

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Soja  
Ministério da Agricultura e Pecuária**

## **DOCUMENTOS 453**

# 18<sup>a</sup> Jornada Acadêmica da Embrapa Soja Resumos expandidos

*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite  
Larissa Alexandra Cardoso Moraes  
Kelly Catharin*  
Editoras Técnicas

**Embrapa Soja**  
Londrina, PR  
2023

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Soja**  
Rod. Carlos João Strass, s/n  
Acesso Orlando Amaral, Distrito da Warta  
CEP 86065-981  
Caixa Postal 4006  
Londrina, PR  
Fone: (43) 3371 6000  
www.embrapa.br/soja  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Soja**

Presidente  
*Adeney de Freitas Bueno*

Secretária-Executiva  
*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros  
*Claudine Dinali Santos Seixas, Edson Hirose,  
Ivani de Oliveira Negrão Lopes, José de Barros  
França Neto, Leandro Eugênio Cardamone  
Diniz, Marco Antonio Nogueira, Mônica Juliani  
Zavaglia Pereira e Norman Neumaier*

Supervisão editorial  
*Vanessa Fuzinato Dall'Agnol*

Bibliotecária  
*Valéria de Fátima Cardoso*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica e capa  
*Marisa Yuri Horikawa*

**1ª edição**  
PDF digitalizado (2023).

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Soja

---

Jornada Acadêmica da Embrapa Soja (18. : 2023: Londrina, PR).

Resumos expandidos [da] XVIII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja / Regina  
Maria Villas Bôas de Campos Leite... [et al.] editoras técnicas – Londrina:  
Embrapa Soja, 2023.

161 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937 ; n. 453).

1. Soja. 2. Pesquisa agrícola. I. Leite, Regina Maria Villas Bôas de Campos. II.  
Moraes, Larissa Alexandra Cardoso. III. Catharin, Kelly. IV. Série.

CDD: 630.2515 (21. ed.)

# Uso de agentes antagonistas no controle biológico de *Aphelenchoides besseyi* em soja

CAMARGO, J. F. M.<sup>1</sup>; LORETO, R. B.<sup>2</sup>; FAVORETO, L.<sup>3</sup>; MEYER, M. C.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ANHANGUERA, Curso de Agronomia, Londrina, PR; <sup>2</sup>UEL, Pós-Graduação em Agronomia; <sup>3</sup>Bolsista FAPED/ Embrapa Soja; <sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Soja.

## Introdução

*Aphelenchoides besseyi*, popularmente conhecido como o nematoide da haste verde e retenção foliar, tem incidência, no Brasil, em regiões quentes e chuvosas, como Pará, Amapá, Mato Grosso, Tocantins e Maranhão (Meyer et al., 2017). A presença e infestação deste fitopatógeno pode vir a causar a perda de até 100% da lavoura, trazendo à soja sintomas como: engrossamento de nós, encarquilhamento foliar, necroses nas inflorescências e abortamento prematuro de vagens. A infecção ocorre quando há uma condição favorável do ambiente, com alta umidade, em períodos de elevada ocorrência de chuva, e temperaturas médias em torno de 28 °C. O nematoide migra da raiz para a parte aérea da planta, por meio da presença de água, dando continuidade ao seu ciclo e infecção (Meyer et al., 2017).

A mesma condição favorável de ambiente citada acima, também o é aos microrganismos atuantes no controle biológico. Assim como *A. besseyi* pode sobreviver no solo, sem a presença de planta hospedeira, alimentando-se de diferentes fungos decompositores de matéria orgânica (Favoreto et al., 2011), os fungos antagonistas, *Purpureocillium lilacinum* e *Pochonia chlamydosporia*, na ausência de nematoides, podem sobreviver no solo de forma saprofítica, utilizando a matéria orgânica como fonte de alimento. (Lopez-Lima et al., 2014). Já *Trichoderma* spp., pelo seu oportunismo, possui elevada capacidade de colonização da rizosfera das plantas, nos mais diversos ambientes, que permitem sua sobrevivência em condições adversas (Monte et al., 2019).

*Purpureocillium lilacinum* e *Pochonia chlamydosporia* são exemplos de parasitas de nematoides. Estes microrganismos contam com produções de enzimas e metabólitos secundários, que podem degradar a parede celular e/ou liberar enzimas que inibem a reprodução, controlando assim a população

do fitopatógeno (Sharma; Stirling, 1991). Além disso são extremamente seletivos em relação ao seu hospedeiro, o que significa que serão eficazes contra os nematoides alvos sem causar dano negativo ao ecossistema (Cadioli et al., 2007).

