



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS
CURSO SUPERIOR BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

VITÓRIA MARQUES FILÓ CORDEIRO

Controle de *Meloidogyne javanica* na cultura da soja utilizando *Bacillus spp.*

VITÓRIA MARQUES FILÓ CORDEIRO

Controle de *Meloidogyne javanica* na cultura da soja utilizando *Bacillus spp.*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica da unidade Colinas do Tocantins do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, como exigência à obtenção do título de Bacharela em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Esdras Henrique da Silva

COLINAS DO TOCANTINS - TO
2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

C794c Cordeiro, Vitória Marques Filó
Controle de Meloidogyne javanica na cultura da soja utilizando Bacillus
spp. / Vitória Marques Filó Cordeiro. – Colinas do Tocantins, TO, 2026.
32 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Colinas do Tocantins, Colinas do Tocantins, TO, 2026.

Orientador: Dr. Esdras Henrique da Silva

1. Controle biológico. 2. Meloidogyne javanica. 3. MATOPIBA. I. Silva,
Esdras Henrique da. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS COLINAS - TO
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

VITÓRIA MARQUES FILÓ CORDEIRO

**CONTROLE DE MELOIDOGYNE JAVANICA NA SOJA UTILIZANDO A
BACTÉRIA BACILLUS SSP.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior Bacharelado
em Engenharia Agrônômica do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins - *campus* Colinas do Tocantins - TO,
como exigência à obtenção do grau Bacharel
em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em: 18 de Junho de 2026

BANCA AVALIADORA

Dr. Esdras Henrique da Silva

IFTO - Campus Colinas do Tocantins - TO.

MSc. Daniel Santana Colares

IFTO - Campus Colinas do Tocantins - TO.

Dr. Raimundo Freire Brito

IFTO - Campus Lagoa da Confusão - TO.

Colinas do Tocantins - TO, 18 de Junho de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **Esdras Henrique da Silva, Servidor**, em 22/06/2026, às 09:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Daniel Santana Colares, Servidor**, em 22/06/2026, às 12:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Raimundo Filho Freire de Brito, Servidor**, em 25/06/2026, às 14:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **VITÓRIA MARQUES FILÓ CORDEIRO, Usuário Externo**, em 29/06/2026, às 08:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3198090** e o código CRC **9AF97D1F**.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS Campus Colinas do Tocantins Avenida Bernardo Sayão, Lote 29B, Chácara Raio de Sol, CEP 77.760-000, Colinas do Tocantins (TO) CNPJ: 10.742.006/0009-45 - Telefone:

Referência: Processo nº
23725.011576/2026-70

SEI nº 3198090

Dedico este trabalho, acima de tudo, a Deus, que glorifico por me guiar até aqui. *Soli Deo Gloria*. Dedico a minha mãe Rosiane e ao meu pai Marcelo, que, de joelhos, abençoaram e oraram pelos meus estudos; ao meu esposo Loard Mateus, pelo ombro amigo e companheirismo.

"Portanto, quer comais quer bebais, ou façais qualquer outra coisa, fazei tudo para Glória de Deus." (1 Coríntios 10:31)

AGRADECIMENTOS

Graças dou a Deus por iluminar minha caminhada. Tenho plena convicção de que, sem Ele, nada do que vivi até aqui seria possível. Por incontáveis momentos, senti-O ao meu lado — Sua força me fazendo continuar, Seu consolo aliviando do meu coração toda ansiedade.

Agradeço à minha mãe Rosiane por me mostrar a importância dos estudos desde criança, por ser minha maior referência e minha melhor amiga — nos momentos bons e também nos difíceis. Ao meu pai Marcelo, por estar sempre presente, por demonstrar suas preocupações e seu cuidado comigo. Às minhas irmãs, Valentina e Manuela, que despertam em mim a vontade de ser uma boa referência — prometo apoiá-las em suas jornadas.

Agradeço ao meu esposo, Loard Mateus, por ser meu companheiro, estar ao meu lado, apoiar meus projetos, enxugar minhas lágrimas e arrancar meus sorrisos nos momentos mais improváveis.

Agradeço aos familiares e amigos que, de alguma forma, demonstraram seu apoio ao longo da minha jornada.

Agradeço ao IFTO — *Campus Colinas do Tocantins* pela rica experiência a mim proporcionada. Agradeço ao meu orientador, professor Dr. Esdras Henrique, que, como um verdadeiro mentor, me ensinou, me inseriu no universo da pesquisa científica e me deu oportunidades para crescer como profissional ao longo desses anos.

Agradeço à minha amiga Ruth que, desde o momento em que nos conhecemos, se fez minha companheira — foi especial dividir tantos momentos com você. Agradeço aos meus amigos e parceiros Otávio André, Gustavo Herom, Gustavo Dias e Moisés Mendes, que compartilharam suas experiências comigo e me apoiaram ao longo dos experimentos.

Por fim, agradeço a todos os profissionais com quem tive contato ao longo desta jornada e que, de alguma forma, compartilharam seus conhecimentos e vivências, contribuindo para a minha formação.

A todos, o meu muito obrigada!

RESUMO

A soja, *Glycine max*, é o principal produto do agronegócio brasileiro, tendo alcançado o recorde histórico de 180 milhões de toneladas na safra 2025/2026. Contudo, a expansão desse cultivo para novas fronteiras agrícolas, como o estado do Tocantins na região do MATOPIBA (Maranhão Tocantins, Piauí e Bahia), expõe as lavouras a severos desafios fitossanitários. Evidencia-se que dentre os problemas existentes, o nematoide das galhas, *Meloidogyne javanica* pode provocar reduções de até 40% na produtividade dessa leguminosa em solos arenosos. É relevante afirmar que diante dos altos custos e dos impactos ambientais do uso de defensivos químicos, o controle biológico por meio de rizobactérias, surge como uma alternativa sustentável. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da bactéria *Bacillus spp.* no combate ao nematoide *Meloidogyne javanica* na soja (cultivar Olimpo IPRO). O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Instituto Federal do Tocantins (IFTO) – Campus Colinas do Tocantins, utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2×2 , correspondente a duas concentrações de ovos de *Meloidogyne javanica* (4.000 e 8.000 ovos) e o uso de sementes tratadas com *Bacillus spp.* (3 mL kg⁻¹), e sementes não tratadas, em seis repetições. Os dados obtidos foram analisados pelos testes de variância e Scott-Knott. Os resultados indicaram efeito significativo ($p \leq 0,05$) para altura de plantas, número total de ovos e número de ovos por grama de raiz, com maior supressão do crescimento e maior reprodução do nematoide nas plantas inoculadas com 8.000 ovos. A utilização de *Bacillus spp.* não foi capaz de controlar as populações de *M. javanica* nas condições avaliadas, sendo que todos os tratamentos apresentaram elevado fator reprodução.

