



INFLUÊNCIA DO *Bacillus subtilis* NO CONTROLE BIOLÓGICO DE NEMATÓIDES E ASPECTOS PRODUTIVOS DO FEIJOEIRO

G. R. F. Oliveira^{1*}; M. S. Silva²; S. L. Proença¹; J. W. Bossolani¹;
J. A. Camargo¹; F. S. Franco¹; M. E. Sá¹

¹UNESP – Univ Estadual Paulista, Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos, Ilha Solteira, SP, Brasil

²UNESP – Univ Estadual Paulista, Departamento de Biologia e Zootecnia, Ilha Solteira, SP, Brasil

Article history: Received 11 February 2017; Received in revised form 28 February 2017; Accepted 02 March 2017; Available online 30 March 2017.

RESUMO

Visando evitar o uso de defensivos químicos de alta toxicidade o uso de microrganismos antagonistas torna-se uma alternativa sustentável para o controle de nematoides. O *Bacillus subtilis*, é uma rizobactéria cujo potencial nematicida vem sendo reportado na literatura, mas que carece de estudos sobre sua atuação para culturas como o feijoeiro. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de um produto comercial (p.c.) a base de *Bacillus subtilis* aplicado via pulverização foliar (PF) e via tratamento de sementes (TS) no controle de nematoides e sobre os aspectos produtivos do feijoeiro. Tratamentos empregados: T1 - Controle; T2 - 20 kg ha⁻¹ de carbofurano via sulco de semeadura; T3 - 350 mL ha⁻¹ do p.c. via TS; T4 - 350 mL ha⁻¹ do p.c. via TS + 1,0 L ha⁻¹ do p.c. via PF; T5 - 350 mL ha⁻¹ do p.c. via TS + 2,0 L ha⁻¹ do p.c. via PF; T6 - 1,0 L ha⁻¹ do p.c. via PF e T7 - 2,0 L ha⁻¹ do p.c. via PF. Avaliou-se: população de nematoides; número de vagens por planta, número de grãos por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade. Não foram observados resultados significativos quanto aos aspectos produtivos do feijoeiro para todos os tratamentos. O *Bacillus subtilis* mostrou-se eficaz no controle biológico de nematoides (T3 e T7) aos 30 dias após a semeadura da cultura, assim como o nematicida carbofurano (T2).

Palavras-Chave: *Phaseolus vulgaris*; Nematicida; Rizobactérias

INFLUENCE OF *Bacillus subtilis* IN NEMATODES BIOLOGICAL CONTROL AND PRODUCTION ASPECTS OF BEAN

ABSTRACT

Aiming to avoid the use of highly toxic chemical pesticides, the use of antagonistic microorganisms becomes a sustainable alternative for the control of nematodes. *Bacillus subtilis*, a rhizobacterium whose nematicidal potential has been reported in the literature, but which lacks studies on its performance for crops such as common bean. The objective of this work was to evaluate the effects of a commercial product (c.p.) based on *Bacillus subtilis* applied by foliar spraying (FS) and via seed treatment (ST) in nematode control and on productive aspects of common bean. Treatments employed: T1 - Control; T2 - 20 kg ha⁻¹ of carbofuran via sowing furrow; T3 - 350 mL ha⁻¹ of the c.p. via ST; T4 - 350 mL ha⁻¹ of the c.p. via ST + 1.0 L ha⁻¹ of the c.p. via FS; T5 - 350 mL ha⁻¹ of the c.p. via ST + 2.0 L ha⁻¹ of the c.p.

* gustavo-rfonseca@hotmail.com

via FS; T6 - 1.0 L ha⁻¹ of c.p. via FS and T7 - 2.0 L ha⁻¹ of c.p. via FS. The nematode population was evaluated; Number of pods per plant, number of grains per plant, number of grains per pod, mass of 100 grains and productivity. There were no significant results regarding the productive aspects of common bean for all treatments. *Bacillus subtilis* was effective in the biological control of nematodes (T3 and T7) at 30 days after sowing, as well as nematicide carbofuran (T2).

Keywords: *Phaseolus vulgaris*; Nematicide; Rizobacterium

INTRODUÇÃO

Os nematoides parasitas de plantas (NPP) são organismos altamente especializados que habitam preferencialmente a rizosfera. São capazes de utilizar diversas estratégias para infectar diferentes órgãos da planta hospedeira suprimindo defesas vegetais em benefício da sua alimentação e infectando inicialmente o sistema radicular, o que dificulta o manejo e adoção de medidas efetivas de controle (HAEGEMAN et al., 2012.; WUYTS et al., 2007.; JASMER et al., 2003.; KERRY, 2000.; STIRLING, 1991 citado por MACHADO et al., 2012).