Alguns microrganismos nematicidas podem ainda ter efeito de interação com as plantas, estimulando o crescimento de raízes, aumentando a absorção de nutrientes e induzindo respostas de defesas nas mesmas (Berselli et al., 2021).

A utilização de bionematicidas, uma importante ferramenta para assegurar o desenvolvimento sustentável da agricultura, iniciou na década de 90, na fazenda do Grupo AgroSalgueiro, porém, só a partir de 2007 o uso foi intensificado. Em 2018 a agricultura brasileira contava com 52 produtos à disposição e, em 2020 este número saltou para 411 produtos registrados no Brasil (Brasil, 2022). Esta foi uma alternativa ao constante uso de nematicidas químicos, que podem contaminar o solo e eliminar a população microbiana benéfica, além de acabar produzindo, ao longo do tempo, uma população de fitopatógenos resistentes (Stirling, 1991).

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de agentes antagonistas no controle biológico de *Aphelenchoides besseyi*, na soja.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com temperatura média de 28 °C e alta umidade relativa do ar (> 80 %), mantida por nebulizações de 15 segundos a intervalos de 30 minutos, em condições que favorecem o ataque do patógeno.

A população pura de *A. besseyi* foi multiplicada em cultura de *Fusarium* sp. em meio de cultura BDA e mantida em câmaras tipo BOD, a 26 °C ( $\pm 1$  °C) (Favoreto et al., 2011), até o momento da inoculação.

A cultivar de soja utilizada foi a BRS 284, semeada em 01/12/2022, em delineamento de blocos casualizados, com 14 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos avaliados e as respectivas doses de aplicação estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Tratamentos (ingrediente ativo) e doses de aplicação utilizadas no ensaio.

	Tratamentos	Dose (g de p.c./ha)
1	Testemunha - <i>A. besseyi</i>	-
2	Testemunha + <i>A. besseyi</i>	-
3	Fertilizante organomineral	150
4	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> & <i>B. pumilus</i> & <i>B. subtilis</i>	200
5	<i>Purpureocillium lilacinum</i> & <i>Pochonia chlamydosporia</i>	100
6	<i>Trichoderma harzianum</i> & <i>T. asperellum</i> & <i>B. amyloliquefaciens</i>	50
7	<i>T. harzianum</i>	50
8	<i>Paecilomyces lilacinus</i> ( <i>Purpureocillium lilacinum</i> )	100
9	<i>B. amyloliquefaciens</i> & <i>B. pumilus</i> & <i>B. subtilis</i> + <i>T. harzianum</i>	200 + 50
10	Fertilizante organomineral + <i>T. harzianum</i>	150 + 50
11	<i>P. lilacinum</i> & <i>P. chlamydosporia</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> & <i>B. pumilus</i> & <i>B. subtilis</i>	100 + 200
12	<i>P. lilacinum</i> & <i>P. chlamydosporia</i> + <i>T. harzianum</i> & <i>T. asperellum</i> & <i>B. amyloliquefaciens</i>	100 + 50
13	<i>P. lilacinum</i> & <i>P. chlamydosporia</i> + <i>T. harzianum</i>	100 + 50
14	<i>P. lilacinum</i> + <i>T. harzianum</i>	100 + 50

\* Tratamentos aplicados no sulco de semeadura, em jato dirigido, volume de calda de 40L/ha.

Foram utilizados vasos com capacidade para 500 mL de solo, contendo uma mistura de solo e areia previamente autoclavada na proporção de 1:3, respectivamente. Adicionou-se ao substrato 2 g de osmocote (14-14-14) por vaso.

A aplicação dos tratamentos foi realizada em jato dirigido no sulco de semeadura, pela deposição uniforme de calda, com auxílio de uma pipeta de precisão, sobre a semente de soja semeada em um sulco de 2,0 cm de profundidade, aberto em toda a extensão do diâmetro do vaso. O volume de aplicação de calda foi ajustado para 40 L/ha.

A inoculação com os nematoides foi realizada aos 11 dias após a semeadura, com uma população inicial (PI) de 500 indivíduos por planta. A inoculação foi realizada em um orifício aberto com o auxílio de um bastão de vidro, ao lado do colo de cada planta, seguida de irrigação leve.

Aos 84 dias após a inoculação (DAI) foram realizadas as avaliações. A parte aérea das plantas foi separada do sistema radicular, seccionando a haste logo abaixo do primeiro nó. Após, aferiu-se a altura e a massa fresca, que foram processadas segundo Coolen e D'Herde (1972).