Palavras-chave: Controle biológico. *Glycine max*. Nematoide-das-galhas. Rizobactérias. MATOPIBA.

ABSTRACT

Soybean, *Glycine max*, is the main product of Brazilian agribusiness, having reached the historical record of 180 million tons in the 2025/2026 harvest. However, the expansion of this crop into new agricultural frontiers, such as the state of Tocantins in the MATOPIBA region (Maranhão, Tocantins, Piauí, and Bahia), exposes crops to severe phytosanitary challenges. It is evident that among the existing problems, the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* can cause reductions of up to 40% in the productivity of this legume in sandy soils. It is relevant to state that, given the high costs and environmental impacts of chemical pesticide use, biological control through rhizobacteria emerges as a sustainable alternative. In this context, the objective of this study was to evaluate the efficiency of the bacterium *Bacillus* spp. in combating the nematode *Meloidogyne javanica* in soybean (cultivar Olimpo IPRO). The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal Institute of Tocantins (IFTO) – Colinas do Tocantins Campus, using a completely randomized design (CRD) in a 2 × 2 factorial scheme, corresponding to two concentrations of *Meloidogyne javanica* eggs (4,000 and 8,000 eggs) and the use of seeds treated with *Bacillus* spp. (3 mL kg⁻¹), and untreated seeds, in six replications. The data obtained were analyzed using analysis of variance and the Scott-Knott test. The results indicated a significant effect ($p \leq 0.05$) for plant height, total number of eggs, and number of eggs per gram of root, with greater growth suppression and greater nematode reproduction in plants inoculated with 8,000 eggs. The use of *Bacillus* spp. was not capable of controlling *M. javanica* populations under the evaluated conditions, and all treatments showed a high reproduction factor.

Keywords: Biological control. *Glycine max*. Root-knot nematode. Rhizobacteria. MATOPIBA.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	<i>Meloidogyne javanica</i>	16
2.2	Interferência do nematoide na soja	18
2.3	Controle biológico com <i>Bacillus spp.</i>	18
3	METODOLOGIA	20
3.1	Local de execução do experimento	21
3.2	Preparo do solo	21
3.3	Obtenção do inóculo de <i>M. javanica</i>	21
3.4	Instalação do experimento	22
3.5	Avaliação e análise estatística	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
4.1	Altura de plantas	23
4.2	Total de ovos	24
4.3	Ovos por gramas de raiz	25
4.4	Fator reprodução	26
5	CONCLUSÃO	27
	REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) destaca-se como uma das principais culturas agrícolas em nível mundial, sua produção está entre as atividades econômicas que, nas últimas décadas, apresentaram crescimentos mais expressivos (Hirakuri; Lazzarotto, 2014). Estima-se que a produção de soja deverá atingir cerca de 415 milhões de toneladas até 2032, valor que representa mais que o dobro da produção combinada de outras oleaginosas, estimada em 189 milhões de toneladas (Oecd/Fao, 2023).

A expansão da oleaginosa no Brasil foi marcada pela abertura de novas áreas nas regiões Sul e Centro-Oeste nas décadas de 1970 e 1980, e a partir dos anos 2000 com a ampliação da sua fronteira nas direções Norte e Nordeste, principalmente na região conhecida como MATO-PIBA (Maranhão Tocantins, Piauí e Bahia) (Hirakuri; Lazzarotto, 2014).

Nota-se que esse avanço, consolidado pela estruturação e desenvolvimento contínuo de uma cadeia produtiva competitiva, garantiu ao Brasil uma posição de maior produtor e exportador de soja no cenário mundial (Embrapa, 2026). Essa liderança é reforçada pelo oitavo levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), divulgado em maio de 2026, que confirmou o Brasil como o maior produtor mundial do grão, com a safra 2025/26 atingindo o recorde de 180,13 milhões de toneladas, com produtividade média de 3.697 kg/ha (Conab, 2026).

Apesar do expressivo desempenho da produção nacional, é importante considerar os problemas fitossanitários na cultura da soja que podem reduzir drasticamente sua produtividade, atacando desde a emergência de plantas, até a sua fase de maturação fisiológica (Ávila *et al.*, 2013). Dentre os problemas mais comuns na cultura, os fitonematoides se destacam como um dos grupos de patógenos que mais têm causado perdas na cultura da soja (Juhász *et al.*, 2013).

Os nematoides fitoparasitas são helmintos microscópicos que medem de 0,5 a 2,0 mm de largura por 50 a 250 mm de comprimento, e possuem como característica marcante o estilete, instrumento utilizado para a perfuração do tecido vegetal (Michereff, 2001). No Brasil, as espécies que causam maiores danos à cultura da soja são *Meloidogyne spp.*, *Heterodera glycines*, *Pratylenchus brachyurus* e *Rotylenchulus reniformis* (Ferraz, 2001).

Dentre esses, o gênero *Meloidogyne* Goeldi 1887, conhecido como nematoide-das-ga-lhas, destaca-se por provocar elevadas perdas na produtividade dos produtos agrícolas (Silva *et al.*, 2016). Entre as espécies de maior relevância para a sojicultura brasileira, destacam-se *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*, amplamente distribuídas nas principais regiões produtoras do país (Dias *et al.*, 2010).

M. javanica pode ser responsável por perdas entre 10% e 40% da produção de soja em solos arenosos ou médio-arenosos no Brasil (Costa, 2023). O manejo desse fitonematoide é um desafio desde a década de 1960, fundamentando-se no controle químico, rotação de culturas, utilização de cultivares resistentes (Castro; Meyer; Seixas, 2024) e controle biológico (Micheff, 2001).

