v7.n5.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DE BIOUNINEMA NO CONTROLE DE MELOIDOGYNE JAVANICA EM FEIJOEIRO BRS-ESTILO

APPLICATION OF BIOUNINEMA IN THE CONTROL OF MELOIDOGYNE JAVANICA IN BRS ESTILO COMMON BEAN CULTIVAR

APLICACIÓN DE BIOUNINEMA EN EL CONTROL DE MELOIDOGYNE JAVANICA EN FRIJOL COMÚN BRS-ESTILO

Natan Cantuária Nunes[1], Regina Cássia Ferreira Ribeiro[2], Maria Josiane Martins[3], Adelica Aparecida Xavier[2], Andréia Marcia Santos de Souza David[4], Isabela Oliveira Santos[5], Helena Souza Nascimento Santos[6], Lorena Gracielly de Almeida Souza[7], Izabela Antunes Mendes[8], Wander Guilherme da Silva Leles[9]

e757471

https://doi.org/10.47820/recima21.v7i5.7471

PUBLICADO: 05/2026

RESUMO

A cultura do feijão pode ser acometida por diversos fatores que afetam sua produção, como o parasitismo de nematoides do gênero *Meloidogyne*. A utilização de rizobactérias se mostra promissora na mitigação dos danos causados por fitonematoides. Diante disso, objetivou-se avaliar a utilização de um formulado a base de *Bacillus subtilis*-34 (Biouninema) no controle de *Meloidogyne javanica* em feijoeiro comum. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos, sendo as concentrações do formulado com 27 mL (25%) e 54 mL (25%), Onix e sementes puras, com seis repetições. Os tratamentos foram aplicados nas sementes de feijão BRS-Estilo e aos 29 e 42 após a emergência das mudas. A inoculação de *M. javanica* ocorreu 15 dias após a emergência das plantas, na concentração de 5000 ovos. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5%. Após 50 dias da inoculação foram avaliadas peso fresco da raiz, vagem, número de vagens, número de folhas, diâmetro do caule, altura de plantas, peso de matéria fresca e seca e índice SPAD, além das variáveis nematológicas. As doses utilizadas da formulação bacteriana e o Onix promoveram menores médias para número de galhas, massas e número de ovos comparados a testemunha. Observou-se no fator de reprodução redução quando foram usadas as doses de 54 mL e o Onix em relação a testemunha. Não houve efeito dos tratamentos sobre o número de J2 do nematoide e sobre as características vegetativas.

PALAVRAS-CHAVE: Nematoide das galhas. *Bacillus subtilis*, Rizobactéria. Controle biológico. *Phaseolus vulgaris* L.

---

[1] Engenheiro Agrônomo e Mestre em Produção Vegetal no Semiárido. Universidade Estadual de Montes Claros.
[2] Doutora em Fitopatologia e Docente na Universidade Estadual de Montes Claros.
[3] Doutora em Produção Vegetal no Semiárido e Docente no Instituto Federal do Norte de Minas. Universidade Estadual de Montes Claros.
[4] Doutora em Fitotecnia e Docente na Universidade Estadual de Montes Claros.
[5] Engenheira Agrônoma e Mestre em Produção Vegetal na Universidade Estadual de Montes Claros.
[6] Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Produção Vegetal na Universidade Estadual de Montes Claros.
[7] Engenheira Agrônoma, Mestre em Fitopatologia e Doutoranda em Produção Vegetal no Semiárido. Universidade Estadual de Montes Claros.
[8] Zootecnista e Mestranda em Produção Vegetal no Semiárido. Universidade Estadual de Montes Claros.
[9] Biólogo e Mestre em Produção Vegetal no Semiárido. Universidade Estadual de Montes Claros.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ABSTRACT
Bean cultivation can be affected by several factors that impact its production, such as parasitism by nematodes of the genus Meloidogyne. The use of rhizobacteria shows promise in mitigating the damage caused by plant-parasitic nematodes. Therefore, the objective was to evaluate the use of a formulation based on Bacillus subtilis-34 (Biouninema) in the control of Meloidogyne javanica in BRS Estilo common bean cultivar. The experiment was conducted in a greenhouse in a randomized block design, with six treatments: formulation concentrations of 27 mL (25%) and 54 mL (25%), Onix, and pure seeds, with four replications. The treatments were applied to BRS-Estilo bean seeds at 29 and 42 days after seedling emergence. Inoculation with M. javanica occurred 15 days after plant emergence, at a concentration of 5000 eggs. Data were subjected to analysis of variance, and means were compared using the Scott-Knott test at 5%. Fifty days after inoculation, fresh root weight, pod weight, number of pods, number of leaves, stem diameter, plant height, fresh and dry matter weight, and SPAD index were evaluated, in addition to nematological variables. The doses of the bacterial formulation and Onix used resulted in lower averages for the number of galls, masses, and number of eggs compared to the control. A reduction in the reproduction factor was observed when doses of 54 mL and Onix were used compared to the control. There was no effect of the treatments on the number of J2 nematodes or on vegetative characteristics.