Os NPP são responsáveis por perdas econômicas expressivas na agricultura mundial (SUN et al., 2014) e entre os grupos estudados de maior impacto econômico estão os endoparasitas sedentários, como *Rotylenchulus reniformis* (GANJI et al., 2013.; ROBINSON et al., 1997) e *Meloidogyne* spp. (LEAL-BERTIOLI et al., 2016), endoparasitas migradores, como *Pratylenchus* spp. (VIEIRA et al., 2015.; JONES & FOSU-NYARKO, 2014) e ectoparasitas migradores, como *Helicotylenchus* spp. (DAVIS et al, 2004). O ataque de nematoides tem sido relatado em muitas espécies de plantas cultivadas (MACHADO et al., 2012), especialmente culturas como a soja (DIAS et al., 2010), o milho (CHIAMOLERA et al., 2012) e o feijoeiro (GARDIANO et al., 2012).

Há tempos o controle químico é preponderante, com a aplicação de nematicidas de elevado custo, limitada disponibilidade e propensos a causar sérios danos ambientais e ao ser humano (AKHTAR, M., & MALIK, 2000). Os produtos mais utilizados para fins de

controle pertencem ao grupo dos carbamatos, um dos formulados mais tóxicos já registrados no país (MACHADO et al., 2012).

Dessa forma, o controle biológico torna-se uma opção sustentável frente ao combate convencional dos nematoides (ARAUJO & MARCHESI, 2009.; COIMBRA & CAMPOS, 2005., FERRAZ et al., 2010 citado por FERNANDES et al., 2014). Muitos pesquisadores empenham-se na busca por alternativas não químicas de controle utilizando microrganismos antagônicos aos agentes fitopatogênicos, visando mitigar os danos causados às plantas de interesse (COLLANGE et al., 2011).

Neste contexto, as rizobactérias, em especial, a espécie *Bacillus subtilis*, vem tornando-se objeto de estudo (ARAUJO et al., 2012.; SIDDIQUI et al., 2001.; SAHARAN, 2011), principalmente devido a sua capacidade nematicida e como promotora de crescimento de plantas cultivadas (RAMAMOORTHY, 2001.; MENA-VIOLANTE & OLALDE-PORTUGAL, 2007), o que estimula o emprego de novas estratégias a favor do exercício de uma agricultura mais sustentável (ICHIWAKI, 2012).

Em razão do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ser uma das espécies mais cultivadas no Brasil e fonte proteica majoritária de grande parte a população de baixa renda (MESQUITA et al., 2007), com cultivares ainda muito suscetíveis ao ataque de nematoides (BAIDA et al., 2011), faz-se necessário estudos que apontem soluções para cultura, de modo a aliar alto rendimento agrícola com a manutenção dos sistemas de cultivo sob

diretrizes menos agressivas ao meio ambiente.

O objetivo do presente trabalho foi verificar os efeitos de um produto comercial (p.c.) a base de *Bacillus subtilis* aplicado via foliar e via tratamento de

sementes em diferentes doses e modos de aplicação, no controle biológico de nematoides comparado a um nematicida a base de carbofurano, sobre os componentes de produção e produtividade do feijoeiro de inverno.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na área da fazenda experimental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, Município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, MS, (55° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de Latitude Sul e altitude de 335 metros). O solo é um Latossolo Vermelho distrófico, argiloso (EMBRAPA, 2013). Antes da instalação do experimento, determinou-se os atributos químicos do solo, por meio da coleta de amostras na camada de 0,00-0,20 m de acordo com a metodologia descrita por Raij et al. (1997) (Tabela 1). O clima, conforme a classificação de Köppen é do tipo Aw, com média anual de precipitação pluvial de 1.370 mm (ALVARES et al., 2013). A temperatura média anual de 23,5 °C e umidade relativa do ar entre 70 e 80% (CENTURION 1982.; INPE, 2016). Realizou-se um levantamento periódico dos dados de temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa obtidos junto a estação meteorológica da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão

(FEPE/UNESP) situada a 300 m da área experimental. Na Figura 1 estão apresentados os dados climáticos referentes à área de cultivo do feijoeiro nos respectivos meses de condução da pesquisa.

Quanto ao histórico de cultivo, não houve culturas precedentes ao feijoeiro de inverno, sendo que a área experimental permaneceu em pousio nas estações da primavera, verão e outono no ano agrícola de condução da pesquisa.

A instalação do experimento foi realizada manualmente em 16 de junho de 2016 em sistema convencional de cultivo, utilizando-se sementes de feijão comum, cv. BRS Estilo. O espaçamento foi de 0,50 m com densidade de 15 sementes por metro, visando uma população de 240.000 plantas ha⁻¹, considerando um potencial germinativo de 85%. As sementes utilizadas foram tratadas com fungicida carboxin + thiram na dose de 200 mL p.c. 100 kg⁻¹ de sementes.