Embora o controle químico seja uma prática comum, sua eficiência contra nematoides é relativa, além de possuir elevado custo econômico (Pinheiro, 2022). Nesse cenário, o controle biológico surge como alternativa sustentável (Coimbra *et al.*, 2005) para reduzir as populações do parasita por meio de microrganismos. Estes atuam por mecanismos como antibiose, predação, indução de resistência na planta hospedeira e competição por nutrientes e sítios de colonização (Medeiros; Silva; Pascholati, 2018). Dentre os agentes de controle biológico, destacam-se as rizobactérias, com ênfase para o gênero *Bacillus spp.* (Li *et al.*, 2005).

Diante da relevância da cultura para o estado do Tocantins, o desenvolvimento de pesquisas locais torna-se fundamental para validar estratégias de manejo adaptadas às condições edafoclimáticas regionais. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar o controle de *Meloidogyne javanica* na cultura da soja utilizando bactéria *Bacillus spp.*

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Meloidogyne javanica*

Evidencia-se que o gênero *Meloidogyne* foi estabelecido por Émile A. Goeldi em 1887, no Brasil, a partir da descrição de parasitos radiculares do cafeeiro. Por décadas, o gênero permaneceu pouco reconhecido cientificamente, sendo revalidado apenas em 1949 com o trabalho clássico de B. G. Chitwood, intitulado "*Root-knot nematodes: Part I. A revision of the genus Meloidogyne Goeldi, 1887*", o qual consolidou sua aceitação na nematologia mundial (Ferraz, 2001). Dentro da fitonematologia, esse gênero é considerado o de maior relevância econômica, por ser polífago e ter facilidade de adaptação a diferentes condições climáticas e geográficas (Ferraz; Brown, 2016).

Diante dessa discussão teórica, é possível compreender a relevância das pesquisas realizadas há décadas, as quais explicam como um verme descoberto no café brasileiro em 1887 se tornou o maior vilão econômico da agricultura mundial, devido à sua alta capacidade de causar prejuízos. Nessa linha de raciocínio, Inomoto *et al.* (2011) corrobora ao afirmar que a

polifagia e a plasticidade adaptativa de *Meloidogyne* o qualificam como o principal desafio fitossanitário da atualidade.

O seu desenvolvimento inicia-se no interior do ovo, onde o juvenil de primeiro estágio (J1) sofre a primeira ecdise, eclodindo como juvenil de segundo estágio (J2), que constitui a forma infectante típica do gênero (Figura 1) (Oliveira *et al.*, 2018). O J2 móvel realiza a busca ativa por raízes no solo; após o contato, penetra nos tecidos radiculares e migra pelo córtex em direção às camadas internas para estabelecer o sítio de alimentação, geralmente próximo à endoderme (Ferraz; Monteiro, 2016).

Assim, o parasitismo induz alterações estruturais severas nas raízes da planta hospedeira, resultando na formação de galhas (Figura 1). No interior dessas estruturas, células do cilindro vascular são afetadas por secreções das glândulas esofagianas do nematoide e transformam-se em "células gigantes", que vão atuar como fonte de nutrição (Vilela *et al.*, 2019).

Sendo assim, após sofrerem mais três ecdises, os juvenis atingem o estágio adulto, expressando o dimorfismo sexual característico do gênero: as fêmeas adquirem formato piriforme (Figura 1), tornam-se sedentárias e passam a depositar os ovos externamente em uma matriz gelatinosa (massa de ovos) (Oliveira *et al.*, 2018). O *Meloidogyne javanica* apresenta um ciclo de vida curto, completando-se em três a quatro semanas em condições favoráveis de temperatura e umidade (Favoreto *et al.*, 2019).

Figura 1- Visualização dos estádios do *Meloidogyne spp.*, seus sinais e sintomas na planta.



Fonte: (A) Versiani; Galbieri; Cares, 2023; (B, C, D) Elaborado pela autora, 2025.

(A) Ovo e J2 de *Meloidogyne spp.*; (B) Raiz de soja evidenciando a formação de galhas; (C) Fêmea de *Meloidogyne* extraída e (D) no interior das galhas.

2.2 Interferência do nematoide na soja

Com a expansão do cultivo para regiões do Cerrado brasileiro, a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] passou a ser exposta a condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento dos fito-

patógenos, tornando-se hospedeira frequente de nematoides formadores de galhas, com destaque para *Meloidogyne incognita* e, especialmente, *Meloidogyne javanica*, espécie amplamente distribuída nas principais regiões produtoras do país (Ferraz, 2001).

De acordo com Hussey e Williamson (1998), a interferência desses nematoides no desenvolvimento de plantas hospedeiras está relacionada à espoliação de nutrientes durante sua alimentação, alteração na absorção e translocação de água e nutrientes, modificação ou destruição de tecidos das raízes e diminuição do crescimento das raízes.

Ou seja, o parasitismo provoca proliferação celular desordenada nos tecidos radiculares, resultando na formação de nodosidades externas denominadas galhas, sintoma característico da infestação, cujos reflexos na parte aérea se manifestam por meio do subdesenvolvimento das plantas, sintomas de deficiência nutricional e presença de folhas com coloração mosqueada, conhecidas como folhas carijó (Favoreto *et al.*, 2019).

O ataque ao sistema radicular compromete diretamente a capacidade das raízes em absorver e transportar água e nutrientes, especialmente nitrogênio, para a parte aérea da planta, o que pode resultar em alterações significativas no processo fotossintético (Hussey & Williamson, 1998). Porém, em seu trabalho, Asmus (2019) concluiu que o parasitismo por *M. javanica* não compromete de forma expressiva a taxa fotossintética em variedades suscetíveis de soja. Porém, variáveis de crescimento e produtividade podem ser negativamente afetadas em função da população inicial.

Embora os sintomas causados sejam mais evidentes no período reprodutivo da soja, quando a demanda por água e nutrientes é elevada e a população do nematoide já se encontra em níveis altos nas raízes, a infecção tem início desde a germinação, com preferência pelas raízes jovens, sendo a fase de florescimento apenas o momento em que o sistema radicular já comprometido não consegue mais suprir as necessidades da planta (Favoreto *et al.*, 2019).