KEYWORDS: *Root-knot nematode. Bacillus subtilis. Rhizobacteria. Biological control. Phaseolus vulgaris L.*

RESUMEN
El cultivo de frijol puede verse afectado por diversos factores que inciden en su producción, como el parasitismo por nematodos del género Meloidogyne. El uso de rizobacterias resulta prometedor para mitigar el daño causado por nematodos fitoparásitos. Por lo tanto, el objetivo fue evaluar el uso de una formulación a base de Bacillus subtilis-34 (Biouninema) en el control de Meloidogyne javanica en frijol común. El experimento se realizó en invernadero con un diseño de bloques al azar, con cuatro tratamientos: concentraciones de formulación de 27 mL (25%) y 54 mL (25%), Onix y semillas puras, con cuatro réplicas. Los tratamientos se aplicaron a semillas de frijol BRS-Estilo a los 29 y 42 días después de la emergencia de las plántulas. La inoculación con M. javanica se realizó 15 días después de la emergencia de las plantas, a una concentración de 5000 huevecillos. Los datos se sometieron a análisis de varianza y las medias se compararon mediante la prueba de Scott-Knott al 5%. Después de 50 días de inoculación, se evaluaron: peso fresco de raíz, peso de vaina, número de vainas, número de hojas, diámetro del tallo, altura de planta, peso de materia fresca y seca, e índice SPAD, además de variables nematológicas. Las dosis de la formulación bacteriana y Onix utilizadas promovieron promedios menores para el número de agallas, masas y número de huevos en comparación con el control. Se observó una reducción en el factor reproductivo cuando se utilizó la dosis de 54 mL y Onix en relación con el control. No hubo efecto de los tratamientos sobre el número de nematodos J2 ni sobre las características vegetativas.

PALABRAS CLAVE: *Nematodo agallador. Bacillus subtilis. Rizobacteria. Control biológico. Phaseolus vulgaris L.*

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as principais plantas cultivadas no Brasil e no mundo, encontra-se o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) (Singh, 2020). Essa leguminosa apresenta-se como uma das alternativas de alimento para a população de baixa renda no Brasil, com destaque na região do nordeste brasileiro (Cavalcante *et al*., 2017). Apesar da importância da cultura, sua produtividade ainda é baixa. Isso se deve ao baixo nível tecnológico empregado no cultivo (Moura *et al*., 2018).

Dos diversos problemas fitossanitários da cultura, o nematoide das galhas, *Meloidogyne javanica* é considerado como um dos principais responsáveis pelo baixo rendimento, principalmente em regiões onde prevalecem altas temperaturas, o que aumenta o estresse da planta e interfere na resistência ao parasitismo (Jagdale *et al*., 2021).

As medidas de controle mais adequadas para *Meloidogyne* spp. na cultura do feijão, são a rotação de culturas, o pousio e a utilização de variedades resistentes a doenças. No entanto, são escassas cultivares resistentes (Lima *et al*., 2018) e a rotação de culturas ou pousio são difíceis em função da possibilidade de o agricultor realizar o plantio em três épocas do ano em áreas irrigadas, o que proporciona aumento na densidade populacional do nematoide na área. Outra medida de controle de nematoides que tem demonstrado potencial é a utilização de bactérias aplicadas via sementes. Dentre os gêneros de bactérias que têm apresentado resultados mais promissores destacam-se Pseudomonas (*P. fluorescens* e *P. aeruginosa*), *Paenibacillus* e *Bacillus* (Liu *et al*., 2020).

