecânicos causados pela penetração do juvenil de segundo estágio do nematoide de galhas, além disso, atuam como porta de entrada para novas infecções de outros patógenos do solo (Silva, 2025).

O ciclo de vida de *Meloidogyne javanica* ocorre em média de 28 dias, sendo que O primeiro estágio juvenil (J1) corresponde ao momento em que o embrião se desenvolve dentro do ovo, formando um pequeno verme. Ainda no interior do ovo, ocorre a primeira muda (ecdise), originando o juvenil de segundo estágio (J2). Após a eclosão, o J2 torna-se móvel no solo e passa a localizar as raízes da planta, guiado pelos exsudatos radiculares. Ao encontrá-las, penetra o tecido e avança entre as células do parênquima até alcançar a zona de diferenciação celular próxima ao córtex. Superada a barreira endodérmica, continua migrando em direção à coifa radicular, atingindo a região meristemática apical, onde se fixa e inicia sua alimentação. Durante esse processo, o estilete perfura a parede celular e libera secreções provenientes das glândulas esofágicas, que estimulam o aumento e a reprogramação das células do cilindro vascular, intensificando sua divisão no periciclo. Essa atividade leva à formação de células hipertrofiadas, conhecidas como células nutridoras, acompanhadas por elevação nos níveis de auxina e outros hormônios que desencadeiam hiperplasia e hipertrofia dos tecidos. Essas células especializadas sustentam o desenvolvimento dos estágios juvenis J3 e J4. Ao final, o J4 realiza sua última muda e atinge a fase adulta, diferenciando-se em macho ou fêmea, com o sistema reprodutivo totalmente funcional para a produção de ovos (Rodrigues, 2022).

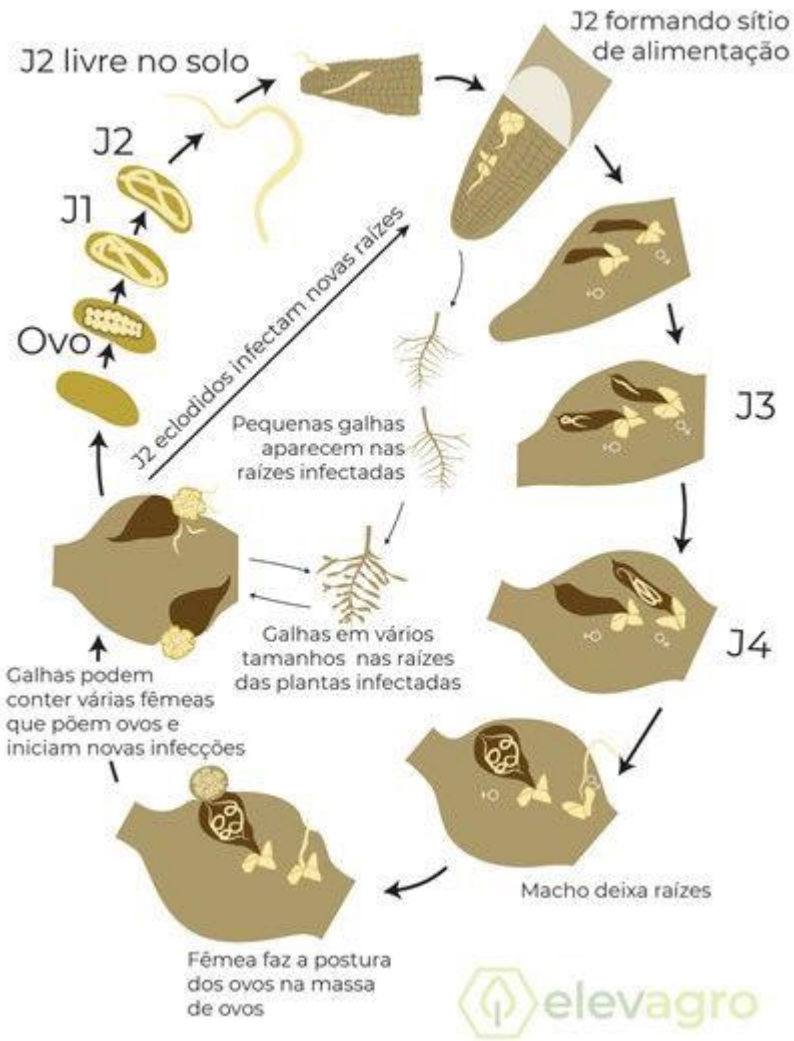


Figura 1: Esquema do ciclo de vida de *Meloidogyne* spp.

Fonte: AGRIOS, G.N. Plant pathology. 5a Ed., Academic Press. 2005.

Após a penetração, os juvenis tornam-se sedentários, perdendo a capacidade de locomoção e passando a se alimentar do conteúdo celular das raízes. À medida que se desenvolvem, sofrem mudas sucessivas até atingirem a fase adulta. As fêmeas adultas adquirem formato globoso e volumoso, sendo visíveis externamente devido às galhas formadas nas raízes. Cada fêmea é capaz de produzir centenas a milhares de ovos ao longo de seu ciclo, média de 500, podendo atingir até 2.000 ovos por indivíduo. A duração total do ciclo varia conforme as condições ambientais, ocorrendo em aproximadamente três a quatro semanas no verão e até sete semanas no inverno (Pinheiro, 2022).

O aumento populacional de *M. javanica* está frequentemente associado ao cultivo sucessivo de uma mesma espécie vegetal suscetível, sem a adoção de práticas de manejo

adequadas. Esse cenário favorece a multiplicação contínua do patógeno no solo, intensificando os danos às culturas subsequentes. Diante disso, torna-se fundamental a implementação de estratégias de manejo integradas, entre as quais se destacam o uso de cultivares resistentes, a rotação de culturas e o emprego de agentes biológicos. Tais práticas são essenciais para reduzir a população do nematoide e minimizar as perdas econômicas decorrentes de sua infestação (Rosa et al., 2013).