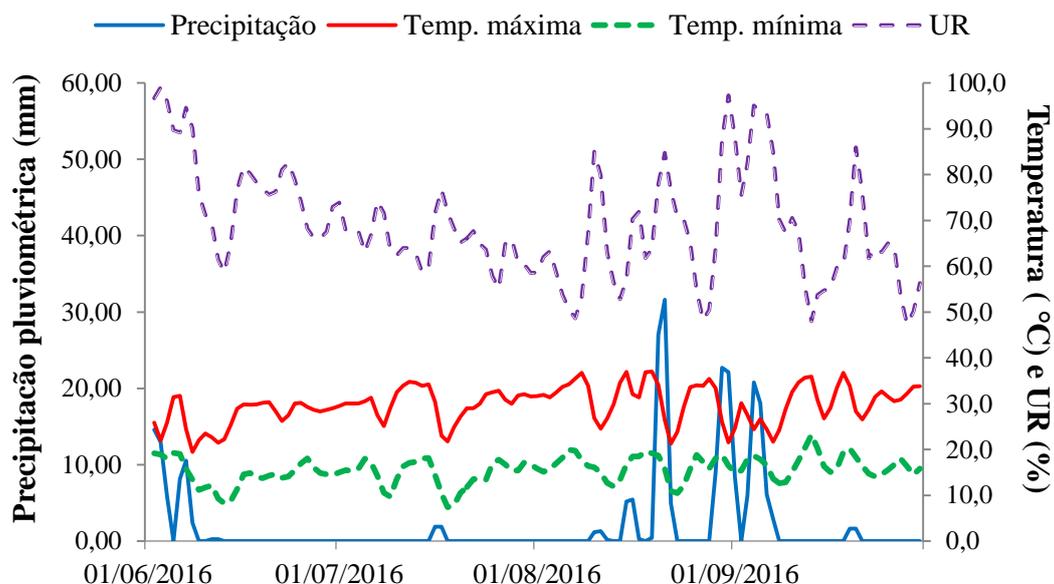


Figura 1. Dados mensais de precipitação pluviométrica, temperatura máxima, temperatura mínima e umidade relativa do ar, Selvíria, MS, 2016.

Tabela 1. Análise química do solo, profundidade de 0-0,20 m, antes da instalação do experimento, Selvíria, MS, 2016.

P_{resina}	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
$mg\ dm^{-3}$	$g\ dm^{-3}$	CaCl ₂	—————			$cmolc\ dm^{-3}$	—————			(%)
25	22	5,0	0,45	1,8	1,2	3,5	0,2	3,45	6,95	50

A adubação de semeadura realizada foi de $250\ kg\ ha^{-1}$ da fórmula 4-30-10 sendo constituída de $22\ kg\ ha^{-1}$ de N (ureia), $75\ kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 (superfosfato simples) e $42\ kg\ ha^{-1}$ de K_2O (KCl) segundo as recomendações Ambrosano et al. (1997) para leguminosas. Em seguida, aplicou-se uma lâmina de água distribuída uniformemente por meio de um equipamento de aspersão do tipo “canhão” hidráulico autopropelido, para promover a germinação das sementes. Aos cinco dias após a semeadura, ocorreu a emergência das plântulas.

No estágio fenológico V4-3 (vegetativo com 3 folhas trifolioladas), aplicou-se $60\ kg\ ha^{-1}$ de N (fonte ureia), em área total. Em seguida aplicou-se uma lâmina d’água de 15 mm, visando minimizar perdas por volatilização (COSTA et al., 2004). A suplementação

hídrica do feijoeiro foi realizada durante todo ciclo. Para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, foram adotadas práticas usuais no manejo da cultura.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo que as unidades experimentais foram constituídas por 6 linhas de 5 m de comprimento, com área útil constituída pelas duas linhas centrais, desprezando-se 0,50 m nas extremidades das linhas. Trabalhou-se com 7 tratamentos empregados via tratamento de sementes (TS) e via pulverização foliar (PF) das plantas de feijoeiro no estágio fenológico V1 (vegetativo – emergência das plântulas), com 4 repetições. Utilizou-se um produto comercial (p.c.) a base de *Bacillus subtilis* ($1,0 \times 10^9$ u.f.c de *Bacillus subtilis* mL^{-1}) e um nematicida a base de

carbofurano (FURADAN 350 CE[®]). Os tratamentos consistiram em: T1 - Controle; T2 - 20 kg ha⁻¹ do i.a. carbofurano via sulco de semeadura; T3 - 350 mL ha⁻¹ do p.c. via TS; T4 - 350 mL ha⁻¹ do p.c. via TS + 1,0 L ha⁻¹ do p.c. via PF; T5 - 350 mL ha⁻¹ do p.c. via TS + 2,0 L ha⁻¹ do p.c. via PF; T6 - 1,0 L ha⁻¹ do p.c. via PF; T7 - 2,0 L ha⁻¹ do p.c. via PF. No momento das pulverizações foliares a temperatura do ar estava entorno de 30 °C, com umidade relativa de 60% (INPE, 2016).