As rizobactérias apresentam diversos mecanismos que estão envolvidos no controle de nematoides como, alteração dos exsudatos das raízes, com consequente limitação na penetração de nematoides e redução da eclosão de juvenis (Ansari *et al*., 2020), redução da eclosão de juvenis, produção de enzimas e substâncias tóxicas e indução de resistência sistêmica da planta hospedeira (Wu *et al*., 2018).

A utilização de produtos biológicos é uma alternativa eficaz e promissora, pois apresentam controle eficiente de diversos patógenos e consequentemente promovem aumento no rendimento das culturas (Raveau *et al*., 2020). Além do controle biológico, as rizobactérias podem também promover o crescimento de plantas por meio da produção de reguladores de crescimento como o ácido-indol-acético (AIA), giberelinas e citocininas; fixação biológica de nitrogênio e, ainda, podem solubilizar fosfato inorgânico (Swarnalakshmi *et al*., 2020).

A rizobactéria *Bacillus subtilis*, apresenta atividade nematicida, relatada como produtora de enzimas protease e enzimas quitinase e fixadora de nitrogênio (Adiwena *et*

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

al.,2023). São relatadas como eficazes no controle de nematoides das galhas em experimentos de laboratório, estufa e campo (Chinheya *et al*. 2017).

Em trabalhos realizados por Lopes *et al*. (2019b) foi desenvolvida uma formulação líquida de *Bacillus subtilis*-34 em meio líquido de arroz (biouninema) que apresentou longo período de prateleira e foi eficiente no controle de *M. javanica* em tomateiro e alface. Dessa forma, objetivou-se avaliar o potencial de biouninema no controle de *M. javanica* em feijoeiro BRS-Estilo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local experimental

Os experimentos foram montados no laboratório de fitopatologia e em casa de vegetação da Universidade Estadual de Montes Claros, campus Janaúba-MG. Foram utilizadas sementes de feijão do grupo comercial carioca, cultivar BRS Estilo.

2.2. Multiplicação e obtenção do inóculo de *Meloidogyne javanica*

Mudas de tomateiro cv. Kada, cultivadas em casa de vegetação, foram obtidas a partir da semeadura em bandejas contendo o substrato Bioplant®. Aos 20 dias, foram transplantadas para vasos de 3 dcm3 de capacidade contendo Bioplant®. Em seguida, adicionou-se, em três orifícios ao redor da plântula, uma suspensão contendo 5.000 ovos de *M. javanica* em plantas de tomateiros cv. Kada. Sessenta dias após a infestação do solo, realizou-se a extração de ovos das raízes. Para isto, as raízes com sintomas de galhas foram colhidas, lavadas e picadas em pedaços de aproximadamente um centímetro e, em seguida, transferidas para o liquidificador. Posteriormente, adicionou-se solução de hipoclorito de sódio na concentração de 0,5% e as raízes foram trituradas por 20 segundos na menor velocidade. A suspensão obtida foi vertida em peneiras sobrepostas de 20, 60 e 500 mesh. Os ovos retidos nesta última peneira foram recolhidos com auxílio de jatos de água por meio de uma pisseta e recolhidos em béquer (Hussey e Barker, 1973 modificada por Bonetti e Ferraz, 1981). A suspensão contendo os ovos foi quantificada e calibrada em câmaras de Peters para 3.000 ovos/mL em microscópio de objetiva invertida.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

2.3. Multiplicação de *Bacillus subtilis*-34

Bacillus subtilis-34 foi multiplicado em meio Tryptic Soy Agar (TSA) por 48 horas, a 28°C em BOD. Após esse período, com o uso de solução salina 0,85% (8,5 NaCl g L^{-1}) as colônias foram colocadas em suspensão e acondicionadas em microtubos tipo eppendorf de em geladeira. Essa solução foi utilizada como solução estoque.

