IMPACTO DE *Meloidogyne javanica* E DA COINOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* NA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO NA SOJA

Abner Resena Carvalho (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Eduarda Thais Sonda (Coorientadora), Cláudia Regina Dias-Arieira (Orientadora).
E-mail: crdarieira@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Agronomia/Fitossanidade.

Palavras-chave: Nematoide-das-galhas; Simbiose; Nodulação.

RESUMO

A demanda de nitrogênio da soja, essencial ao seu desenvolvimento, é suprida majoritariamente pela fixação biológica de nitrogênio decorrente da simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Entretanto, essa interação pode ser prejudicada por *Meloidogyne javanica*, importante nematoide da cultura. Objetivou-se avaliar o impacto de *M. javanica* na simbiose soja-*Bradyrhizobium* e verificar se a coinoculação com *Azospirillum brasilense* atenua os efeitos do nematoide. Em casa de vegetação, soja cv. M 6410 IPRO foi semeada em vasos com solo:areia autoclavado (1:1), em delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos (14 repetições): testemunha, *A. brasilense*, *Bradyrhizobium* spp. e *A. brasilense* + *Bradyrhizobium* spp., com e sem inoculação de 2.000 ovos + juvenis de *M. javanica* por vaso. As avaliações ocorreram aos 40 e 60 dias após a inoculação (DAI) do nematoide, analisando-se número de nematoides por grama de raiz (NGR), fator de reprodução (FR), parâmetros vegetativos e nodulação. Aos 40 DAI, *A. brasilense* isolado reduziu NGR e FR em 66% e, aos 60 DAI, todos os tratamentos reduziram essas variáveis em 40 a 51%. A testemunha teve menor massa da parte aérea aos 60 DAI, enquanto as rizobactérias mantiveram valores semelhantes com e sem nematoide. A infecção reduziu a nodulação ativa e a biomassa nodular em até 86% no controle, ao passo que as bactérias preservaram a funcionalidade nodular. Conclui-se que *A. brasilense* atua inicialmente na redução da reprodução de *M. javanica* e que, aos 60 DAI, os tratamentos com bactérias mitigam o impacto do nematoide na nodulação da soja.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja estabelece simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Bradyrhizobium*, responsáveis por grande parte do nitrogênio requerido pela planta. No entanto, o parasitismo por nematoides pode reduzir a eficiência dessa associação, comprometendo a nodulação e a fixação (OYEKANMI et al., 2007; ELHADY; HALLMANN; HEUER, 2020). Entre os fitonematoides mais prejudiciais

está *Meloidogyne javanica*, devido à sua ampla distribuição e ao grande número de hospedeiros. Diante disso, a coinoculação com *Azospirillum brasilense*, bactéria promotora do crescimento vegetal, tem se destacado como estratégia para potencializar os benefícios da inoculação com *Bradyrhizobium* spp. Contudo, a interação entre nematoides e essas bactérias ainda é pouco compreendida. Assim, objetivou-se avaliar o impacto de *M. javanica* na simbiose soja-*Bradyrhizobium* e verificar se a coinoculação com *A. brasilense* atenua os efeitos do nematoide sobre essa associação.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, entre dezembro de 2025 e fevereiro de 2026, utilizando soja cv. M6410 IPRO em vasos com 945 mL de solo:areia (1:1) autoclavado. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2, com oito tratamentos: controle, *A. brasilense*, *Bradyrhizobium* spp. (*B. japonicum* + *B. elkanii*) e a associação entre ambos, com e sem *M. javanica* e 14 repetições. Os inoculantes comerciais foram aplicados no sulco de semeadura nas doses recomendadas pelo fabricante. O nematoide foi extraído conforme metodologia adaptada por Boneti e Ferraz (1981), e inoculado aos 15 dias após a semeadura, na dose de 2.000 ovos e juvenis de segundo estádio (J2) por vaso.
Aos 40 e 60 dias após a inoculação (DAI) do nematoide, avaliaram-se o número de nematoides por grama de raiz (NGR), o fator de reprodução (FR) e a massa fresca (MFA) e seca da parte aérea (MSA), aos 60 DAI avaliaram-se ainda o número e a biomassa de nódulos ativos e inativos, classificados conforme a coloração interna. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5% de significância, e as médias, comparadas pelo teste de Scott-Knott no mesmo nível. As análises foram realizadas no software Sisvar (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 40 DAI, apenas *A. brasilense* isolado reduziu a população de *M. javanica*, com queda de 66% no NGR e FR em relação à testemunha, os demais tratamentos não diferiram nesse período. Aos 60 DAI, todos os tratamentos bacterianos, isolados ou coinoculados, reduziram NGR e FR em 46 a 50% (Tabela 1). Esse efeito supressivo é consistente com a ação direta de rizobactérias sobre a eclosão e a mobilidade de J2 dessa espécie (ALVES et al., 2011). A resposta mais rápida de *A. brasilense* pode estar relacionada ao seu rápido estabelecimento nas raízes (YEGORENKOVA et al., 2001) e à produção de fitormônios que alteram a arquitetura radicular, tornando a rizosfera menos favorável à penetração do nematoide.

Tabela 1. Número total de nematoides (NTN), número de nematoides por grama de raiz (NGR), fator de reprodução (FR) e redução em relação à testemunha (RRT) de *Meloidogyne javanica* em plantas de soja inoculadas com bactérias, aos 40 e 60 dias após inoculação (DAI).