Os prejuízos pelos nematoide de galhas podem variar drasticamente dependendo do nível de infestação, da espécie de nematoide, do híbrido de milho utilizado e das condições ambientais. Segundo Oliveira et al. (2023), os registros de perdas expressivas na cultura do milho associadas a nematoides no Brasil ainda são escassos. Em condições de alta infestação, o nematoide de galhas tem potencial para causar danos extremamente altos no milho, resultando em perdas de produtividade que comprometem a viabilidade da lavoura. Ferraz et al., (2023) relata redução de 90% no desenvolvimento em um estudo avaliando o parasitismo de *M. incognita* em um híbrido de milho (Dekalb XL41), devido à alta pressão da praga. Isso ocorreu em um limite de tolerância de 10 ovos do nematoide por grama de solo.

2.4 Controle de nematoides

Os nematoides, por serem organismos de difícil controle e alta capacidade reprodutiva, exigem a adoção de estratégias integradas de manejo para minimizar os danos às culturas agrícolas. Entre as principais medidas preventivas e de controle destacam-se a rotação de culturas, o uso de cultivares resistentes e a aplicação de produtos químicos, como os nematicidas (Inomoto et al., 2006).

De maneira geral, as formas de controle de nematoides podem ser classificadas em cultural, biológico, químico e físico. O controle químico para os fitonematoides, embora seja necessário e eficiente em alguns casos, possuem algumas desvantagens: são muito caros e pode causar toxicidade ao aplicador e ao ambiente se não manejados de maneira correta (Amaral, 2021). O controle biológico, em particular, tem recebido destaque por ser uma alternativa sustentável e ambientalmente segura. Esse método baseia-se na utilização de um microrganismo para controlar outro, limitando sua população ou interferindo no seu ciclo de vida, embora essa abordagem apresente desafios e limitações, especialmente por depender de fatores ambientais como temperatura,

umidade e propriedades físico-químicas do solo, o controle biológico permanece uma alternativa promissora para o manejo de fitonematoides (Silva, 2025).

Além das estratégias de controle químico e biológico, o manejo de nematoides pode ser realizado por meio de práticas culturais e pelo uso de cultivares resistentes. O controle cultural consiste, principalmente, na rotação de culturas com espécies não hospedeiras ou pouco suscetíveis aos nematoides, prática que contribui para a redução da população desses patógenos no solo ao longo do tempo. Já o controle por resistência genética baseia-se na utilização de variedades que apresentam mecanismos naturais de defesa contra a infecção e o desenvolvimento dos nematoides, limitando sua reprodução e minimizando os danos causados às plantas. Dessa forma, essas estratégias constituem ferramentas importantes dentro do manejo integrado de nematoides, favorecendo a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola (Ferraz, et al., 2010).

2.5 Controle Biológico

Segundo Cook e Baker (1982), o controle biológico consiste na redução da densidade do inóculo ou das atividades determinantes da doença causada por um patógeno, por meio da ação de um ou mais organismos que não o homem. No caso dos patógenos do solo, o controle ocorre através da interação de microrganismos benéficos, que destroem as unidades propagativas (propágulos), prevenindo a formação do inóculo ou degradando aquele presente em resíduos infectados, o que resulta na diminuição do vigor e da virulência do patógeno (Bettioli, 1991). Sendo os principais mecanismos de biocontrole o uso de fungos e bactérias (Silva, 2025).

Entre os microrganismos antagonistas mais estudados destaca-se o *Bacillus subtilis*, uma bactéria versátil e eficiente no controle de diversos patógenos em diferentes culturas agrícolas. Além de seu efeito supressor sobre doenças, *B. subtilis* é amplamente reconhecida por promover o crescimento vegetal, devido à sua capacidade de aumentar a fixação biológica de nitrogênio, sintetizar fitormônios, melhorar a estrutura do solo e solubilizar nutrientes essenciais. Como resultado, observa-se maior vigor germinativo, emergência uniforme e crescimento acelerado das plantas. No controle de fitonematoides, especialmente os nematoides formadores de galhas (*Meloidogyne* spp.), *B. subtilis* atua como biocontrolador por meio da produção de endotoxinas e metabólitos secundários que interferem no ciclo reprodutivo desses patógenos, afetando diretamente a oviposição e a eclosão dos juvenis (Ribeiro et al., 2011).

De forma semelhante, o *Bacillus methylotrophicus* tem demonstrado elevada eficácia no estímulo ao crescimento vegetal e na biorremediação do solo, graças à produção de bacteriocinas e outros compostos bioativos com ação antimicrobiana. Esses mecanismos contribuem tanto para o controle de doenças quanto para a melhoria das condições edáficas, apresentando-se como uma alternativa sustentável e eficiente, assim como *B. subtilis* (Monnerat et al., 2020).

2.6 Tratamento de sementes

O tratamento de sementes consiste em um conjunto de práticas destinadas à eliminação ou inativação de patógenos presentes nas sementes ou que possam contaminá-las durante o armazenamento e o plantio. Essa técnica tem como objetivo proteger o material propagativo contra a ação de agentes fitopatogênicos, assegurando o estabelecimento de plantas mais saudáveis, vigorosas e produtivas. Trata-se de uma medida altamente eficaz, especialmente em situações nas quais não há garantia da qualidade sanitária das sementes ou quando se busca reduzir o potencial de inóculo primário nas áreas de cultivo (Parisi et al., 2013).

O uso de sementes saudáveis, certificadas e tratadas é de fundamental importância, uma vez que cerca de 90% das principais culturas alimentares, como milho, soja, trigo, feijão, cevada e sorgo podem ter doenças transmitidas via semente (Henning, 2005).