2.4. Preparo da formulação de arroz a base de *Bacillus subtilis*-34

Dez gramas de arroz foram acondicionados em potes de 300 mL, em seguida foram colocados em autoclave a 120 atmosfera por 20 minutos. Posteriormente, em câmara de fluxo adicionou-se solução, de 100 mL de água com $C_{12}H_{22}O_{11}$, 55,5 g de NaCl e 49,29 g KH_2PO_4 $litro^{-1}$, pH 7 (Lopes *et al.,* 2019b), previamente autoclavada. Em seguida adicionou-se uma alíquota de 100 µL de *B. subtilis*-34 e incubou-se em agitador orbital a 28º e 220 rpm por 32 horas. Após esse período, realizou-se a diluição do meio com água destilada esterilizada para obtenção da calda a 25%.

2.5. Tratamento das sementes com a formulação do meio líquido de arroz a base de *Bacillus subtilis*-34

Sementes de feijão do grupo comercial carioca, cultivar BRS Estilo foram desinfestadas em álcool 70% durante 30 segundos, em seguida foram imersas em hipoclorito de sódio 0,5% por 1 min. Posteriormente, lavadas por 3 vezes durante 30 segundos em água destilada esterilizada, por fim, foi realizada a secagem por um período de 6 horas em câmara de fluxo laminar com luz ultravioleta. As sementes de feijão BRS Estilo foram tratadas com duas doses de formulação a 25% (27 mL e 54 mL). As sementes foram imersas às suspensões por 30 minutos e em seguida foram secas em câmara de fluxo laminar por 2 horas e em seguida realizou se o plantio em vaso.

2.6. Montagem do experimento

O experimento foi montado em delineamento em blocos ao acaso com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram de: T1: Biouninema aplicado às sementes e ao solo na dose de 27 mL, T2: Biouninema aplicado às sementes e ao solo na dose de 54 mL de Biouninema, T3: Onix na dose de 600 µL aplicado às sementes e ao solo, T4:

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Testemunha (sem nenhum tratamento). A dose de Onix foi a recomendada pela empresa produtora. O experimento foi conduzido em vasos com capacidade de 3 litros, contendo solo areno-argiloso (Latossolo amarelo) previamente autoclavado por 3 dias consecutivos. Cinco sementes de feijão foram semeadas e, após a emergência, realizou-se o desbaste, deixando-se uma planta por vaso. As plantas foram irrigadas diariamente. A adubação com fósforo (Superfosfato Simples - 18% de P_2O_5) foi realizada no momento do plantio das sementes utilizando – se 5 gramas por vaso, a cada 7 dias aplicou-se 0,2 g de cloreto de potássio (KCl) e 0,75 g de Sulfato de amónio, $(NH_4)_2SO_4$. A adubação com micronutrientes, foi realizada aos 15 dias após a emergência e, com 30 dias, ambas na concentração de 0,5 g por vaso. Após 15 dias da emergência aplicou-se um volume de 7,5 mL de suspensão aquosa contendo 5.000 ovos e eventuais Juvenis (J2) de *M. javanica.* A suspensão contendo nematoide foi adicionada em três orifícios de aproximadamente três centímetros de profundidade ao redor de cada planta de feijoeiro BRS Estilo. As aplicações de biouninema foram realizadas aos 14 e 27 dias após aplicação da suspensão aquosa de *M. javanica.*

2.7. Avaliações agronômicas

Decorridos 50 dias da inoculação de *M. javanica*, foram realizadas as avaliações: peso fresco da raiz, peso fresco da vagem, número de vagens contagem do número de folhas, diâmetro do caule, altura de plantas, peso de matéria fresca e seca da parte aérea e índice SPAD. Para determinação do peso da matéria seca da parte aérea das plantas, estas foram secas em estufa sob ventilação forçada a 65 ºC até peso constante e, em seguida, pesadas em balança analítica.