Foram realizadas as seguintes avaliações: (a) População de nematoides: anterior à semeadura do feijoeiro coletou-se 28 amostras de solo na área em cada unidade experimental para constatar a ocorrência de nematoides, mediante análise em laboratório especializado. Constatou-se a presença de nematoides dos gêneros *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp. e a espécie *Rotilenchulus reniformis*. Aos 30 dias após a semeadura (DAS), coletou-se novas amostras de solo próximo a raízes de plantas com sintomas de ataque (reboleira), e os dados foram comparados ao tratamento controle; (b) População percentual de nematoides: calculou-se os valores em porcentagem da população de nematoides de cada tratamento considerando o tratamento controle (T1) como 100% e comparando-o com os demais tratamentos (T2, T3, T4, T5, T6 e T7), obtendo-se assim, os valores médios percentuais de população de nematoides; (c) Componentes de produção: por ocasião

da colheita do feijoeiro realizada em 21 de setembro de 2016, coletou-se 10 plantas de cada unidade experimental onde determinou-se o número de vagens por planta, número de grãos por planta e número de grãos por vagem; (d) Massa de 100 grãos: por ocasião da colheita, a partir dos grãos obtidos das 10 plantas coletadas, contou-se 100 grãos para determinação de sua massa em balança analítica de precisão 0,0001 g; (e) Produtividade de grãos: foram colhidas duas linhas da área útil de cada unidade experimental, onde as plantas foram arrancadas e deixadas para secar em terreiro de alvenaria e, em seguida, submetidas à trilha semi-mecanizada em trilhadora estacionária.

Determinou-se a umidade dos grãos com analisador portátil de umidade e pureza (GEHAKA AGRI G650i[®]) e os valores obtidos foram corrigidos para 13% base úmida, com a produtividade de grãos expressa em kg ha⁻¹; (f) Produtividade relativa de grãos: a partir dos dados de produtividade de grãos calculou-se a porcentagem de produtividade de cada tratamento, considerando o tratamento T1 como 100% e comparando-o com os demais tratamentos (T2, T3, T4, T5, T6 e T7), obtendo-se assim, os valores médios percentuais de produtividade de grãos.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo que as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, Sisvar 5.6[®] (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Encontram-se expressos na Tabela 2 os dados médios obtidos para o número de grãos por vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta, massa de 100 grãos, produtividade de grãos, produtividade relativa, população de nematoides e população percentual.

Para os componentes de produção e produtividade, não houve diferença significativa (Tabela 2). De maneira geral, observando-se o produto entre a população

de plantas almejada (240.000 plantas ha⁻¹) e o número de vagens por planta, grãos por vagem e massa de 100 grãos, obtém-se um valor de produtividade que ultrapassa em média 2000 kg ha⁻¹, o que não foi verificado no presente trabalho. Possivelmente as elevadas temperaturas ocorridas no por ocasião do florescimento (Figura 1), resultaram em um elevado abortamento de flores, afetando os componentes de produção, principalmente

o número de vagens por planta. Conforme Portes (1988), altas temperaturas estimulam a taxa respiratória, provocam a redução no teor de amido e de açúcares, sendo, possivelmente, as causas do baixo “pegamento” e retenção de vagens verificado.

A produtividade de grãos obtida mostrou-se similar a média nacional registrada para o período de cultivo, de aproximadamente 1000 kg ha⁻¹ de grãos (CONAB, 2016). Comumente em áreas de cerrado, os solos são ácidos e deficientes em alguns nutrientes, tornando-se fator limitante para rendimento agrícola (FAGERIA & STONE, 2004, 1999).

Para os dados de produtividade relativa, os tratamentos proporcionaram aumento percentual na produtividade de grãos ha⁻¹ em relação ao controle, embora não observado diferença significativa.

Ocorreu diferença significativa ($p < 0,01$) para os dados de população de nematoides, onde observou-se uma capacidade de controle obtida para os tratamentos T2, T3 e T7. Nota-se que o uso do *Bacillus subtilis* via tratamento de semente e via pulverização foliar apresentou um potencial nematicida tão eficaz quanto o carbofurano, aos 30 dias após a semeadura do feijoeiro (Figura 2).