A magnitude dos danos causados pelo *Meloidogyne javanica* está intimamente relacionada às condições edafoclimáticas da área cultivada, fatores como temperaturas em torno de 27°C são consideradas ideais para o seu desenvolvimento, e solos de textura arenosa, por apresentarem menor resistência à movimentação dos juvenis — aliados à prática de monocultura com cultivares suscetíveis —, favorecem o aumento populacional do parasita (Campos *et al.*, 2006).

2.3 Controle biológico com *Bacillus* spp.

Entre as estratégias disponíveis para o manejo de *Meloidogyne sp.*, o controle biológico vem crescendo nos últimos anos. O uso de microrganismos no controle de populações de nematoides é uma alternativa cada vez mais relevante e eficaz no manejo desse patógeno (Favoretto *et al.*, 2019). Dentre os microrganismos, destacam-se fungos e bactérias como os grupos mais amplamente estudados e utilizados comercialmente (Lima *et al.*, 2019).

Fungos como *Trichoderma spp.*, *Pochonia chlamydosporia* e *Purpureocillium lilacinum* têm demonstrado eficiência no controle de populações de *Meloidogyne spp.*, (Filho *et al.*, 2010), e as bactérias do gênero *Bacillus*, que demonstram grande versatilidade e capacidade de produzir antibióticos, competir por espaço e nutrientes e induzir resistência nas plantas hospedeiras (Melo; Nascimento; Serra, 2021).

A espécie *B. subtilis* possui uma atuação que vai além do controle biológico, possuindo também a função de promover o crescimento em plantas (BPCP) (Oliveira *et al.*, 2014;). Esta espécie Gram-positiva, formadora de endósporos e habitante natural do solo, é capaz de ocupar diferentes nichos ecológicos, características que conferem alta habilidade de sobrevivência e persistência no ambiente (Melo; Nascimento; Serra, 2021).

A eficiência de *B. subtilis* no controle biológico de fitonematoides está relacionada a diferentes mecanismos de ação que atuam de forma direta e indireta sobre o parasita (Melo; Nascimento; Serra, 2021). Entre esses mecanismos, destaca-se a capacidade da bactéria de alterar a composição dos exsudatos radiculares na rizosfera, por meio do consumo desses compostos e da liberação de substâncias do seu metabolismo secundário, o que compromete a orientação do parasita — que normalmente é atraído para as raízes seguindo um gradiente de concentração —, dificultando sua localização e penetração nas raízes da planta hospedeira (Favoretto *et al.*, 2019).

Observa-se também a competição por espaço e nutrientes, uma vez que a colonização eficiente da rizosfera pela bactéria reduz a disponibilidade de recursos para os fitopatógenos, limitando seu estabelecimento e desenvolvimento na região radicular (Filho *et al.*, 2010). De forma complementar, atua na melhoria da resistência da planta hospedeira por meio da resistência sistêmica induzida (ISR), no qual estimula os mecanismos naturais de defesa da planta, ativando a produção de enzimas e compostos que dificultam o ataque de patógenos ao longo do ciclo produtivo (Araújo *et al.*, 2012).

Além do *B. subtilis*, outras espécies do gênero *Bacillus* têm demonstrado eficiência no controle de nematoides de galhas, como *B. licheniformis*. Estudos demonstram que a inoculação combinada de *B. subtilis* e *B. licheniformis* mostrou-se eficiente no controle de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* em tomateiro (*Solanum lycopersicum L.*), sem ocasionar alterações

negativas nas características fitotécnicas das plantas tratadas, evidenciando a segurança e o potencial dessa associação como estratégia de biocontrole (Mourão *et al.*, 2023)

B. thuringiensis destaca-se como a espécie mais amplamente estudada no contexto do controle biológico, reconhecida pela presença de genes *cry* de efeito inseticida, e nos últimos anos, crescente interesse científico tem sido direcionado à investigação do seu potencial no controle de fitonematoides (Machado *et al.*, 2012). Balbino *et al.* (2023), em trabalho avaliando o potencial de isolados de *Bacillus thuringiensis* no controle de *Meloidogyne javanica*, *Heterodera glycines* e *Pratylenchus brachyurus* em soja, verificaram que os isolados reduziram as populações entre 25,8 e 55,9%, enquanto os metabólitos produzidos pela bactéria suprimiram completamente a eclosão dos juvenis.

Anteriormente classificada como *Bacillus megaterium*, a espécie *Priestia megaterium* passou por reclassificação taxonômica recente e é caracterizada como uma bactéria Gram-positiva, formadora de endósporos, predominantemente aeróbica, com ampla distribuição na solo e grande versatilidade ecológica (Gupta *et al.*, 2020). No contexto do controle biológico, estudos demonstram seu elevado potencial nematicida, capaz de reduzir significativamente a penetração e a formação de galhas (Melo; Nascimento; Serra, 2021).

Por fim, *Bacillus amyloliquefaciens* representa mais uma espécie promissora dentro desse gênero. Sua ação no solo promove a regulação da comunidade microbiana, favorecendo o aumento de microrganismos benéficos e a redução de patógenos, o que resulta em melhoria na disponibilidade de minerais e nas condições gerais de crescimento das plantas (Luo *et al.*, 2022). Muniz *et al.* (2022) investigaram a eficiência de *B. amyloliquefaciens* (cepa BV03) em três sistemas de manejo de solo no Brasil — plantio direto e solo de mata no Goiás e sistema convencional no Mato Grosso do Sul —, verificando redução do número de ovos por grama de raiz, de nematoides móveis após 48 e 72, e da colonização radicular.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local de execução do experimento

O experimento foi conduzido na casa de vegetação e no Laboratório de Microbiologia e Nematologia do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Tocantins, *campus* Colinas do Tocantins-TO. A estufa utilizada é do tipo não climatizada, com cobertura superior constituída por filme plástico branco, específico para estufas, com espessura de 200 µm, e fechamento lateral e superior em tela de sombreamento do tipo Aluminet, com redução de 50% da radiação incidente.

3.2 Preparo do solo

O substrato destinado ao crescimento das plantas foi composto por solo coletado no campo experimental do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Tocantins, *campus* Colinas do Tocantins-TO misturado a um substrato comercial na proporção 3:1, sendo autoclavado para eliminar possíveis microrganismos que pudessem interferir no desenvolvimento do experimento.