2.8. Avaliações nematológicas

Para as avaliações nematológicas, os sistemas radiculares das plantas foram coletados e lavados cuidadosamente em água parada em balde. Em seguida, foram pesados e corados com floxina B (15 mg/l por 20 minutos) (Taylor e Sasser, 1978), para contagem de galhas e massas de ovos. Posteriormente, as raízes foram trituradas em liquidificador com hipoclorito de sódio 0,5% para extração de ovos, de acordo com a técnica de Hussey e Barker (1973) modificada por Bonetti e Ferraz (1981). O número de juvenis de segundo estádio (J2) foi obtido após coleta de 100 cm^3 de solo dos vasos e extração destes de acordo com a técnica de Jenkins (1964). A contagem do número de ovos e Juvenis (J2) do nematoide foi realizada em câmara de Peters em microscópio de objetiva invertida.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

2.9. Delineamento experimental

O experimento foi montado em delineamento em blocos ao acaso com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram de: Água destilada, 27 mL de Biouninema, 54 mL de Biouninema, Onix (600 µL), semente pura e testemunha. A dose de Onix foi a recomendada pela empresa produtora. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os dados foram analisados no software Sisvar (Ferreira *et al*., 2011).

3. RESULTADOS

As doses da formulação alternativa foram eficientes na redução do número de galhas nas raízes em relação a testemunha. Com relação ao número de massas de ovos, ovos por raiz e fator de reprodução, houve redução significativa proporcionada pela formulação em ambas as doses em relação a testemunha (Tabela 1). As doses de 27 mL e 54 mL reduziram o número de massas de ovos em 38,4% e 48,31%, respectivamente, em relação a testemunha ($p < 0,05$). O número de ovos foi reduzido em 35,26% e 40,60% por meio da aplicação das doses de 27 mL e 54 mL, respectivamente em relação a testemunha. Reduções significativas de 35,10% e 40,65% do fator de reprodução foram promovidas quando se utilizaram as doses de 27 mL e 54 mL, respectivamente em relação a testemunha (Tabela 1).

Tabela 1. Número de galhas, de massa de ovos e de ovos por raiz e fator de reprodução em feijoeiro BRS-Estilo cultivado em solo submetido a aplicação de Biouninema

Tratamentos	Galhas	Massas de ovos	Número de ovos	Fator de reprodução
54 mL	392,33 a	314,00 a	15.416,38 a	3,08 a
Onix	447,6 a	366,33 a	17.894,72 ab	3,58 ab
27 mL	469,83 a	374,16 ab	16.804,27 b	3,36 a
Semente pura	738,66 b	607,50 b	25.955,44 b	5,19 b
Coeficiente de variação (%)	26,77	34,01	27,26	27,26

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre as variáveis agronômicas avaliadas (p<0,05) (Tabela 2).

Tabela 2. Média das variáveis matéria seca de parte aérea (MSPA), matéria fresca de raiz (MFR), matéria fresca de vagens (MFV), matéria seca das vagens (MSV), índice SPAD, número de vagens (NV), matéria fresca de parte aérea (MFPA), número de folhas por planta (NF), diâmetro do caule, altura de plantas em plantas de feijoeiro cultivado em solo com Biouninema

Tratamentos	54 mL	27 mL	Onix	Testemunha	CV (%)
MSPA (g)	2,3	1,8	3,5	2,2	56,84
MFR (g)	5,8	4,7	6,5	5,0	38,76
MFV (g)	7,5	4,5	4,2	9,5	70,96
MDV (g)	1,3	1,7	1,7	1,5	38,92
SPAD	29,1	29,6	33,3	31,0	20,14
NV	4,7	3,3	2,5	3,0	88,98
MFPA (g)	13,3	8,5	16,3	11,7	46,43
NF	41,5	27,5	38,8	40,8	60,92
Diâmetro (cm)	0,2	0,2	0,2	0,2	26,32
Altura (cm)	34,2	22,7	26,7	27,0	41,02