Atualmente, existem diversas formas de tratamento de sementes, que variam conforme o objetivo e o tipo de cultura. Além do tratamento químico tradicional, podem ser empregados métodos alternativos, como: peletização, que consiste na aplicação de uma camada de compostos cimentantes de granulometria fina, aumentando o tamanho da semente e proporcionando formato mais uniforme e arredondado; peliculização, que realiza o recobrimento da semente com polímeros, formando uma película protetora que melhora a adesão de produtos e a manipulação; aplicação de bioestimulantes, que aceleram o processo germinativo e uniformizam a emergência, sendo amplamente utilizados em plantas ornamentais e hortícolas; inoculação, processo em que microrganismos benéficos são aplicados às sementes com o intuito de proteger as plântulas e estimular seu desenvolvimento, promovendo maior vigor e resistência (Inoue, 2019).

Diante da crescente demanda por uma agricultura mais sustentável e alinhada com as práticas de Manejo Integrado de Nematoides (MIN), surge a necessidade urgente de

estudar e validar o uso de produtos biológicos. O tratamento de sementes (TS) é uma ferramenta estratégica, pois aplica o agente de controle diretamente no ponto de maior necessidade (rizosfera), garantindo a proteção das raízes nas fases críticas de estabelecimento da cultura.

3. Objetivo Geral e Objetivos Específicos

O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência do tratamento de semente de milho com o produto biológicos à base de *Bacillus subtilis* no controle de *Meloidogyne javanica*.

3.1 Objetivos Específicos

- Analisar os sintomas apresentados pelo nematoide na cultura do milho;
- Estudar o efeito de diferentes concentrações dos produtos biológicos no controle de *M. javanica* na cultura do milho;
- Avaliar se os biológicos são viáveis para o controle biológico de *M. javanica* e selecionar a melhor concentração de utilização.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Informações Gerais

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação no Instituto Federal Goiano- Campus Morrinhos, durante os meses de agosto a outubro de 2024. A temperatura da casa de vegetação, foi monitorada a temperatura de 25 ± 2 °C.

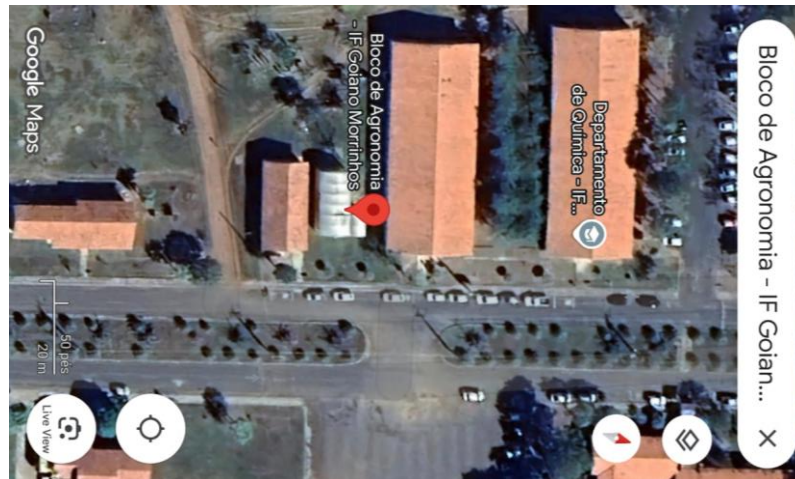


Figura 2: Casa de Vegetação no Instituto Federal Goiano- Campus Morrinhos.
Fonte: Google Maps.

4.2 Preparação do substrato e variedade a ser utilizada.

O substrato utilizado foi constituído de areia e terra de barranco, na proporção de 2:1 (v/v), sendo esterilizado em autoclave a 120° por 30 minutos, como na Figura 3. Após a esterilização, procedeu-se o enchimento de 42 vasos (Figura 4). Utilizou-se para a realização do trabalho sementes de milho convencional, também conhecido como o milho 1051, ou também conhecido como milho pamonheiro.



Figura 3: Preparo do substrato e esterilização em autoclave



Figura 4: Enchimento dos vasos com substrato esterilizado para início do experimento.

4.3 Extração de *M. javanica*

A extração foi realizada conforme o método de Bonetti e Ferraz (1981), o qual consistiu na lavagem das raízes em água corrente para a remoção do excesso de solo. Em seguida, as raízes foram seccionadas com o auxílio de uma tesoura até atingirem aproximadamente 1 cm de espessura, conforme apresentado na Figura 5. Após essa etapa, as raízes foram transferidas para um liquidificador juntamente com uma solução de hipoclorito de sódio a 0,5%, sendo homogeneizadas em rotação mínima por 20 segundos, a fim de possibilitar a separação dos ovos nematoides presentes.

A solução resultante foi vertida sobre uma peneira de 200 mesh, sobreposta a uma peneira de 500 mesh. O material retido na peneira de 500 mesh foi coletado e armazenado em um Becker. Posteriormente, retirou-se uma alíquota de 1 mL, utilizando-se uma pipeta

graduada, e esta foi transferida para a câmara de Peters para a contagem dos ovos, os quais foram observados em microscópio fotônico com aumento de 100×.



Figura 5: A: Raízes de jiloeiro, contendo as galhas, cortadas; B: Raízes cortadas colocadas no liquidificador; C: Solução obtida através da mistura entre raízes, água e hipoclorito de sódio e; D: Solução obtida passando pelas peneiras de 200 e 500 mesh. (Boneti e Ferraz, 1981)

4.4 Tratamento de Semente

Após esses processos, foi realizado o tratamento das sementes de milho, a partir de um nematicida biológico Rizos, que é a base de *Bacillus subtilis*, com concentração de 3×10^9 UFC/mL. Para o tratamento foi feita a pesagem de 100 gramas de semente de milho, sendo que em T1 (controle absoluto- onde não foi feito nem o tratamento de semente e nem a inoculação de nematoides) e T2 (controle), não houve o tratamento de semente, apenas em T3, com uma dose de 0,5 mL contendo $1,5 \times 10^9$ UFC de *Bacillus subtilis*; T4, com uma dose de 1 mL, contendo 3×10^9 UFC da bactéria; T5, com uma dose de 1,5 mL, contendo $4,5 \times 10^9$ UFC; T6, com uma dose de 2,0 mL, com 6×10^9 UFC e T7, com uma dose de 2,5 mL, com $7,5 \times 10^9$ UFC.