Foi realizada adubação de base com a adição de 400 g de calcário e 30 g de superfosfato simples para cada 100 L da mistura (solo + substrato comercial), a qual foi posteriormente distribuída em vasos com capacidade de 3 L.

3.3 Obtenção do inóculo de *M. javanica*

A população de *M. javanica* é proveniente de uma lavoura de soja no município de Barreiras- BA, sendo que os ovos obtidos na purificação foram inoculados no tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) até a instalação do experimento.

A extração dos ovos de *M. javanica* a serem utilizados no ensaio foram extraídos conforme a metodologia desenvolvida por Boneti & Ferraz, 1981 (Sbn, 2019). As raízes infestadas de tomateiro foram submetidas a uma lavagem cuidadosa em água sob baixa pressão para a remoção do excesso de substrato; em seguida, foram seccionadas em fragmentos de aproximadamente 1,0 cm de comprimento e trituradas em liquidificador, em baixa rotação, por 30 segundos, na presença de solução de hipoclorito de sódio a 0,5%. A suspensão resultante foi vertida em peneiras granulométricas, sendo a de 200 mesh sobreposta à de 500 mesh; posteriormente, o material retido na peneira de 500 mesh foi abundantemente lavado com água e armazenado para utilização nas inoculações.

3.4 Instalação do experimento

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2×2 , correspondente a duas concentrações de ovos de *Meloidogyne javanica* (4.000 e 8.000 ovos) e o uso de sementes tratadas com *Bacillus spp.* (3 mL kg⁻¹), e sementes não tratadas, em seis repetições.

Para o tratamento de sementes com *Bacillus sp.*, foi utilizado um produto comercial no qual há uma mistura das seguintes espécies: *Bacillus licheniformis*, *B. metaterium*, duas cepas

de *B. subtilis* e *B. amyloliquefaciens*. A recomendação para uso do produto, feita pelo fabricante, é de 3 mL, e nele há uma concentração de unidades formadoras de colônia por mililitro (UFC·mL⁻¹) de 1×10^8 .

Para observar a viabilidade do produto, foi realizada a diluição seriada. O produto da diluição (1 mL) foi vertido em meio de cultura estéril e incubado a 28 °C, por 48 horas, em câmara tipo B.O.D., para a confirmação (Figura 02). No tratamento de sementes, realizou-se a inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* (3×10^9 UFC mL⁻¹), na dose de 25 mL kg⁻¹, bem como a inoculação do isolado de *Bacillus* spp., em dois dos tratamentos (T2 e T3) (Figura 02).

Utilizou-se a cultivar de soja Olimpo IPRO, caracterizada como suscetível ao nematoide-das-galhas. A semeadura (Figura 02) foi realizada com três sementes por vaso, seguida de desbaste após a emergência, mantendo-se uma planta por vaso, e ao longo do experimento a irrigação foi realizada diariamente de forma manual.

Figura 2 - Teste de viabilidade e inoculação dos microrganismos para montagem do experimento.



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

(A) Teste de viabilidade das células; (B) Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e de *Bacillus* spp. ; (C, D) Organização do delineamento experimental.

A quantificação e o ajuste da concentração dos ovos extraídos foram realizados utilizando um microscópio óptico (40X) e uma câmara de Peters. Aos sete dias após a emergência das plantas, cada vaso foi infestado com as respectivas quantidades de ovos de *M. javanica* descrita nos tratamentos.

3.5 Avaliação e Análise Estatística

O experimento foi conduzido por aproximadamente 60 dias após a data de semeadura. No final, foram mensuradas as seguintes variáveis: altura de planta, produção de ovos por planta, produção de ovos por grama de raiz e o fator de reprodução.

A análise estatística foi realizada submetendo os dados obtidos à análise de variância e comparando as médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Speed stat 2.7 (Carvalho *et al.*, 2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 1 apresenta os resultados de altura de plantas e o número total de ovos produzidos no período de 60 dias após a inoculação. Observou neste experimento que houve efeito significativo ($p \leq 5$) na altura de plantas e no total de ovos, sendo que as plantas que receberam a maior concentração de ovos apresentaram menores alturas e maior número de ovos. Entretanto, o teste de médias utilizado não detectou diferença estatística quanto ao uso de *Bacillus* spp. na redução da reprodução do nematoide.

Tabela 1. Eficácia do tratamento de semente de soja com *Bacillus* spp. no crescimento da planta e na produção total de ovos de *Meloidogyne javanica*.

	Altura de planta			Total de ovos		
	Inoculado com 4 mil ovos	Inoculado com 8 mil ovos	Média	Inoculado com 4 mil ovos	Inoculado com 8 mil ovos	Média
Sem bactéria	43,4 Aa	38,8 Ba	41,1 a	239.742 Aa	457.583 Ba	348.662 a
Com bactéria	40,0 Ab	39,8 Aa	39,9 a	247.265 Aa	654.625 Ba	450.945 a
Média	41,7 A	39,30 B	-----	243.503 A	556.104 B	-----
CV	5,95			39,79		

Não há evidência suficiente de que médias seguidas por uma mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade de erro.

4.1 Altura de plantas

Para os resultados gerados de altura, as plantas provenientes de sementes não tratadas com o produto comercial (*Bacillus* spp.) foram maiores (43,4 cm) do que as plantas provenientes de sementes tratadas (40 cm). Também se observou efeito no crescimento das plantas (Tabela 1) quanto ao uso de diferentes concentrações de ovos (4.000 e 8.000) na inoculação, evidenciando que a população inicial do nematoide no solo pode ter influenciado o crescimento das plantas.

Em um experimento conduzido em Gurupi-TO, Fidelis *et al.* (2024) avaliaram agentes de biocontrole aplicados via tratamento de sementes de soja para o controle de *Pratylenchus*

brachyurus, *Heterodera glycines* e *Meloidogyne* spp., sendo que os tratamentos contendo *Pae-cilomyces* spp. + *Bacillus subtilis* resultaram em maiores médias para a característica de altura de plantas, além de serem os mais eficientes na redução da densidade populacional dos nematóides avaliados.