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

4. DISCUSSÃO

Por meio dos resultados obtidos em relação a capacidade reprodutiva (ovos, e fator de reprodução) de *M. javanica* em feijoeiro BRS Estilo percebe-se que as duas doses avaliadas da formulação alternativa do meio líquido de arroz a base de *B. subtilis*-34 foram tão eficientes no controle do nematoide quanto o produto comercial Onix. Esta formulação já havia demonstrado resultados positivos no controle de *Meloidogyne* spp. em alface e tomateiro (Lopes *et al*., 2019), (Lopes *et al*., 2019b). A formulação sem diluição já era considerada de baixo custo (Lopes *et al.*, 2019a), no entanto, no presente trabalho utilizou-se a formulação diluída a 25%, tornando-se uma alternativa mais econômica e vantajosa. A bactéria utilizada no presente trabalho já demonstrou redução do número de juvenis de *M. javanica* e severidade do Mal do Panamá em bananeira (Lopes *et al*., 2018; Ribeiro *et al*., 2012) e dentre os mecanismos de controle biológico foi constatado por Silva (2019) atividade enzimática da lipase.

Vários trabalhos comprovam a eficiência de *B. subtilis* no controle de *Meloidogyne* spp. Abd-el-Khair *et al*. (2019) verificaram que isolados de *B. subtilis* reduziram o número de juvenis e de massas de ovos de *Meloidogyne* spp. em raiz de feijoeiro. Coimbra *et al.* (2015) observaram reduções entre 17,38 e 45,09 % no número de galhas por grama de raízes e 40,32 a 100 % no número de ovos de *M. javanica* por grama de raízes, em tomateiros. Nos

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

respectivos tratamentos (27 mL, 54mL da bactéria e Onix) observa-se menores médias para número de galhas, massa de ovos e número de ovos (Tabela 1) indicando o efeito das bactérias que atuam no controle de nematoides por mecanismos como produção de quitinases e proteases (Abdelrazek *et al*., 2020) ou pela ação direta devido à produção de substâncias tóxicas (Gamalero *et al*., 2020). Messa *et al*. (2019) trabalhando com isolados de *Bacillus* spp. no controle de *M. javanica* em feijoeiro, observaram redução no número de ovos do nematoides em relação à testemunha. Estes resultados confirmam que as rizobactérias podem ser agentes eficazes para o controle de nematoides. Díaz-Manzano *et al*. (2023) avaliaram o controle de *M. javanica* em tomateiro com rizobactérias e constataram que *B. subtilis* reduziu o número de ovos, J2, desenvolvimento de células gigantes e reprodução. Isso demonstra que *B. subtilis* é um agente eficiente para o controle biológico de *Meloidogyne* spp. interferindo em diferentes fases do ciclo do nematoide como resultado de múltiplos modos de ação.

Araújo e Marchesi (2009) avaliaram o efeito de *B. subtilis* como promotor de crescimento e agente de supressão de nematoides formadores de galhas no cultivo do tomateiro e concluíram que o isolado promoveu o crescimento das plantas e reduziu a reprodução de *Meloidogyne* spp, sob condições de casa de vegetação, confirmando o seu potencial para uso em programas de manejo integrado. Este efeito também foi comprovado em estudo de avaliação do controle de fitonematoides em cana-de-açúcar, no qual *B. subtilis* controlou efetivamente o parasita e também promoveu o crescimento da planta (Mazzuchelli *et al*., 2020).

No presente trabalho, Biouninema não promoveu crescimento do feijoeiro enquanto em alface e tomate este efeito foi observado por Lopes *et al*. (2019a) e Lopes *et al*. (2019b). Também Sabaté *et al*. (2020) avaliaram o uso do *B. subtilis* na cultura da soja e observaram aumento na absorção de nitrogênio e no crescimento das plantas, além de um aumento significativo no rendimento da cultura no campo. Esta resposta diferenciada de promoção de crescimento por *B. subtilis* em diferentes culturas pode ocorrer visto que existe variabilidade intraespecífica em bactérias como já observado por Souza *et al*. (2024) em bananeira. Esta variabilidade dentro de uma espécie já foi comprovada por meio de técnicas de RAPD-PCR para as bactérias *Bacillus cereus* e *Bacillus thurigiensis* (Bozlağan *et al*., 2010; Oh *et al*., 2012).