Após a aferição das sementes que seriam submetidas ao tratamento foram colocadas em sacos plásticos e com o auxílio de uma micropipeta, foi feita a calibragem da quantidade necessária do produto e a posterior ele foi misturado com 3 mL de água, através de uma pipeta graduada. A diluição foi feita para um maior volume de calda, à fim de possuir calda em todas as sementes, que foi obtido com o auxílio de uma pipeta graduada, foi jogado o produto e a água em um béquer e posteriormente a solução foi

jogada nos sacos plásticos contendo as sementes, para ser feito o tratamento das sementes, como demonstrado na Figura 6.



Figura 6: A: Aferição da massa das sementes de milho 1051; B: Produto para a realização do tratamento; C: Mistura do produto na semente.

4.5 Semeadura do milho e Inoculação com o nematoide

Depois de ter feito a extração do nematoide e o tratamento de semente foi realizado o plantio das sementes e a inoculação dos nematoides no solo, com cerca de 5000 ovos, nos respectivos tratamentos, como na Figura 7. Foi feito cinco furos nos vasos, um para o plantio da semente e inoculação e os demais para a inoculação. Os vasos foram deixados na antecâmara da casa de vegetação, fora da irrigação, por 5 dias, sendo irrigadas manualmente com o auxílio de um regador, para depois desse período serem transferidas para a casa de vegetação, com irrigação automática.



Figura 7: A: Infestação dos vasos com os ovos de *Meloidogyne javanica*; B: Semeadura das sementes de milho; C: vasos na antecâmara, já irrigadas manualmente e; D: vasos transferidos após 5 dias para a irrigação.

Com cerca de dez dias após a data do plantio quatro dos 42 vasos não germinaram, sendo necessário o replantio dos mesmos, para isso foi realizado novamente o tratamento das sementes para posterior serem semeadas (Figura 8).

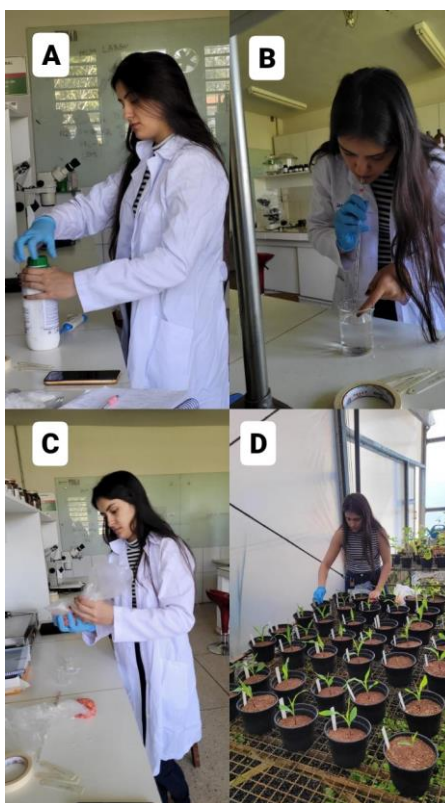


Figura 8: A: *Bacillus subtilis* para refazer o tratamento de semente; B: 3 mL de água para misturar com o produto; C: mistura da semente no produto e; D: Replântio.

4.6 Adubação

Posteriormente, foi realizada com cerca de 20 dias após o plantio, a adubação dos milhos, utilizando o uma grama e meia do adubo, de liberação controlada, Osmocote (14-14-14 + micronutrientes) em cada vaso, como na Figura 9.

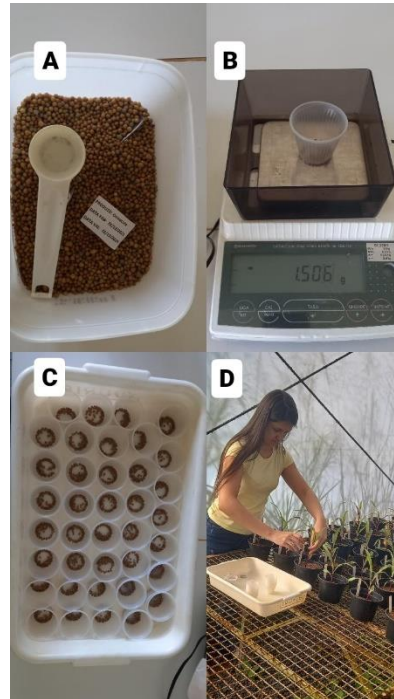


Figura 9: A: Adubo Osmocote que foi utilizado; B: Medição da massa do adubo; C: todos os copos pesados para serem colocados nos vasos e; D: Adubação dos vasos.

4.7 Avaliação do Experimento

Após a adubação os milhos foram monitorados semanalmente, sendo observado a irrigação, plantas daninhas e o desenvolvimento vegetativo do mesmo.