Tratamento	NTN	NGR	FR	RRT (%)
40 DAI				
Testemunha	86110 a	11366 a	43,0 a	-
A. brasilense	28917 b	5474 b	14,5 b	34
Bradyrhizobium spp.	55500 a	5157 b	27,7 a	64
A. brasilense + *Bradyrhizobium* spp.	64300 a	6038 b	32,1 a	75
CV (%)	40,2	39,6	40,2	-
60 DAI				
Testemunha	86050 a	8776 a	43,0 a	-
A. brasilense	42800 b	4843 b	21,4 b	50
Bradyrhizobium spp.	46856 b	5225 b	23,4 b	54
A. brasilense + *Bradyrhizobium* spp.	44800 b	4301 b	22,2 b	51
CV (%)	53,0	54,5	53,0	-

Médias seguidas pela mesma letra não diferiram entre si no teste Scott-Knott, ($p \leq 0,05$). CV = coeficiente de variação. RRT = (FR Tratamento/ FR Testemunha) * 100.

Aos 40 DAI, não houve diferenças entre os tratamentos para massa de raiz, altura, MFA e MSA, exceto para *Bradyrhizobium* spp., que aumentou em 105% a massa de raiz na presença de *M. javanica* (dados não apresentados). Aos 60 DAI, a testemunha apresentou reduções na MFA e MSA, de 48% e 46%, respectivamente, enquanto nos tratamentos bacterianos não houve diferença entre plantas com e sem nematoide, indicando atenuação dos efeitos do parasitismo (Tabela 2).

Tabela 2. Massa fresca de raiz (MRaiz), altura, massa fresca (MFPA) e seca (MSPA) de parte aérea, número de nódulo ativo, massa fresca de nódulos (MFNod) e massa seca de nódulos (MSNod) em soja inoculada com bactérias, aos 60 dias após inoculação com *Meloidogyne javanica*.

Tratamento	MRaiz (g)	Altura (cm)	MFPA (g)	MSPA (g)	Nódulo ativo	MFNod (g)	MSNod (g)
Testemunha	10,0 a	45,0 a	15,0 a	3,0 a	3 a	0,0441 a	0,0168 a
A. brasilense	9,8 a	42,7 a	21,4 a	3,6 a	6 a	0,1161 a	0,0255 a
Bradyrhizobium	10,4 a	39,6 a	23,8 a	4,0 a	9 a	0,2056 a	0,0408 a
Azos + Brady	9,5 a	46,2 a	23,2 a	3,9 a	8 a	0,0441 a	0,0275 a
CV (%)	32,6	17,4	30,0	39,8	49,0	52,0	60,4

Médias seguidas pela mesma letra não diferiram entre si no teste Scott-Knott, ($p \leq 0,05$). CV = coeficiente de variação. Azos + Brady = *Azospirillum brasilense* + *Bradyhrizobium* spp.

Meloidogyne javanica reduziu a nodulação na testemunha aos 60 DAI (Tabela 2), com quedas de 86% no número de nódulos ativos e de 86% e 81% nas massas fresca e seca, respectivamente, enquanto os tratamentos com *A. brasilense*, *Bradyrhizobium* spp. e sua associação mantiveram a eficiência nodular. Esse padrão é compatível com o comprometimento da simbiose soja–*Bradyrhizobium* pelo parasitismo, que reduz a eficiência da associação e a fixação de nitrogênio (OYEKANMI et al., 2007).

CONCLUSÕES

Conclui-se que a inoculação com *A. brasilense* atua nas fases iniciais de desenvolvimento da soja, reduzindo a reprodução de *M. javanica* aos 40 DAI, enquanto aos 60 DAI todos os tratamentos bacterianos, isolados ou coinoculados, diminuem a população do nematoide. *Azopirillum brasilense* mitiga os danos ao crescimento causados pela infecção e preservam a funcionalidade dos nódulos de *Bradyrhizobium* spp. para a fixação biológica de nitrogênio na soja.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao CNPq e à Fundação Araucária pelo apoio financeiro concedido por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), e à UEM pela infraestrutura disponibilizada para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVES, G. C. S. et al. Avaliação *in vitro* do efeito de rizobactérias sobre *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Pratylenchus zeae*. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 78, n. 4, p. 557-564, out./dez. 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/aib/a/NccydDMYS3dfjcRtXcJqkVF/. Acesso em: 6 ago. 2026.

BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 553, 1981.

ELHADY, A.; HALLMANN, J.; HEUER, H. Symbiosis of soybean with nitrogen fixing bacteria affected by root lesion nematodes in a density-dependent manner. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1–12, 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109–112, 2014.

OYEKANMI, E. O. *et al*. Improving root-knot nematode management on two soybean genotypes through the application of *Bradyrhizobium japonicum*, *Trichoderma pseudokoningii* and *Glomus mosseae* in full factorial combinations. **Crop Protection**, v. 26, p. 1006–1012, 2007.

YEGORENKOVA, I. V. *et al*. *Azospirillum brasilense* colonization of wheat roots and the role of lectin-carbohydrate interactions in bacterial adsorption and root-hair deformation. **Plant and Soil**, v. 231, n. 2, p. 275-282, 2001. Disponível em: https://doi.org/10.1023/A:1010340700694. Acesso em: 15 ago. 2026.