5. CONCLUSÕES

As doses de 27mL e 54 mL do produto Biouninema a 25% reduziu a capacidade reprodutiva de *Meloidogyne javanica* em feijoeiro.

As doses de 27mL e 54 mL do produto Biouninema não afetaram o crescimento das plantas.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001 pela concessão de bolsa de mestrado; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de bolsas de pós-graduação e iniciação científica; ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento pelo financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS

ABDELRAZEK, G. M.; YASEEN, R. Effect of some rhizosphere bacteria on root-knot nematodes. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 30, n. 1, p. 1-11, 2020.

ADIWENA, M., MURTILAKSONO, A., EGRA, S., HOESAIN, M., ASYIAH, I. N., PRADANA, A. P., IZATIKA, Z. Effect of micronutrient-enriched media on the efficacy of *Bacillus subtilis* as a biological control agent against *Meloidogyne incognita*. **Biodiversitas**. Volume 24, Number 1. 2023.

AKHTAR, A.; HISAMUDDIN.; ROBAB, M.I.; ABBASI.; SHARF, R. Plant growth promoting Rhizobacteria: An overview. **Journal of Natural Products and Plant Resource**, [s.l.], v. 2, n. 1, p. 19-31, 2012.

ANSARI, R. A.; RIZVI, R.; SUMBUL, A.; MAHMOOD, I. Plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR)-based sustainable management of phytoparasitic nematodes: current understandings and future challenges**. Management of phytonematodes: Recent advances and future challenges**, p. 51-71, 2020.

ABD, E. K.; NAGDI, W.M.A.E.; YOUSSEF, M. M. A.; ELGAWAD, M.M.M.A.; DAWOOD, M.G. Protective effect of *Bacillus subtilis*, *B. pumilus*, and *Pseudomonas fluorescens* isolates against root knot nematode *Meloidogyne incognita* on cowpea. **Bulletin of the National Research Centre**, v. 43, p. 1-7, 2019.

BOZLAĞAN, I.; AYVAZ, A.; ÖZTÜRK F, AÇIK, L.; AKBULUT, M.; YILMAZ, M.S. Detection of the cry 1 gene in *Bacillus thuringiensis* isolates from agricultural fields and their bioactivity against two stored product moth larvae. **Agric For.** V. 34, p.145–54, 2010.

CAVALCANTE, A. C. P.; CAVALCANTE, G. A.; NETO, M. D.; MATOS, B. F.; DINIZ, B. L. M. T. Inoculação das cultivares locais de feijão-caupi com estirpes de rizóbio. **Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 1, p. 38-44, 2017.

CHINHEYA, C. C.; YOBO, K.S.; LAING, M. D. Biological control of the rootknot nematode, *Meloidogyne javanica* (Chitwood) using *Bacillus* isolates, on soybean. **Biol Control** 109:37-41. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2017.03.009, 2017.

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 estádio de *M. javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, p. 232-238, 2015.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

DÍAZ-MANZANO, F. E.; AMORA, D.X.; GOMEZ, A.M.; MOELBAK, L.; ESCOBAR, C. Biocontrol of *Meloidogyne* spp. in *Solanum lycopersicum* using a dual combination of *Bacillus* strains. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 1077062, 2023.

FERREIRA, DF. 2011. SISVAR: A Computer statistical analysis system. **Ciênc. Agrotec**. 35: 1039-1042.

GAMALERO, E.; GLICK, B. R. The use of plant growth-promoting bacteria to prevent nematode damage to plants. **Biology**, v. 9, n. 11, p. 381, 2020.

JAGDALE, S.; RAO, U.; GIRI, A. P.; Effectors of root-knot nematodes: an arsenal for successful parasitism. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, p. 800030, 2021.

KORIR, H.; MUNGAI, N. W.; THUITA, M.; HAMBA, Y.; MASSO, C. Co-inoculation effect of rhizobia and plant growth promoting rhizobacteria on common bean growth in a low phosphorus soil. **Frontiers in plant science**, v. 8, p. 141, 2017.