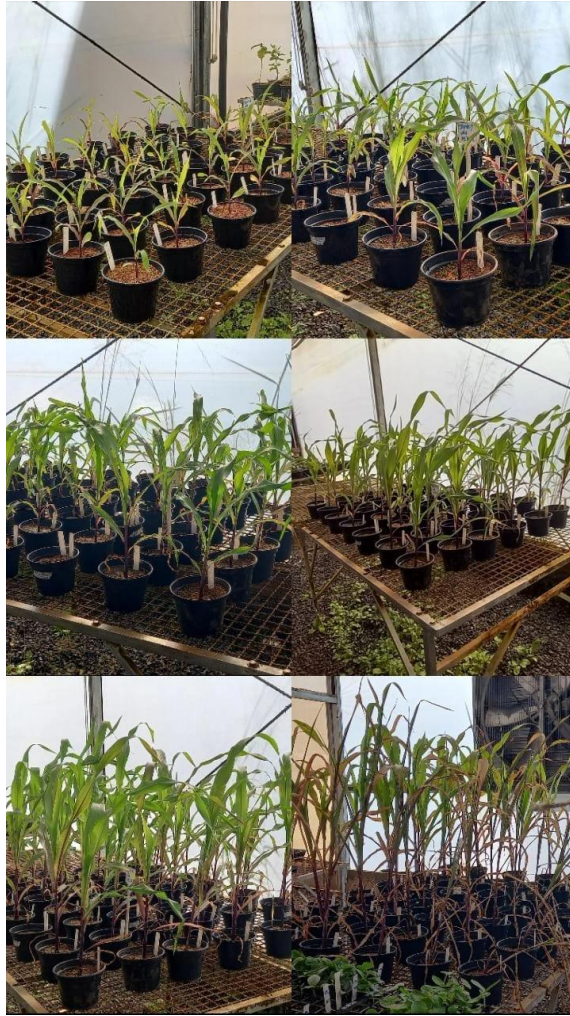


Figura 10: Imagens do acompanhamento semanal do desenvolvimento do milho.

No dia 24 de junho de 2024, cerca de 69 dias após a instalação do experimento, foi realizada as avaliações da massa seca da parte aérea, massa fresca da parte aérea e da raiz e número de ovos.

Em primeiro momento a parte aérea foi retirada, com o auxílio de um estilete, e colocadas em um saco de papel identificando qual o tratamento e repetição a parte vegetativa se referia. Em seguida a parte radicular foi lavada, para tirar todo o excesso de terra.

A parte vegetativa de cada repetição foi pesada para depois serem levadas para a estufa a 71°C, onde permaneceram lá por 72 horas, para posteriormente serem realizadas a pesagem da massa seca da parte aérea. Do mesmo modo, houve a medição da massa das raízes, que posteriormente foram lavadas novamente, para retirar qualquer sujeira e para ser feito a extração dos nematoides (Figura 11).



Figura 11: A: Separando a parte aérea da parte vegetativa das plantas de milho. B: Pesagem da Massa fresca aérea. C: Parte vegetativa na estufa de circulação forçada. D: Raízes após a medição da massa e prontas para extração dos nematoides.

A extração dos nematoides foi realizada utilizando o método de Bonetti & Ferraz (1981), onde foi realizado o corte de raízes com galhas, com uma espessura de aproximadamente 1,0 cm de comprimento, após esse processo as raízes foram trituradas no liquidificador juntamente com uma solução de hipoclorito de sódio a 0,5% em água, por cerca de 20 segundos, em seguida essa solução passou pela peneira de 200 mesh acoplada em uma peneira de 500 mesh, como na Figura 12, sendo essa solução lavada por água corrente nesse momento. Os ovos que ficaram retidos na peneira de 500 mesh, após esse processo, foram recolhidos com o auxílio de uma pisseta e levados para a lâmina de Peters para serem quantificados, com o auxílio de um contador, em microscópio fotônico no aumento de 100 X (Figura 13).

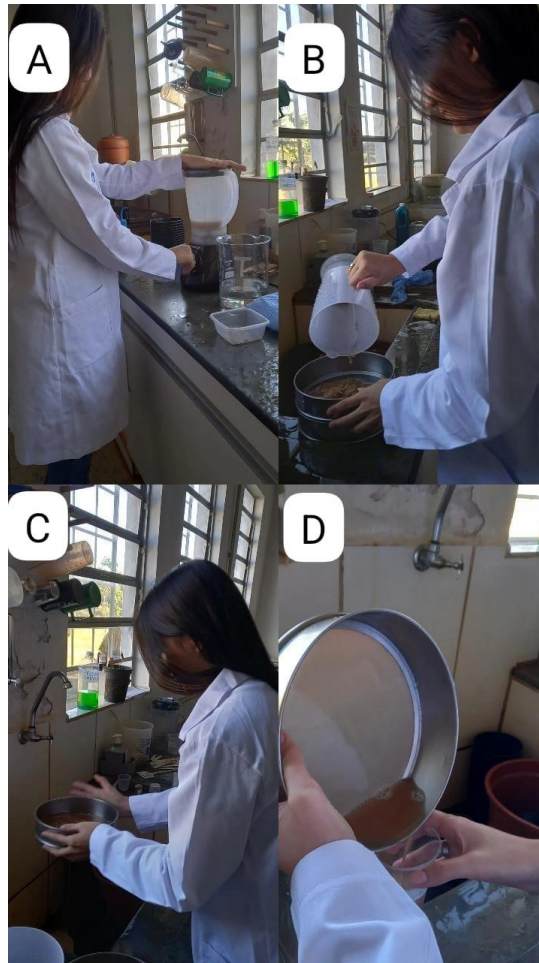


Figura 12: A: Raízes sendo trituradas juntamente com água e hipoclorito e sódio. B: Solução obtida no liquidificador passando pelas peneiras. C: Retirando todo o excesso de água da solução. D: Solução pronta para visualização.



Figura 13: Quantificação dos os ovos de *Meloidogyne javanica* em câmara de Peters em microscópio fotônico na ampliação de 100X.