Tabela 2. Número de grãos por vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta, massa de 100 grãos, produtividade de grãos, produtividade relativa, população de nematoides (*Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp. e espécie *Rotilenchulus reniformis*) e população percentual de nematoides (PN%) quantificados em amostras de solo 30 dias após a semeadura (DAS) do feijoeiro, cv. BRS Estilo, Selvíria, MS, 2016.

Tratamentos empregados	Nº grãos vagem ⁻¹	Nº vagens planta ⁻¹	Nº grãos planta ⁻¹	M100 sementes (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	Produtividade relativa (%)	População de nematoides ^A (30 DAS)	PN ^A (%)
T1	3,51 a	11,77 a	41,35 a	25,87 a	1039,0 a	100,00 a	25,31 a	100,00 a
T2	3,17 a	9,90 a	31,90 a	24,04 a	1133,0 a	109,04 a	11,82 b	46,70 b
T3	3,44 a	13,45 a	45,85 a	25,04 a	1227,0 a	118,02 a	12,64 b	49,94 b
T4	3,07 a	11,25 a	35,92 a	25,02 a	1173,0 a	112,87 a	19,83 a	78,34 a
T5	3,19 a	10,47 a	33,55 a	24,99 a	1197,0 a	115,13 a	22,25 a	87,90 a
T6	3,46 a	10,40 a	36,25 a	24,10 a	1206,0 a	116,00 a	18,21 a	71,94 a
T7	2,78 a	10,50 a	29,22 a	25,13 a	1102,0 a	106,03 a	15,43 b	60,96 b
p>F	0,299	0,413	0,331	0,808	0,971	0,971	0,001	0,001
F calculado	1,32 ^{NS}	1,07 ^{NS}	1,24 ^{NS}	0,48 ^{NS}	0,20 ^{NS}	0,20 ^{NS}	6,37 ^{**}	6,37 ^{**}
C.V. (%)	14,05	20,89	28,10	7,29	25,55	25,55	21,97	21,97

A= Dados transformados para raiz quadrada $y + 0,5$; ** - significativo a 1% pelo teste F; NS - não significativo pelo teste F; C.V. – coeficiente de variação. As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si conforme o teste de Scott Knott ($p < 0,05$). Tratamentos empregados - **T1**: Controle; **T2**: 20 kg ha⁻¹ do i.a. carbofurano via sulco de semeadura; **T3**: 350 mL ha⁻¹ do produto comercial (p.c.) a base de *Bacillus subtilis* via tratamento de sementes (TS); **T4**: 350 mL ha⁻¹ do p.c. via TS + 1,0 L ha⁻¹ do p.c. via pulverização foliar (PF); **T5**: 350 mL ha⁻¹ do p.c. via TS + 2,0 L ha⁻¹ do p.c. via PF; **T6**: 1,0 L ha⁻¹ do p.c. via PF; **T7**: 2,0 L ha⁻¹ do p.c. via PF.