Um estudo avaliando diferentes isolados de *Bacillus* spp. na promoção de crescimento da soja e supressão de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*, evidenciou que variáveis relacionadas ao crescimento da planta, como teor de clorofila, altura, número de vagens, massa fresca e seca da parte aérea, foram diretamente correlacionadas ao nível populacional do nematoide, de forma que o aumento da população de *M. javanica* resultou em menores índices de crescimento vegetal, confirmando o potencial danoso do parasita sobre o desenvolvimento da cultura (Nascimento, 2019).

4.2 Total de ovos

Nota-se que nas plantas inoculadas com 8.000 ovos de *M. javanica*, a população do nematoide foi 43% maior no tratamento que recebeu *Bacillus* spp. (Tabela 1), evidenciando a possibilidade de que a combinação das espécies de *Bacillus* spp. não foi eficiente no controle de *M. javanica*. Nesse sentido, Cruz-Magalhães *et al.* (2022) observaram que a combinação de estirpes de *Bacillus velezensis* não foram tão eficientes na atividade de biocontrole contra *Meloidogyne* quando usadas em conjunto em comparação quando estas foram usadas individualmente. Por meio desses resultados pode-se inferir que o uso isolado ou combinado de diferentes cepas apresentam efeitos diferentes e nem sempre aumentam a eficiência.

Houve diferença significativa na produção total de ovos quando as plantas foram inoculadas com 4.000 e 8.000 ovos. Sendo que, as plantas inoculadas com 8.000 ovos produziram 128% mais ovos de *M. javanica* do que as plantas que receberam 4.000 ovos (Tabela 1).

Dessa forma fica explícito que a infestação inicial do solo com nematoide é determinante para que haja uma elevação da população do nematoide ao longo de 60 dias, que foi o prazo da duração deste experimento. No campo, após 60 dias do plantio a planta está no seu 2 período mais crítico, demandando grande quantidade de água e neste momento há um segundo pico de necessidade de nitrogênio pela a planta e consequentemente uma maior produção de compostos nitrogenados pela bactéria fixadora de nitrogênio. Uma população alta de fitonematóides na fase de enchimento de grãos da soja potencializa a chance de prejuízos.

Santos (2018), em sua dissertação de mestrado pela Universidade de Brasília, avaliou estirpes de *Bacillus* spp. e produtos comerciais biológicos à base de *Bacillus* (Nemix® e NemaControl®) no controle de *Meloidogyne* spp. em casa de vegetação, comparando-os com o nematicida químico fluensulfone. O autor observou que nenhum dos tratamentos biológicos foi capaz de interferir na formação de galhas e no índice de massa de ovos, sendo apenas o controle químico eficiente e diferente significativamente dos demais.

Em trabalho semelhante, Fernandes *et al.* (2013) avaliaram isolados de *Bacillus* spp. aplicados em solo infestado com 5.000 ovos de *M. javanica* no cultivo do feijoeiro em casa de vegetação. Estes autores verificaram que nenhum dos isolados testados foi capaz de reduzir a formação de galhas e a produção de ovos nas raízes também não foi afetada, com exceção do isolado 51, que apresentou redução parcial no número de ovos, em níveis aproximadamente quatro vezes inferiores aos demais tratamentos. Levando os autores a concluir que os isolados de *Bacillus* spp. avaliados não se mostraram eficazes como agentes de biocontrole.

4.3 Ovos por grama de raiz

Analizando a variável ovos por grama de raiz (Tabela 2), verifica-se novamente que houve diferença significativa apenas para o fator população inicial (4.000 e 8.000 ovos) de *M. javanica*. Nas plantas que não receberam o produto comercial contendo *Bacillus* spp., observou-se um aumento de 230% no número de ovos por grama de raiz nas plantas inoculadas com 8.000 ovos em comparação com as que receberam 4.000 ovos.

Tabela 2. Eficácia do tratamento de semente de soja com *Bacillus* spp. na produção de ovos por grama de raiz e no fator de reprodução de *Meloidogyne javanica*.

	Ovos por grama de raiz			Fator de reprodução		
	Inoculado com 4 mil ovos	Inoculado com 8 mil ovos	Média	Inoculado com 4 mil ovos	Inoculado com 8 mil ovos	Média
Sem bactéria	10.490 Aa	34.653 Ba	22.572 a	60 Aa	57 Aa	58 a
Com bactéria	19.939 Aa	48.040 Ba	33.989 a	62 Aa	81 Aa	72 a
Média	15.215 A	41.346 B	----- --	61 A	70 A	----- ---
CV	47,87			40,69		

Não há evidência suficiente de que médias seguidas por uma mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade de erro.

O resultado de aumento no número de ovos por grama de raiz nas plantas inoculadas com maior população inicial é semelhante aos encontrados por Belan *et al.* (2011), que avaliaram o efeito de populações iniciais crescentes de *M. javanica* (0, 2.000, 4.000, 6.000 e 8.000

ovos por planta) em tomateiro. Estes autores verificaram que à medida que se aumentaram as populações iniciais, foram observados maiores valores de número de galhas e massas de ovos, demonstrando que a densidade do inóculo influencia diretamente a capacidade reprodutiva do parasita.

Resultado diferente foi observado por Fernandes *et al.* (2014), que avaliando a microbiolização de sementes de tomateiro com *B. subtilis* no controle de *M. javanica* e *M. incognita* em casa de vegetação, verificaram redução de 62,6% no número de ovos nas raízes. Os autores observaram ainda que a combinação de *B. subtilis* e a aplicação do fungo *Pochonia chlamydosporia* no solo resultou em redução superior a 80% no número de ovos de *M. javanica*. Isso demonstra que a eficiência do controle biológico pode variar conforme a cultura hospedeira, os microrganismos utilizados e as condições do experimento.

4.4 Fator reprodução

O fator de reprodução foi elevado em todas as situações avaliadas (Tabela 2), não havendo diferença significativa entre os fatores. Percebe-se que a inoculação realizada no experimento foi bem-sucedida, visto que houve boa multiplicação da espécie na soja, o qual apresentou fatores de reprodução (Pf/Pi) elevados quando comparados com o inóculo inicial (4.000 e 8.000 ovos) (Tabela 2).