5. Resultados e Discussões

A partir da tabulação dos dados da matéria seca da parte aérea (MSPA), da matéria fresca da parte aérea (MFPA), da matéria fresca das raízes (MFR) e contagem do número de ovos (NO), foi possível a realização da análise desses dados. Assim, pode se verificar que os dados para Matéria fresca de raiz (MFR), Matéria fresca de parte aérea (MFPA) e Matéria Seca de Parte Aérea não foram significativos ($P > 0,05$) pelo teste de F, segundo descrito na Tabela 1. Já para a variável (NO), correspondente ao número de ovos houve diferença significativa ($P \leq 0,01$) a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Tabela 1 – Valor e análise de variância do Número de Ovos (NO), matéria fresca de raiz (MFR), matéria fresca de parte aérea (MFPA), matéria seca de parte aérea (MSPA) pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Morrinhos (GO), 2024.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios			
		NO	MFR	MFPA	MSPA
Tratamento	6	38638593,77**	972,71 ^{NS}	246,41 ^{NS}	4,30 ^{NS}
Resíduo	35	4859139,27	496,20	213,60	9,23
Coefficiente de Variação (%)		52,34	41,43	58,02	96,71

Tratamentos

GL - Graus de liberdade

^{NS} - Não significativo pelo teste de F

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F

Tabela 2. Valores médios de Número de Ovos (NO), matéria fresca de raiz (MFR), matéria fresca de parte aérea (MFPA), matéria seca de parte aérea (MSPA) pelo teste de Scott-Knott.

Tratamentos	Variáveis Analisadas			
	NO	MFR	MFPA	MSPA
T1(Controle absoluto)	0a	76,66a	35,00a	4,50 a
T2 (Controle)	3082,66b	54,00 a	28,33 a	3,50 a
T3 (0,5 ml)	3614,00b	35,50 a	17,16 a	2,66 a
T4 (1,0 ml)	6385,33c	55,16 a	26,00a	3,50 a
T5 (1,5 ml)	4595,33b	45,83 a	28,83 a	3,33 a
T6 (2,0 ml)	7985,33c	49,66 a	23,50 a	1,83 a
T7 (2,5 ml)	3816,66b	59,50 a	17,50 a	2,66 a
Coefficiente de variação (CV) %	52,34	41,43	58,02	96,71

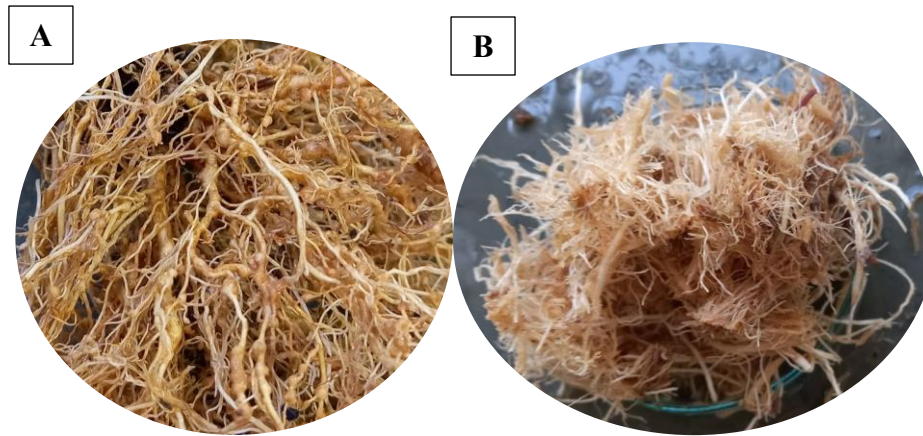


Figura 14: A: Raiz sem o tratamento com a bactéria e B: Raiz tratada com *Bacillus*.

Fonte: Santos, J. R., 2025.

O gênero dos *Bacillus* interfere no ciclo de vida, na infecção e no parasitismo dos nematoides, essa rizobactéria, pode inibir a eclosão e a motilidade dos juvenis de *Meloidogyne*, por meio da produção de antibióticos e toxinas liberados (FERREIRA, 2015) e são um dos mais estudados e explorados para o biocontrole, segundo estudos da Embrapa (2010) (FRANCO, 2024). O *Bacillus subtilis*, além de atuar no biocontrole também exerce um papel fundamental na promoção de crescimento das plantas, outro ponto positivo no uso desse microrganismo é a compatibilidade na mistura com os agroquímicos (FRANCO, 2024). Apesar de não haver diferença significativa entre os dois tratamentos, *B. subtilis* auxiliou na promoção de crescimento em qualquer dosagem, como descrito na Tabela 2.

Em relação ao número de ovos, ao analisar a tabela 2, observou que a variável apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que T2 (controle) apresentou um número de ovos em 62 % menor em relação ao tratamento 6 (com dose de 2,0 ml), ($P > 0,05$). Quando se analisa a o T3 com o T6, observa se que houve uma redução de quase 55% do número de ovos. Portanto, pode se inferir que não há a necessidade da utilização de concentrações mais altas, já que houve redução do número de ovos com doses menores. Este fato pode ser explicado, uma vez que doses maiores tem mais raízes e assim mais sitio de infecção para o nematoide infectar. Por outro lado, a planta fica mais tolerante ao parasitismo do nematoide, já que mesmo o número de ovos sendo alto não afetou o desenvolvimento vegetativo, como demonstra a figura abaixo.