A quantificação da população final (PF) do nematoide foi realizada com auxílio de câmara de Peters, sob microscópio de luz. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando observada significância pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, utilizando-se o programa SASM-Agri (Canteri et al., 2001).

## Resultados e Discussão

Quanto aos parâmetros de desenvolvimento das plantas, observou-se maiores alturas de plantas nos tratamentos T1 (testemunha não inoculada com *A. besseyi*) e T6, diferindo estatisticamente apenas dos tratamentos T2 (testemunha inoculadas com *A. besseyi*), T3 e T13 (Tabela 2). O tratamento T6 contém duas espécies do gênero *Trichoderma*, o qual tem a capacidade de promover o crescimento e vigor das plantas, aumentando a tolerância a estresses, auxiliando na absorção de nutrientes da rizosfera (Kumar, 2013).

Para massa da parte aérea os tratamentos com maiores médias foram o T12, T11, T8, T4, T6, T3 e T7, sendo que apenas o tratamento T12 não sobrepôs com os demais grupamentos estatísticos (Tabela 2).

A quantificação de nematoides na parte aérea das plantas apresentou média de 633 nematoides no tratamento T2 (testemunha inoculadas com *A. besseyi*), não diferindo estatisticamente da média do tratamento T3. O tratamento T13 foi o tratamento com menor média do número de nematoides encontrados na parte aérea, seguido por T8, T10 e T9 (Tabela 3).

Os fungos *P. lilacinum* e *P. chlamydosporia* são oportunistas e possuem grande expressão no controle biológico de fitonematoides, tendo como principais mecanismos de ação o parasitismo de ovos e fêmeas além da indução de resistência em plantas (Zavala-Gonzalez et al., 2015; Ahmed; Monjil, 2019). Os melhores percentuais de controle comparando com o tratamento T2 (testemunha + *A. besseyi*) variaram de 90% a 66%, com o maior percentual para T13, seguido por T8, T10 e T9 (Tabela 3). Em trabalho com aplicação de *P.*

*lilacinum* via tratamento de sementes em soja, promoveu-se também reduções na população de *P. brachyurus* em até 65% (Dias-Arieira et al., 2018).

**Tabela 2.** Altura de plantas e massa fresca da parte aérea de soja BRS 284, em função dos tratamentos bionemáticos aos 84 DAI. Londrina, PR, 2023.

	Tratamentos	Altura de planta (m)	Massa da parte aérea (g)
1	Testemunha - <i>A. besseyi</i>	1,14 a	33,5 c
2	Testemunha + <i>A. besseyi</i>	0,82 bc	34,6 bc
3	Fertilizante organomineral	0,65 c	37,5 abc
4	<i>B. amyloliquefaciens</i> & <i>B. pumilus</i> & <i>B. subtilis</i>	1,07 ab	38,6 abc
5	<i>Purpureocillium lilacinum</i> & <i>Pochonia chlamydosporia</i>	0,87 abc	34,6 bc
6	<i>T. harzianum</i> & <i>T. asperellum</i> & <i>B. amyloliquefaciens</i>	1,14 a	37,9 abc
7	<i>T. harzianum</i>	0,88 abc	37,3 abc
8	<i>Paecilomyces lilacinus</i> ( <i>Purpureocillium lilacinum</i> )	1,10 ab	42,5 ab
9	<i>B. amyloliquefaciens</i> & <i>B. pumilus</i> & <i>B. subtilis</i> + <i>T. harzianum</i>	1,05 ab	34,4 bc
10	Fertilizante organomineral + <i>T. harzianum</i>	0,95 ab	32,3 c
11	<i>P. lilacinum</i> & <i>P. chlamydosporia</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> & <i>B. pumilus</i> & <i>B. subtilis</i>	0,97 ab	42,6 ab
12	<i>P. lilacinum</i> & <i>P. chlamydosporia</i> + <i>T. harzianum</i> & <i>T. asperellum</i> & <i>B. amyloliquefaciens</i>	0,96 ab	43,4 a
13	<i>P. lilacinum</i> & <i>P. chlamydosporia</i> + <i>T. harzianum</i>	0,83 bc	33,4 c
14	<i>P. lilacinum</i> + <i>T. harzianum</i>	1,02 ab	31,5 c
	CV (%)	14,8	12,7

Médias de seis repetições; valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 5\%$ ).

Na quantificação de vagens, todos os tratamentos produziram menor quantidade de vagens na comparação com a testemunha não inoculada T1, sendo observada a menor diferença nos tratamentos T5, T6, T8 e T9. Para massa de vagens, também foram observadas menores médias dos tratamentos com bionemáticos em relação à testemunha não inoculada T1, com a menor redução no tratamento T5 (Tabela 4).