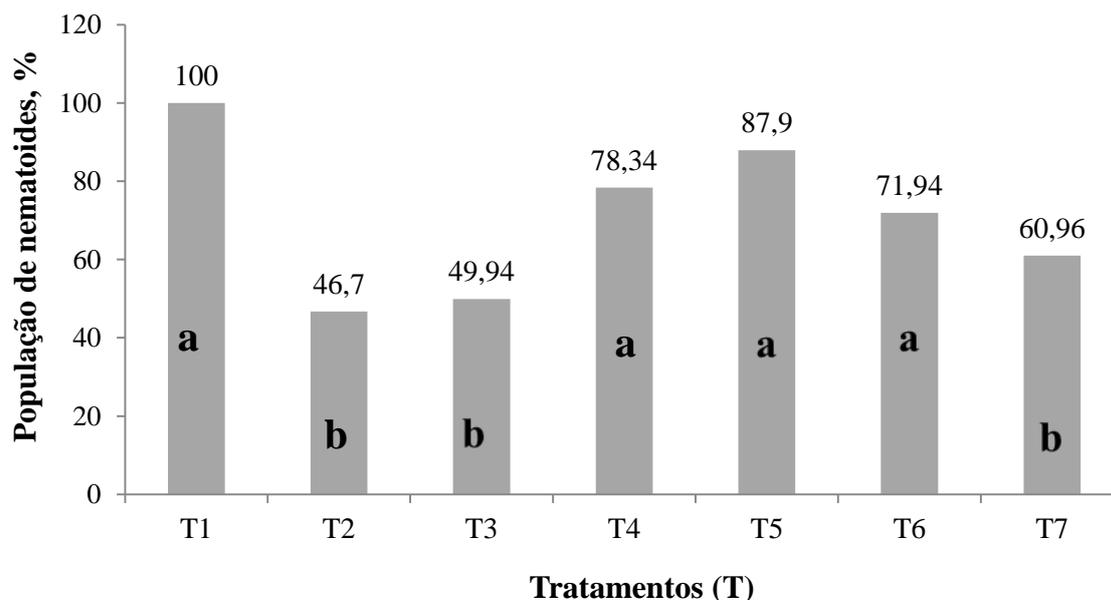


Figura 2. População percentual de nematoides avaliados em amostras de solo coletadas 30 DAS do feijoeiro, cv. BRS Estilo, na área experimental, Selvíria, MS, 2016.

Para tratamento T2 (20 kg ha⁻¹ do i.a. carbofurano) nota-se uma redução significativa na população de nematoides (Figura 2) dados que corroboram aos descritos em trabalhos que relatam o potencial de ação carbofurano no controle de nematoides (STEFFEN et al., 2012.; DIAS ARIEIRA et al., 2010.; DINARDO-MIRANDA & GARCIA, 2002). Vale ressaltar que o uso deste ingrediente ativo visou comparar sua eficiência de controle ao de um produto biológico e menos agressivo ao meio ambiente, já que o carbofurano é descrito como extremamente tóxico segundo a classificação toxicológica e ambiental do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (AGROFIT, 2016).

Quanto aos efeitos de redução na população de nematoides verificados nos tratamentos T3 (350 mL ha⁻¹ do p.c. a base de *Bacillus subtilis* via TS) e T7 (2,0 L ha⁻¹ do p.c. via PF), possivelmente, deve-se ao comportamento endofítico da rizobactéria, em razão da sua competência natural para colonizar a rizosfera e adentrar em tecidos vegetais, o que lhe confere maior potencial de controle de patógenos subterrâneos (ARAVIND et al., 2008). Acrescenta-se a isto, a habilidade do *Bacillus subtilis* em

produzir endotoxinas de caráter nematicida, capazes de interferir no ciclo de reprodução, oviposição e eclosão de nematoides (MACHADO et al., 2012.; SHARMA & GOMES, 1996). Em relação a aplicação do produto a base de *Bacillus subtilis* em cobertura (T7), a suplementação hídrica realizada ao longo de todo ciclo do feijoeiro, possivelmente facilitou a percolação das rizobactérias na camada superficial do solo (ZILLI et al., 2008) permitindo efeito verificado.

Em estudo realizado com *Bacillus subtilis* na cultura do tomate (ARAÚJO et al., 2009) foi observado efeitos positivos do tratamento biológico na redução da reprodução do nematoide de galha (*Meloigogyne* spp.) além de promover o crescimento da cultura. Dados que concernem com o verificado por Fernandes et al., (2014) onde trabalhando com microbiolização de sementes de tomateiro utilizando *Bacillus subtilis*, observaram uma redução em torno 60% no número de ovos de *Meloigogyne icognita* comparado as sementes não tratadas. Contrário aos dados obtidos neste trabalho, Vaz et al., (2011) verificaram que, a microbiolização de sementes com *Bacillus subtilis* não apresentou potencial de biocontrole de

nematoides.

Efeitos similares aos observados no presente trabalho com uma planta leguminosa foram obtidos por Araújo et al. (2012), estudando a eficácia de diferentes métodos e genótipos de soja no controle de *Meloidogyne spp.*, onde os pesquisadores

notaram que o tratamento químico utilizando carbofurano e tratamento biológico com *Bacillus subtilis*, ambos via TS, foram eficazes quanto a redução do desenvolvimento dos nematoides no genótipo suscetível.

CONCLUSÃO

Não houve efeito dos tratamentos empregados nos aspectos produtivos do feijoeiro. O produto comercial a base de *Bacillus subtilis* aplicado via tratamento de semente (350 mL ha⁻¹) e via foliar (2,0 L ha⁻¹), promoveu resultados significativos

para fins de controle biológico de nematoides aos 30 dias após a semeadura do feijoeiro com a mesma eficácia que o nematicida a base de carbofurano (20 kg ha⁻¹ via sulco).

AGRADECIMENTOS

A Geoclen pelo fornecimento dos insumos. Ao Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá pelo incentivo a pesquisa, orientação

assídua e amizade. Aos colaboradores pelo empenho e comprometimento com a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKHTAR, M.; MALIK, A. Roles of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes: a review. **Bioresource Technology**, v. 74(1): 35-47, 2000.

AGROFIT – Sistema de agrotóxicos fitossanitários. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA**, 2016. Disponível em: <agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/ap_ing_ativo_detalhe_cons?p_id_ingrediente_ativo=40>. Acesso em: 04/01/2016.

AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, p. 285, 1997. (Boletim Técnico, 100).

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., DE MORAES, G., LEONARDO, J., & SPAROVEK,

G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22(6): 711-728, 2013.

ARAVIND, R.; KUMAR, A.; EAPEN, S. J. RAMANA, K. V. Endophytic bacterial flora in root and stem tissues of black pepper (*Piper nigrum L.*) genotype: isolation, identification and evaluation against *Phytophthora capsici*. **Letters in Applied Microbiology**, v. 48(2): 58-64, 2008.

ARAÚJO, F.F.; BRAGANTE, R. J.; BRAGANTE, C. E. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v. 42(2): 52-60, 2012.

ARAÚJO, F. F.; MARCHESI, G. V. P. Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. **Ciência Rural**, v. 39(5): 1558-1561, 2009.

BAIDA, F. C.; SANTIAGO, D. C.; TAKAHASHI, L. S. A.; ATHANÁZIO, J. C.; CADIOLI, M. C.; LEVY, R. M. Reação de linhagens de feijão-vagem

ao *Meloidogyne javanica* e *M. paranaensis* em casa-de-vegetação. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33(2): 237-241, 2011.

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 *M. javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30(3): 232-238, 2005.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 4- Safra 2015/16 - Quarto levantamento, Brasília, p. 1-154, jan 2016. Disponível em: <www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_14_17_16_boletim_graos_janeiro_2016.pdf>. Acesso em: 05/01/2017.

CHIAMOLERA, F. M.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; SOUTO, E. R.; BIELA, F.; CUNHA, T. P. L.; MELO SANTANA, S.; PUERARI, H. H. Suscetibilidade de culturas de inverno a *Pratylenchus brachyurus* e atividade sobre a população do nematoide na cultura do milho. **Nematopica**, v. 42(2): 267-275, 2012.

COSTA, A. C. S.; FERREIRA, J. C.; SEIDEL, E. P.; TORMENA, C. A.; PINTRO, J. C. Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia em três solos argilosos tratados com ureia. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26(4): 467-473, 2008.

COLLANGE, B.; NAVARRETE, M.; PEYRE, G.; MATEILLE, T.; TCHAMITCHIAN, M. Root-knot nematode (*Meloidogyne*) management in vegetable crop production: The challenge of an agronomic system analysis. **Crop Protection**, v. 30(10): 1251-1262, 2011.

DAVIS, L. T., BELL, N. L., WATSON, R. N.; ROHAN, T. C. Host range assessment of *Helicotylenchus pseudorobustus* (Tylenchida: *Hoplolaimidae*) on pasture species. **Journal of nematology**, v. 36(4): 487, 2004.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, V. Efeito da época de aplicação de nematicidas em soqueira de cana-de-

açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 26(2): 177-180, 2002.

DIAS, W. P.; GARCIA, A.; SILVA, J. F. V.; CARNEIRO, G. D. S. Nematoides em soja: identificação e controle. **Embrapa Soja. Circular Técnica**, 2010.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; SANTANA, S. D. M.; ARIEIRA, J. D. O.; RIBEIRO, R. C.; VOLK, L. B. Efeito do carbofurano na população de nematoides e no rendimento da cana-de-açúcar em solos arenosos do Paraná. **Nematologia Brasileira**, v. 34(2): 118-122, 2010.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª ed. Brasília, DF, p. 353, 2013.

FEDERICI, B. A.; PARK, H. W.; BIDESHI, D. K. 2010. Overview of the basic biology of *Bacillus thuringiensis* with emphasis on genetic engineering of bacterial larvicides for mosquito control. **Open Toxinology Journal**, v. 3(2): 83-100, 2010.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. Produtividade de feijão no sistema plantio direto com aplicação de calcário e zinco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39(1): 73-78, 2004.

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**, v. 30(1): 34-38, 2014.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. Manejo da acidez dos solos de cerrado e de várzea do Brasil. **Embrapa Arroz e Feijão. Documentos**, 1999.

FERREIRA, DANIEL FURTADO. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v.35(6): 1039-1042, 2011.

GANJI, S.; WUBBEN, M. J.; JENKINS, J. N. Two simple methods for the collection of individual life stages of reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*.

Journal of nematology, v. 45(2): 87-91, 2013.

GARDIANO, C. G.; KRZYZANOWSKI, A. A.; SANTIAGO, D. C.; ABI-SAAB, O. J. G. Avaliação de genótipos de aveia ao parasitismo de *Meloidogyne paranaensis* e *M. incognita* raça 3. **Nematropica**, v. 42(1): 80-83, 2012.