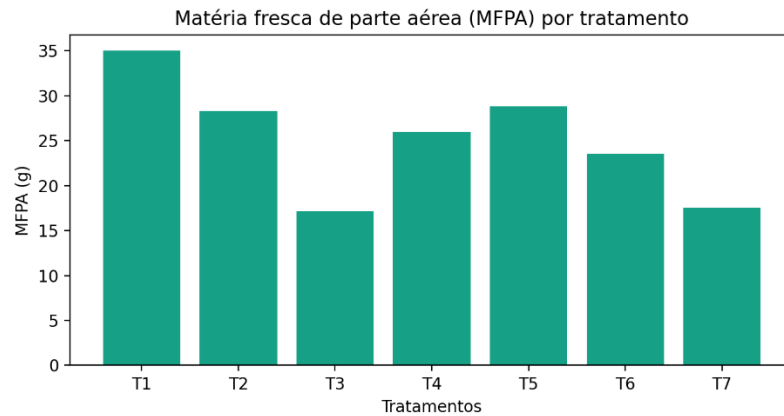


Figura 4: Variação de Matéria Fresca de Parte Aérea de acordo com os tratamentos, sendo T1 (controle absoluto), T2 (controle), T3 (dose de 0,5 mL), T4 (dose de 1,0 mL), T5 (dose de 1,5 mL), T6 (dose de 2,0 mL), T7 (dose de 2,5 mL).

RIBEIRO et al. (2002), ao analisar diferentes genótipos de milho (*Zea mays*) aos nematoides *M. javanica* e *M. incognita* Raça 3, a maioria dos genótipos apresentaram alto nível de controle de *M. javanica*. Já no trabalho de WILCKEN et al. (2005), analisando a reprodução de *M. incognita*, raça 2 e *M. javanica* em diferentes genótipos de milho em casa de vegetação, pode concluir que os materiais foram mais tolerantes ao parasitismo de *M. javanica* que a *M. incognita*. Todavia, em um estudo realizado com agentes biológicos, observou-se que os melhores resultados de controle foram quando associados a outras espécies de *Bacillus* (VIANA, 2024). Estes resultados em conjunto corroboram o potencial desta bactéria no controle de nematoides de galhas.

Diversos estudos demonstram que a eficácia de *Bacillus subtilis* está diretamente relacionada à cepa utilizada, à espécie de nematoide alvo e às condições ambientais. Assim, os resultados obtidos podem ser atribuídos à inadequação da cepa Rizos no controle de *Meloidogyne javanica* na cultura do milho. A literatura evidencia que determinadas cepas de *Bacillus* podem falhar completamente na redução das populações de *Meloidogyne*. Nesse sentido, Rahman et al. (2018) relataram que algumas cepas, quando utilizadas na cultura do milho, não produziram quantidades suficientes de metabólitos secundários, como iturinas e fengicinas, necessários para o controle de *M. javanica*. Ademais, um bionematicida pode apresentar eficiência em determinadas culturas, como tomate e soja, mas não em outras, como o milho, em função das diferenças na composição dos exsudatos radiculares (LIU et al., 2020). Segundo esses autores, os exsudatos radiculares do milho podem inibir a produção de compostos nematicidas por

Bacillus, ou ainda direcionar sua atividade metabólica prioritariamente à promoção do crescimento vegetal, em detrimento da ação direta sobre o nematoide.

Aumento da Dose Nocivo: Altas concentrações de *Bacillus* podem ser estressantes para a planta ou, inversamente, criar um ambiente de super-competição que esgota rapidamente os recursos, diminuindo a proteção. Discute o trade-off (compensação): a energia gasta pelo *Bacillus* na promoção de crescimento (resultando em raízes maiores) pode desviar energia da produção de metabólitos antimicrobianos. Raízes maiores podem simplesmente fornecer mais sítios de alimentação (suscetíveis) para *M. javanica* antes que o *Bacillus* consiga se estabelecer, levando a maior infestação (SCHWIMMER, M. et al. (2020). Concentração Subletal: Altas doses podem ter fornecido um estímulo metabólico ao nematoide, ou a alta concentração bacteriana pode ter saturado o solo de metabólitos que não são nematicidas, mas que, de alguma forma, anularam as defesas naturais da planta (CÁRDENAS-VILLARREAL, A. et al. (2018). Os autores encontraram que, acima de uma certa dose, a bactéria *Bacillus velezensis* (similar ao *subtilis*) perdeu eficácia contra o nematoide e foi fitotóxica para o tomate. Esse pode ser um dos fatores que influenciou no resultado do trabalho, já que a dose recomendada é de 1 ml/kg, quando aplicado o dobro dessa dose, como no T6 houve um aumento na reprodução do nematoide, além disso o aumento dessa dose auxiliou no desenvolvimento vegetativo, o que pode ter levado a redução da produção de metabólitos microbianos.

Entretanto, as condições experimentais do projeto não permitiram que *Bacillus subtilis* apresentasse eficiência no controle da densidade populacional do nematoide, já que ao analisar a bula do bionematicida utilizado, verifica-se que seu modo de ação não é direcionado ao controle de ovos, mas sim à proteção das raízes, dificultando a penetração do nematoide. Isso ocorre porque *B. subtilis* forma um biofilme radicular que reduz a liberação de exsudatos, desorientando *Meloidogyne javanica* e dificultando que o patógeno localize as raízes. Controlando, portanto, os juvenis J2 e não a redução de ovos, como demonstra a imagem abaixo.

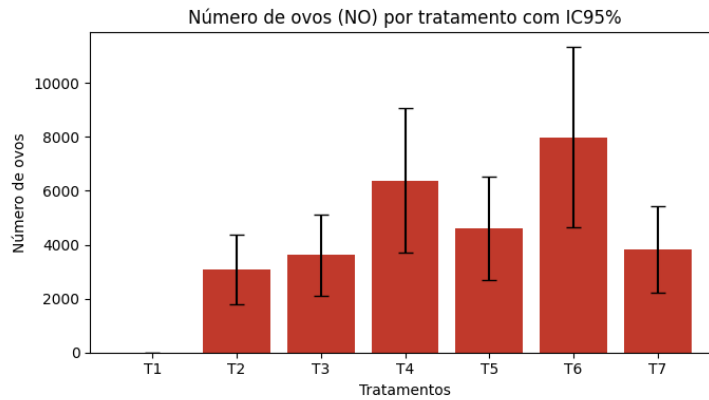


Figura 5: Número de Ovos de acordo com os Tratamentos, sendo T1 (controle absoluto), T2 (controle), T3 (dose de 0,5 mL), T4 (dose de 1,0 mL), T5 (dose de 1,5 mL), T6 (dose de 2,0 mL), T7 (dose de 2,5 mL).