**Tabela 3.** Média do número de nematoides encontrados na parte aérea das plantas de soja BRS 284 e os respectivos percentuais de controle (%C), em função dos tratamentos bionemáticos aos 84 DAI. Londrina, PR, 2023.

Tratamentos	<i>A. besseyi</i>	%C
1 Testemunha - <i>A. besseyi</i>	- -	-
2 Testemunha + <i>A. besseyi</i>	633,3 a	-
3 Fertilizante organomineral	636,7 a	0
4 <i>B. amyloliquefaciens</i> & <i>B. pumilus</i> & <i>B. subtilis</i>	420,0 cd	34
5 <i>Purpureocillium lilacinum</i> & <i>Pochonia chlamyosporia</i>	610,0 ab	4
6 <i>T. harzianum</i> & <i>T. asperellum</i> & <i>B. amyloliquefaciens</i>	270,0 de	57
7 <i>T. harzianum</i>	236,7 ef	63
<i>Paecilomyces lilacinus</i> ( <i>Purpureocillium lilacinum</i> )	103,3 fg	84
<i>B. amyloliquefaciens</i> & <i>B. pumilus</i> & <i>B. subtilis</i> + <i>T. harzianum</i>	216,7 efg	66
Fertilizante organomineral + <i>T. harzianum</i>	210,0 efg	67
<i>P. lilacinum</i> & <i>P. chlamyosporia</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> & <i>B. pumilus</i> & <i>B. subtilis</i>	433,3 c	32
<i>P. lilacinum</i> & <i>P. chlamyosporia</i> + <i>T. harzianum</i> & <i>T. asperellum</i> & <i>B. amyloliquefaciens</i>	260,0 e	59
<i>P. lilacinum</i> & <i>P. chlamyosporia</i> + <i>T. harzianum</i>	64,0 g	90
<i>P. lilacinum</i> + <i>T. harzianum</i>	473,3 bc	25
CV (%)	21,9	

Médias de seis repetições; valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 5\%$ ).

O número e a massa de vagens, assim como a massa da parte aérea das plantas, não refletem necessariamente a eficiência de controle da doença, uma vez que plantas infectadas por *A. besseyi* produzem vagens deformadas, que geralmente não secam, e hastes verdes com retenção foliar, que retêm maior quantidade de água nos tecidos, produzindo maior massa do que os tecidos não infectados.



**Tabela 4.** Média do número e da massa de vagens da soja BRS 284, em função dos tratamentos bionemáticos aos 84 DAI. Londrina, PR, 2023.

Tratamentos		Nº de vagens	Massa de vagens (g)
1	Testemunha - <i>A. besseyi</i>	20,5 a	7,6 a
2	Testemunha + <i>A. besseyi</i>	3,5 de	2,0 efg
3	Fertilizante organomineral	3,2 de	1,1 gh
4	<i>B. amyloliquefaciens</i> & <i>B. pumilus</i> & <i>B. subtilis</i>	1,5 e	0,9 gh
5	<i>Purpureocillium lilacinum</i> & <i>Pochonia chlamydosporia</i>	10,0 b	5,4 b
6	<i>T. harzianum</i> & <i>T. asperellum</i> & <i>B. amyloliquefaciens</i>	9,8 b	3,6 cd
7	<i>T. harzianum</i>	5,3 cd	2,0 efg
8	<i>Paecilomyces lilacinus</i> ( <i>Purpureocillium lilacinum</i> )	9,0 b	3,0 cde
9	<i>B. amyloliquefaciens</i> & <i>B. pumilus</i> & <i>B. subtilis</i> + <i>T. harzianum</i>	8,8 bc	4,1 c
10	Fertilizante organomineral + <i>T. harzianum</i>	5,3 cd	2,0 efg
11	<i>P. lilacinum</i> & <i>P. chlamydosporia</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> & <i>B. pumilus</i> & <i>B. subtilis</i>	4,7 de	2,5 def
12	<i>P. lilacinum</i> & <i>P. chlamydosporia</i> + <i>T. harzianum</i> & <i>T. asperellum</i> & <i>B. amyloliquefaciens</i>	2,7 de	1,4 fgh
13	<i>P. lilacinum</i> & <i>P. chlamydosporia</i> + <i>T. harzianum</i>	2,3 de	1,0 gh
14	<i>P. lilacinum</i> + <i>T. harzianum</i>	2,0 de	0,7 h
	CV (%)	27,9	21,2

Médias de seis repetições; valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 5\%$ ).