LIMA, F. S.O.; MATTOS, V.S.; SILVA, E.S.; CARVALHO, M.A.S.; TEIXEIRA, J.C.S.; CORREA, V.R.; Nematodes affecting potato and sustainable practices for their management. Potato: **from Incas to all over the world**, v. 107, 2018.

LIU, G.; LIN, X.; XU. S.; LIU, G.; LIU, F.; MU, W.; Screening, identification and application of soil bacteria with nematicidal activity against root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on tomato. **Pest management science**, v. 76, n. 6, p. 2217-2224, 2020.

LIAN, L. H.; TIAN, B.Y.; XIONG, R.; ZHU, M.Z.; XU, J.; ZHANG, K.Q. Proteases from *Bacillus*: a new insight into the mechanism of action for rhizobacterial suppression of nematode populations. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v.45, p.262-269, 2007.

LOPES, P.; RIBEIRO, R.C.F; XAVIER, A.A.;ROCHA, L.S.; MIZOBUTSI, E. H. Determination of the treatment period of banana seedlings with rhizobacteria in the control of *Meloidogyne javanica*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, 2018.

MAZZUCHELLI, R. D. C. L.; MAZZUCHELLI, E. H. L.; DE ARAUJO, F. F. Efficiency of *Bacillus subtilis* for root-knot and lesion nematodes management in sugarcane. **Biological Control**, v. 143, p. 104185, 2020

MOURA, F.M.; LOPES, C.M.; PEREIRA, R.R.; PARISH, C.M.; ARCANJO, P.L. DO CARMO, G.D.; PICANÇO, C.M. Sequential sampling plans and economic injury levels for Empoasca kraemeri on common bean crops at different technological levels. **Pest management science**, v. 74, n. 2, p. 398-405, 2018.

MESSA, V.; NUNES, J.; MATTEI, D. Seed Treatment with *Bacillus amyloliquefaciens* for the control of *Meloidogyne javanica*" in vivo" bean culture and its direct effect on the motility, mortality and hatching of *M. javanica*" *in vitro*". **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 5, n. 2, p. 59-59, 2019.

OH, M. H., HAM, J.S., COX, M.J. Diversity and toxigenicity among members of the *Bacillus cereus* group. **Int J Food Microbiol**, v. 152, n. 1-2, p.1–8, 2012.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

OOSTENDORP, M.; SIKORA, R. A. *In vitro* interrelationships between rhizosphere bacteria and *Heterodera schachtii*. **Revue de Nématologie**, Paris, v.13, n.3, p. 269-274, 1990.

RAVEAU, R.; FONTAINE, J.; SAHRAOUI, A.L.H.; Essential oils as potential alternative biocontrol products against plant pathogens and weeds: A review. **Foods**, v. 9, n. 3, p. 365, 2020.

SCHONS, B. C.; STANGARLIN, J. R. Controle de *Meloidogyne incognita* em tomateiro com formulado alecrim em hidrogel. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016.

SOUZA, G. L. O. D., RIBEIRO, R. C. F., XAVIER, A. A., NIETSCHE, S., MOREIRA, T. C., MARTINS, M. J., PIMENTA, S., MIZOBUTSI, E. H., DOS SANTOS NETO, J. A.; SANTOS, I. O. "Control of *Meloidogyne javanica* in banana by endophytic bacteria". **Open Agriculture**, v. 9, n. 1, 2024, pp. 20220262, 2024.

SWARNALAKSHMI, K.; YADAV, V.; TYAGI, D.; DHAR, D.W.; KANNEPALLI, A.; KUMAR, S. Importância das rizobactérias promotoras do crescimento das plantas em leguminosas de grão: Promoção do crescimento e produção agrícola. **Plantas**, v. 9, n. 11, pág. 1596, 2020.

WU, G.; LIU, Y.; XU, Y.; ZHANG, G.; SHEN, Q.; ZHANG, R.; Exploring elicitors of the beneficial rhizobacterium *Bacillus amyloliquefaciens* SQR9 to induce plant systemic resistance and their interactions with plant signaling pathways. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 31, n. 5, p. 560-567, 2018.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.