6. Conclusão

Com base nos resultados obtidos no experimento conduzido em casa de vegetação, o presente estudo conclui que:

O uso de bactérias do gênero *Bacillus* no manejo de fitonematoídeos nem sempre resulta, necessariamente, na redução direta da população desses organismos no solo ou nas raízes. Em muitos casos, esses microrganismos atuam promovendo o crescimento vegetal, especialmente por meio do estímulo ao desenvolvimento do sistema radicular. Dessa forma, o aumento do volume e da área de raízes pode proporcionar maior disponibilidade de sítios de infecção para os nematoídeos, o que pode refletir em um maior número de ovos produzidos. Entretanto, esse aumento populacional não implica, obrigatoriamente, em prejuízos ao desenvolvimento da planta. Isso pode ser evidenciado pela ausência de diferenças estatísticas significativas nas variáveis de crescimento avaliadas, indicando que, mesmo diante de populações elevadas de nematoídeos, o desenvolvimento vegetativo das plantas não foi comprometido.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGRIOS, G.N. Plant pathology. 5a Ed., Academic Press. 2005.

BETTIOL, W. et al. Controle biológico de doenças de plantas. 1991. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&as_sdt=0%2C5&q=controle+biologico+de+doen%C3%A7as+de+plantas&btnG=> Acesso em: 12 de maio de 2023.

BONETI, J.I.S. & S. FERRAZ. 1981. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. Fitopatologia Brasileira 6: 553.

Cultura do milho. Emater MG, 2016. Disponível em: <<https://www.emater.mg.gov.br/download.do?id=17022>>. Acesso em 03 de outubro de 2025.

DE OLIVEIRA¹, Claudio Marcelo G.; INOMOTO, Mário Massayuki. NEMATÓIDES QUE ATACAM A CULTURA DO MILHO NO BRASIL.

DIAS, Waldir P., et al. Nematóide de galhas (*Meloidogyne* spp.). Embrapa, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/biotecnologia/nematóide-de-galhas-meloidogyne-spp.->>. Acesso em: 05 de outubro de 2025.

DOMINGOS, Maysa Araujo dos Santos. Comercio Internacional de grãos: A importância das commodities agrícolas soja e milho, em face aos desafios da pandemia covid-19. UFMS, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufms.br/retrieve/de3e3956-6c88-4917-b26a-c181fb4827fe/1429.pdf>>. Acesso em: 05 de outubro de 2025.

EMBRAPA. Milho: importância econômica e usos. Brasília, DF: Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 10 de dezembro de 2025.

FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. Nematologia de plantas: fundamentos e importância agrícola. 2. ed. Londrina: Editora da Sociedade Brasileira de Nematologia, 2016.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. Manejo sustentável de fitonematoides. Viçosa: Editora UFV, 2010.

FRANCO, Natanaeli Caroline Carneiro et al. *Bacillus* spp. no controle de fitonematóides. 2024.

FREITAS, L.G.; NEVES, W.S.; OLIVEIRA, R.; D'ARC L. Métodos em nematologia vegetal. In: ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G. Métodos em Fitopatologia. Viçosa, MG: Editora UFV, 2016, 2 edição, p.257-296.

FERREIRA, Rivanildo Junior. Espécies de *Bacillus* no controle de *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica* in vitro e na cana-de-açúcar. 2015.

OLIVEIRA, Alasse. Milho: Guia para produtividade, variedade e lucratividade da lavoura. Aegro, 2025. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/milho/>>. Acesso em 06 de outubro de 2025.

PINHEIRO, Jadir Borges. Nematoides. EMBRAPA, 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/pimenta/producao/doencas-e-pragas/doencas/nematoides>>. Acesso em: 05 de outubro de 2025.

RIBEIRO, N. R. et al. Avaliação de genótipos de milho (*Zea mays*) aos nematoides *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* raça 3.

RODRIGUES, Rafaella Alves et al. UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS NO CONTROLE DE *M. enterolobii* NA CULTURA DA BERINJELA. 2022.

ROSA, Juliana M. O., et al. Reprodução de *Meloidogyne javanica* em olerícolas e em plantas utilizadas na adubação verde. 2013. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/tpp/a/ryhgx9jy8Gdgr4YD7GxqFSx/?format=pdf&lang=pt>>.

Acesso em: 05 de outubro de 2025.

SILVA, Viviane Lorieane Nascimento Soares da et al. GUIA DE NEMATÓIDES: DIAGNÓSTICO, ESTRATÉGIAS DE MANEJO E USO COMO BIOINDICADORES. 2025.

SOJA, D. A. DESENVOLVIMENTO DE UMA CAMARA DE CONDICIONAMENTO TERMICO PARA MULTIPLICACAO DO NEMATOIDE DE CISTOS. Revista Ceres, v. 43, n. 247, p. 237-244.1996, 1996.

VAZ, Mara Vieira et al. Controle biológico de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* com *Bacillus subtilis*. Perquirere, v. 1, n. 8, p. 203-212-203-212, 2011.

VIANA, IRYANA LAURA QUEIROZ. Uso de produtos biológicos no controle de fitonematoides na cultura da soja. 2024.

WILCKEN, SILVIA RENATA SICILIANO et al. Reprodução de *Meloidogyne incognita* raça 2 e *M. javanica* em genótipos de milho em condições de casa-de-vegetação. Nematologia brasileira, v. 30, n. 1, p. 35-38, 2006.