Esse resultado demonstra que a população de *M. javanica* utilizada mostrou-se muito agressiva, com aumento entre 58 e 81 vezes a população inicial. O uso de uma população agressiva do nematoide na montagem do experimento é a melhor forma de simular situações que ocorrem em ambientes de sucessão de culturas hospedeiras. Semelhante a isso, Santos (2018), observou uma multiplicação (Fator de reprodução) superior de *M. javanica* em relação a multiplicação de *M. incognita*, mesmo ambas sendo testadas nas mesmas condições ambientais, indicando maior agressividade da espécie *M. javanica* a cultura da soja.

Os resultados obtidos no presente trabalho diferem dos encontrados por Nunes *et al.* (2026), que avaliaram a utilização de bionematicida à base de *Bacillus subtilis*-34 no controle de *Meloidogyne javanica* em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), em casa de vegetação. Os autores verificaram redução significativa no número de massas de ovos, ovos por grama de raiz e fator de reprodução do nematoide nas doses avaliadas em relação à testemunha. Os pesquisadores concluíram que os tratamentos foram tão eficientes no controle do nematoide quanto o nematicida químico utilizado como padrão, demonstrando o potencial do *B. subtilis*-34 como agente de biocontrole de *M. javanica*.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicaram que o produto comercial à base de *Bacillus spp.*, nas condições avaliadas, não foi eficiente na supressão da população do nematoide, independentemente da concentração de inóculo utilizada. Ficou evidenciado, ainda, que a população inicial de *M. javanica* no solo é um fator determinante para o nível de infestação ao longo do ciclo da cultura, sendo que maiores densidades de inóculo resultaram em maior população final.

Diante disso, recomenda-se a repetição do experimento com utilização de diferentes cepas ou formulações de *Bacillus spp.*, bem como a variação de doses. Novos estudos também são necessários para investigar o efeito da densidade populacional inicial do patógeno sobre a eficácia de bioprodutos à base de *Bacillus spp.*, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias mais eficientes de manejo de nematoides na sojicultura.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. F.; BRAGANTE, R. J.; BRAGANTE, C. E. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 220-224, 2012.
- ASMUS, Guilherme Lafourcade. **Manejo de nematoides**. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-20191220-142837/publico/AsmusGuilhermeLafourcade.pdf> . Acesso em: 19 maio 2026.
- ÁVILA, C. J. *et al.* Manejo fitossanitário integrado na cultura da soja: uma solução sustentável. **Embrapa Agropecuária Oeste**, Dourados-MS, 2013.
- BALBINO, H. M. et al. Mecanismos envolvidos no controle de nematoides em soja por *Bacillus thuringiensis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 38., 2023, Viçosa. **Anais**, Viçosa: UFV, 2023.
- BELAN, L. L. et al. Efeitos de densidades crescentes de inóculo de *Meloidogyne javanica* no desenvolvimento vegetativo de genótipos de tomateiro cereja. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, São Luís, v. 5, n. 1, p. 22-30, 2011.
- BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificações no método Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua*, em raízes de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*, v. 6, p. 533, 1981.
- CAMPOS, H. D.; CAMPOS, V. P.; POZZA, E. A. Efeito do tempo e da temperatura de incubação de juvenis do segundo estágio (J2) no teor de lipídio corporal e no parasitismo de *Meloidogyne javanica* em soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 370-376, jul./ago. 2006.
- CARVALHO, A.M.X.; MENDES, F.Q.; MENDES, F.Q. SPEED Stat: a free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 20(3): Jul-Sep 2020 <https://doi.org/10.1590/1984-70332020v20n3s46>
- CASTRO, J. M. C.; MEYER, M. C.; SEIXAS, C. D. S. **Principais nematoides em áreas produtoras de soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2024. (Circular Técnica, 202). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1164703/1/Circ-Tec-202.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2026.

COIMBRA, J. L.; CAMPOS, V. P. Efeito de exsudatos de colônias e de filtrados de culturas de actinomicetos na eclosão, motilidade e mortalidade de juvenis do segundo estágio de *Meloidogyne javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 232-238, 2005. DOI: 10.1590/S0100-41582005000300003.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2025/26, oitavo levantamento. Brasília, DF: Conab, maio 2026. v. 13. Disponível em: https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/8o-levantamento-safra-2025-26/e-book_boletim-de-safras-8o-levantamento_2026.pdf. Acesso em: 18 maio 2026.

COSTA, L. O. Eficácia do bionemática Presence® (*Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*) em aplicação via tratamento de sementes, para controle de *Meloidogyne javanica* em cultivares de soja (*Glycine max* L.) com diferentes pesos de mil sementes. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Proteção de Plantas) – **Faculdade de Ciências Agrônômicas**, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2023.

CRUZ-MAGALHÃES, V.; GUIMARÃES, R. A.; DA SILVA, J. C.; DE FARIA, A. F.; PEDROSO, M. P.; CAMPOS, V. P. *et al.* The combination of two *Bacillus* strains suppresses *Meloidogyne incognita* and fungal pathogens, but does not enhance plant growth. **Pest Management Science**, v. 78, n. 2, p. 722–732, 2022. DOI: 10.1002/ps.6685

DIAS, W. P. Nematoides em soja: identificação e controle. **Embrapa Soja**, Londrina, Circular Técnica 76, 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/854178/1/CT76eletronica.pdf> Acesso em: 19 maio 2026

EMBRAPA — EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Dados econômicos da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2026. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 26 maio 2026.

FAVORETO, Luciany *et al.* DIAGNÓSTICO E MANEJO DE FITONEMATOIDES NA CULTURA DA SOJA. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 306, p. 18–29, 2019.

FERNANDES, R. H. *et al.* Controle de *Meloidogyne javanica* na cultura do feijoeiro com isolados de *Bacillus* spp. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 7, n. 1, p. 80, 2013.

FERNANDES, R. H.; VIEIRA, B. S.; FUGA, C. A. G.; LOPES, E. A. Pochonia chlamydosporia e *Bacillus subtilis* no controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em mudas de tomateiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 194-200, jan./fev. 2014.

FERRAZ, L. C. C. B. As meloidoginose da soja: passado, presente e futuro. In: SILVA, João Flávio Veloso (org.). Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginose da soja. **Embrapa Soja**; Londrina, Sociedade Brasileira de Nematologia, p. 15-38, 2001.

FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. (org.). Nematologia de plantas: fundamentos e importância. **Norma Editora**; Sociedade Brasileira de Nematologia, Manaus, p. 251, 2016.

FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. (org.). **Nematologia de plantas: fundamentos e importância**. Jaboticabal: FUNEP, 2016. Disponível em: <https://nematologia.com.br/files/livros/1.pdf>. Acesso em: 11 maio 2026.

FIDELIS, R. R. et al. Controle biológico de fitonematoides em associação com hidrogel na cultura da soja. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 3, e3050, 2024.

FILHO, L. R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, São Luís, v. 4, n. 2, 2010. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/ccaatropica/article/view/145>. Acesso em: 22 maio 2026.

GUPTA, R. S.; PATEL, S.; SAINI, N.; CHEN, S. Robust demarcation of 17 distinct *Bacillus* species clades, proposed as novel Bacillaceae genera, by phylogenomics and comparative genomic analyses: description of *Robertmurraya kyonggiensis* sp. nov. and proposal for an emended genus *Bacillus* limiting it only to the members of the Subtilis and Cereus clades of species. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 70, n. 11, p. 5753-5798, 2020.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Embrapa Soja**, Londrina, n. 349, p. 70, 2014. 70 p.

HUSSEY, R. S.; WILLIAMSON, V. M. Physiological and molecular aspects of nematode parasitism. In: BARKER, K. R.; PEDERSON, G. A.; WINDHAM, G. L. (ed.). **Plant and nematode interactions**. Madison: American Society of Agronomy, 1998. cap. 5, p. 87-108.

INOMOTO, M. M. et al. Nematologia agrícola: principais fitonematoides do Brasil. Piracicaba: FEALQ, 2011.

JUHÁSZ, Ana Cristina Pinto *et al.* Desafios fitossanitários para a produção de soja. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 34, n. 276, p. 66-75, 2013.

LI, Bin *et al.* Suppression of *Meloidogyne javanica* by antagonistic and plant growth-promoting rhizobacteria. **Journal of Zhejiang University Science B**, v. 6, n. 6, p. 496-501, jun. 2005.

LIMA, I. M. *et al.* Bionematicidas contemporâneos: aplicabilidade e importância no manejo de fitonematoides em áreas agrícolas. **Incapar em Revista**, Vitória, v. 10, p. 90-104, jan./dez. 2019.

LUO, L. *et al.* *Bacillus amyloliquefaciens* as an excellent agent for biofertilizer and biocontrol in agriculture: an overview for its mechanisms. **Microbiological Research**, v. 259, p. 127016, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2022.127016>. Acesso em: 26 maio 2026.

MACHADO, V. *et al.* Bactérias como agentes de controle biológico de fitonematoides. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 2, p. 165-182, 2012.

MEDEIROS, F. H. V. de; SILVA, J. C. P. da; PASCHOLATI, S. F. Controle biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando (ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. v. 1, p. 261–274.

MELO, T. A.; NASCIMENTO, I. T. V. S.; SERRA, I. M. R. S. O gênero *Bacillus* aplicado ao controle biológico de doenças de plantas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, 2021.

MICHEREFF, S. J. Fundamentos de fitopatologia. Recife: **Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Departamento de Agronomia, Área de Fitossanidade, p. 62-68, 2001.

MOURÃO, T. S. *et al.* *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis* no controle de *Meloidogyne* spp. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFMG, 11., 2023, **Anais [S.l.]**: IFMG, 2023.

MUNIZ, M. F. S. *et al.* Effects of *Trichoderma asperellum* BV10 and *Bacillus amyloliquefaciens* BV03 in *Meloidogyne incognita* control considering three different management systems. **Phyton: International Journal of Experimental Botany**, v. 91, n. 2, p. 395-408, 2022.

NASCIMENTO, D. D. do. Promoção de crescimento e controle de nematoides da soja por isolados de *Bacillus* spp. 2019. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – **Universidade Estadual Paulista**, Jaboticabal, 2019.

NUNES, N. C. *et al.* Aplicação de Biouninema no controle de *Meloidogyne javanica* em feijoeiro BRS-Estilo. **RECIMA21 – Revista Científica Multidisciplinar**, v. 7, n. 5, 2026.

OLIVEIRA, A. L. M. de *et al.* Aplicações da biodiversidade bacteriana do solo para a sustentabilidade da agricultura. **BBR-Biochemistry and Biotechnology**, v. 3, p. 56-77, 2014.

OLIVEIRA, C. M. G. *et al.* Nematoides. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T. *et al.* (org.). **Hortaliças-fruto**. EDUEM, Maringá, p. 315-338, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.7476/9786586383010.0011>. Acesso em: 11 maio 2026.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD); FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Oilseeds and oilseed products. In: **ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD); FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO).** *OECD-FAO Agricultural Outlook 2023–2032*. Paris: OECD Publishing; Rome: FAO, 2023. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-fao-agricultural-outlook-2023-2032_08801ab7-en/full-report/oilseeds-and-oilseed-products_5315ee11.html. Acesso em: 1 abr. 2026.

PINHEIRO, J. B. **Nematoides**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 22 fev. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cenoura/producao/doencas-e-pragas/doencas/nematoides>. Acesso em: 23 jun. 2026.

SANTOS, J. B. dos. Seleção de estirpes de *Bacillus* spp. tóxicas a *Meloidogyne* spp. e promotoras de crescimento vegetal. 2018. 121 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

SILVA, M. do C. L. da; SANTOS, C. D. G.; SILVA, G. S. da. Espécies de *Meloidogyne* associadas a vegetais em microrregiões do estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 4, p. 710–719, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160085>. Acesso em: 19 maio 2026

SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA. Recomendações técnicas para amostragem, processamento de amostras e emissão de laudos. [S. l.]: Sociedade Brasileira de Nematologia, 2019.

VERSSIANI, J. B. S.; GALBIERI, R.; CARES, J. E. *Meloidogyne enterolobii* parasitando algodão no Brasil. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, ed. 293, 2023.

VILELA, R. M. I. F. *et al.* Estrutura e desenvolvimento da galha radicular induzida por *Meloidogyne javanica* em *Glycine max* L. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 40, n. 3, p. 1033-1048, 2019. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/31810> Acesso em: 12 maio 2026.