HAEGEMAN, A.; MANTELIN, S.; JONES, J. T.; GHEYSEN, G. Functional roles of effectors of plant-parasitic nematodes. **Gene**, v. 492(1): 19-31, 2012.

ICHIWAKI, S. **Efeitos da inoculação de *Enterobacter* sp. ICB481 sobre o crescimento e acúmulo de proteico em plântulas de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) submetidas a fertilização orgânica e convencional.** Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2016). **Previsão de tempo para cidades.** Disponível em: <www.cptec.inpe.br/cidades/estendida/5123>. Acessado em: 01 de junho de 2016.

JASMER, D. P.; GOVERSE, A.; SMANT, G. Parasitic nematode interactions with mammals and plants. **Annual review of phytopathology**, v. 41(1): 245-270, 2003.

JONES, M. G. K.; FOSU-NYARKO J. Molecular biology of root lesion nematodes (*Pratylenchus spp.*) and their interaction with host plants. **Annals of applied biology**, v. 164(2): 163-181, 2014.

KERRY, B. R. Rhizosphere interactions and the exploitation of microbial agents for the biological control of plant-parasitic nematodes. **Annual review of phytopathology**, v. 38(1): 423-441, 2000.

LEAL-BERTIOLI, S. C.; MORETZSOHN, M. C.; ROBERTS, P. A.; BALLÉN-TABORDA, C.; BORBA, T. C.; VALDISSER, P. A.; BERTIOLI, D. J. Genetic mapping of resistance to *Meloidogyne arenaria* in *Arachis stenosperma*: a new source of nematode resistance for peanut. **G3: Genes**

Genomes| Genetics, v. 6(2): 377-390, 2016.

MACHADO, V.; BERLITZ, D. L.; MATSUMURA, A. T. S.; SANTIN, R. D. C. M.; GUIMARÃES, A.; SILVA, M. E. D.; FIUZA, L. M. Bactérias como agentes de controle biológico de fitonematóides. **Oecologia Australis**, v. 16(2): 165-182, 2012.

MESQUITA, F. R.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. D.; LIMA, R. A. Z.; ABREU, A. D. F. B. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): Composição química e digestibilidade protéica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.3(4): 1114-1121, 2007.

PORTES, T. A. Ecofisiologia. IN; ZIMMERMANN, M. J.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (eds) Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFÓS, 124-156, 1988.

ROBINSON, A. F.; INSERRA, R. N.; CASWELL-CHEN, E. P.; VOVLAS, N.; TROCCOLI, A. *Rotylenchulus* species: identification, distribution, host ranges, and crop plant resistance. **Nematropica**, v. 27(2): 127-180, 1997.

RAMAMOORTHY, V.; VISWANATHAN, R.; RAGUCHANDER, T.; PRAKASAM, V.; SAMIYAPPAN, R. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. **Crop Protection**, v.20 (2): 1-20, 2001.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2 ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 285p, 1997 (Boletim técnico, 100).

REYNALDO, É. F.; MACHADO, T. M.; TAUBINGER, L.; QUADROS, D. Influência da velocidade de deslocamento na distribuição de sementes e produtividade de soja. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 24(1): 63-72, 2016.

STEFFEN, R. B.; STEFFEN, G. P. K.; ANTONIOLLI, Z. I.; JACQUES, R. J. S.; ECKHARDT, D. P. Efeito da abamectina e carbofuran no controle de danos causados por *Meloidogyne graminicola* em plantas de arroz irrigado. **Revista da FZVA**, v. 18(2): 33-42, 2012.

VAZ, M. V.; CANEDO, E. J.; MACHADO, J. C.; VIEIRA, B. S.; LOPES, E. A. Controle biológico de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* com *Bacillus subtilis*. **Perquirere**, v. 8(4): 203-212, 2011.

VIEIRA, P.; EVES-VAN DEN AKKER, S.; VERMA, R.; WANTOCH, S.; EISENBACK, J. D.; KAMO, K. The *Pratylenchus penetrans* transcriptome as a source for the development of alternative control strategies: Mining for putative

genes involved in parasitism and evaluation of in planta RNAi. **PloS one**, v. 10(12):146-151, 2015.

WUYTS, N.; LOGNAY, G.; VERSCHEURE, M.; MARLIER, M.; WAELE, D.; SWENNEN, R. Potential physical and chemical barriers to infection by the burrowing nematode *Radopholus similis* in roots of susceptible and resistant banana (*Musa spp.*). **Plant Pathology**, v. 56(5): 878-890, 2007.

ZILLI, J. É.; MARSON, L. C.; MARSON, B. F.; GIANLUPPI, V.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Inoculação de *Bradyrhizobium* em soja por pulverização em cobertura. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 43(4): 541-544, 2008.