## Conclusão

De acordo com os dados obtidos e considerando-se as condições controladas em que o experimento foi conduzido, conclui-se que houve efeito de controle da nematose causada por *A. besseyi* em soja, pela aplicação de bionemáticas.

As formulações de *B. amyloliquefaciens* & *B. pumilus* & *B. subtilis* e de *P. lilacinus* & *P. chlamydosporia* isoladas ou associadas entre elas ou com *T. harzianum* ou com *T. harzianum* + *T. asperellum* + *B. amyloliquefaciens*, apresentam eficiência de controle de *A. besseyi* com base na redução da concentração de nematoides nos tecidos das plantas.

## Referências

- AHMED, S.; MONJIL, M. Effect of *Paecilomyces lilacinus* on tomato plants and the management of root-knot nematodes. **Journal of Bangladesh Agricultural University**, v. 17, n. 1, p. 9-13, 2019.
- BERSELLI, A. P.; BONADIO, D. T.; DIAS, H. M. Ver para crer: abordagens com microscopia de fluorescência no estudo de interação planta-microrganismo. In: MONTEIRO, S. S.; LÍRIO, E. J. de; LOPES, A. dos S.; AMARAL, F. P. M. do; SPOSITO, M. P.; FURLAN, C. M. (org.). **Botânica no inverno 2021**. São Paulo: IB/USP, 2021, p.188-201.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Mapa bate recorde de registros de defensivos agrícolas de controle biológico**. 03 nov. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-bate-recorde-de-registros-de-defensivos-agricolas-de-controle-biologico>. Acesso em: 15 maio 2023.
- CADIOLI, M. C.; SANTIAGO, D. C.; HOSHINO, A. T.; HOMECHIN, M. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 305-311, 2007.
- CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM-Agri – Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, p. 18-24, 2001.
- COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: State Agricultural Research Center, 1972. 77 p.
- DIAS-ARIEIRA, C. R.; ARAÚJO, F. G.; KANEKO, L.; SANTIAGO, D. C. Biological control of *Pratylenchus brachyurus* in soya bean crops. **Journal of Phytopathology**, v. 166, n. 10, p. 722-728, 2018.
- FAVORETO, L.; SANTOS, J. M.; CALZAVARA, S. A.; LARA, L. A. Estudo fitossanitário, multiplicação e taxonomia de nematoides encontrados em sementes de gramíneas forrageiras no Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 35, n. 1-2, p. 20-35, 2011.
- KUMAR, S. Trichoderma: A biological weapon for managing plant diseases and promoting sustainability. **International Journal of Agricultural Science and Medicine Veterinary**, v. 1, n. 3, p. 106-121, 2013.
- LOPEZ-LIMA, D.; CARRION, G.; NÚÑEZ-SÁNCHEZ, A. E. Isolation of fungi associated with *Criconemoides* sp. and their potential use in the biological control of ectoparasitic and semiendoparasitic nematodes in sugar cane. **Australian Journal of Crop Science**, v. 8, n. 3, p. 389-396, 2014.
- MEYER, M. C.; FAVORETO, L.; KLEPKER, D.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C. Soybean green stem and foliar retention syndrome caused by *Aphelenchoides besseyi*. **Tropical Plant Pathology**, v. 42, n. 5, p. 403-409, 2017. DOI: 10.1007/s40858-017-0167-z.
- MONTE, E.; BETTIOL, W.; HERMOSA, R. *Trichoderma* e seus mecanismos de ação para o controle de doenças de plantas. In: MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. (ed.). **Trichoderma: uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 181-199.
- SHARMA, R. D.; STIRLING, G. R. In vivo mass production systems for *Pasteuria penetrans*. **Nematologica**, v. 37, n. 4, p. 483-485, 1991.

STIRLING, G. R. **Biological control of plant parasitic nematodes**: progress, problems and prospects. Wallingford: CAB International, 1991. 282 p.

ZAVALA-GONZALEZ, E. A.; ESCUDERO, N.; LOPEZ-MOYA, F.; ARANDA-MARTINEZ, A.; EXPOSITO, A.; RICAÑO-RODRIGUEZ, J.; ORTIZNARANJO, M. A.; RAMÍREZ-LEPE, M.; LOPEZ-LLORCA, L. V. Some isolates of the nematophagous fungus *Pochonia chlamydosporia* promote root growth and reduce flowering time of tomato. **Annals of Applied Biology**, v. 166, n. 3, p. 472-483, 2015.