

SILVA FJ; RIBEIRO RCF; XAVIER AA; SANTOS NETO JA; SOUZA MA; DIAS-ARIEIRA CR. 2016. Rizobactérias associadas a materiais orgânicos no controle de nematoides das galhas em tomateiro. *Horticultura Brasileira* 34: 059-065 DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160000100009>

## Rizobactérias associadas a materiais orgânicos no controle de nematoides das galhas em tomateiro

Fabiola J Silva<sup>1</sup>; Regina CF Ribeiro<sup>1</sup>; Adelica A Xavier<sup>1</sup>; José A Santos Neto<sup>1</sup>; Maione A Souza<sup>1</sup>; Cláudia R Dias-Arieira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba-MG, Brasil; fa.agronomia@gmail.com; recale@bol.com; adelica@unimontes.br; jose.neto@unimontes.br; maione.souza@hotmail.com; <sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá (UEM), São Cristovão-PR, Brasil; cdiasarieira@brturbo.com.br

### RESUMO

Agentes de controle biológico associados com matéria orgânica é uma estratégia que pode potencializar o controle dos nematoides das galhas. Objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito de materiais orgânicos e rizobactérias sobre *Meloidogyne javanica* em tomateiro. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x2+1, sendo quatro materiais orgânicos (turfa, biofertilizante, esterco bovino e composto orgânico de casca de pequi), dois isolados de rizobactérias (*Bacillus pumilus*-1 e *B. pumilus*-76) e adubação mineral (tratamento adicional), com oito repetições. Mudanças de tomateiro foram transplantadas para vasos contendo solo arenoso, ao qual incorporaram-se os diferentes materiais orgânicos. As suspensões das rizobactérias (OD<sub>540</sub> = 0,5) foram aplicadas ao solo via rega. O solo de cada vaso foi infestado com aproximadamente 3000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio de *M. javanica*. Todos os materiais orgânicos associados às rizobactérias reduziram o número de galhas e massas de ovos de *M. javanica* em comparação à adubação mineral. Já o número de juvenis (J2) foi menor nas combinações pequi + *B. pumilus*-1 e *B. pumilus*-76 e turfa + *B. pumilus*-1. O número de ovos e o fator de reprodução foram influenciados pela interação entre as rizobactérias e os compostos. Para o composto de pequi, *B. pumilus*-1 promoveu menor número de ovos por grama de raiz, enquanto para turfa, *B. pumilus*-76 foi a mais eficiente. Para o fator de reprodução, apenas o esterco foi influenciado pela bactéria, sendo que *B. pumilus*-1 foi a que proporcionou menor capacidade reprodutiva do nematoide.

**Palavras-chaves:** *Lycopersicon esculentum*, *Meloidogyne javanica*, *Bacillus pumilus*, controle biológico, matéria orgânica.

### ABSTRACT

#### Rhizobacteria associated with organic materials in the control of root-knot nematode in tomato

Biological control agents associated with organic matter is a strategy that can enhance the control of root-knot nematode. The objective of this study was to evaluate the effect of organic materials and rhizobacteria on *Meloidogyne javanica* on tomato. We used the randomized block design, in a 4x2+1 factorial scheme, four organic materials (peat, bio-fertilizer, manure and organic compound of pequi hulls), two isolates of rhizobacteria (*Bacillus pumilus*-1 and *B. pumilus*-76) and mineral fertilization alone (additional treatment), with eight replications. Tomato seedlings were transplanted to pots containing sandy soil, in which the different organic materials were incorporated. Suspensions of rhizobacteria (OD<sub>540</sub> = 0.5) were applied to soil by means of irrigation. The soil in each pot was infested with approximately 3,000 eggs and eventual second stage juveniles (J2) of *M. javanica*. All organic materials associated with rhizobacteria reduced the number of galls and masses of *M. javanica* eggs compared to mineral fertilizer. The number of juveniles (J2) was lower in combinations pequi + *B. pumilus*-1 and *B. pumilus*-76 and peat + *B. pumilus*-1. The number of eggs and the reproduction factor were influenced by the interaction between rhizobacteria and organic materials. For the compound of pequi, *B. pumilus*-1 produced a lower number of eggs per gram of root, while for peat, *B. pumilus*-76 was the most efficient. For the reproduction factor, only the manure was influenced by the bacterium, and *B. pumilus*-1 was the one that provided lower reproductive capacity of the nematode.

**Keywords:** *Lycopersicon esculentum*, *Meloidogyne javanica*, *Bacillus pumilus*, biological control, organic matter.

(Recebido para publicação em 1 de abril de 2014; aceito em 21 de setembro de 2015)  
(Received on April 1, 2014; accepted on September 21, 2015)

O tomate (*Lycopersicon esculentum*) é uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil. Durante o seu ciclo, o tomateiro está sujeito a diversos fitopatógenos, destacando-se os nematoides do gênero *Meloidogyne*, que podem resultar em perdas econômicas consideráveis, variando de 30 a 80% (Charchar

& Aragão, 2005).

O controle dos nematoides pode ser realizado por rotação de cultura, alqueive, por meio da aplicação de nematicidas, dentre outras. No entanto, as duas primeiras medidas implicam em deixar a área sem cultivo de tomateiro por determinado tempo e a utilização

de nematicidas pode gerar problemas ambientais.

A adição de materiais orgânicos ao solo tais como subprodutos da agricultura e de indústrias tem apresentado resultados promissores no controle de nematoides (Nazareno *et al.*, 2010; Bernardo *et al.*, 2011; Machado *et al.*,

2013). Os mecanismos pelos quais os compostos orgânicos reduzem a população de nematoides são liberação de gases tóxicos e compostos nematicidas, melhoria das características físico-químicas e aumento no estímulo da atividade microbiana do solo (Ritzinger & Fancelli, 2006; Coutinho *et al.*, 2009).

Sob o ponto de vista da agroecologia, Caporal & Costabeber (2004) citam que um dos critérios para se praticar uma agricultura sustentável, é o uso de recursos renováveis localmente acessíveis. No Norte de Minas, durante a safra e processo de comercialização de frutos de pequi (*Caryocar brasiliense*) grandes quantidades de resíduos são gerados.

Rizobactérias têm sido usadas com sucesso em várias interações planta x nematoides com resultados benéficos no controle de doenças e no incremento ao desenvolvimento de plantas (Fabry *et al.*, 2007; Almaghradi *et al.*, 2013).

*Bacillus pumilus* tem demonstrado ser eficiente no controle de nematoides das galhas em tomateiro (Moghdhaddam *et al.*, 2014) e em bananeira, (Ribeiro *et al.*, 2012b). A exemplo de outras bactérias pertencentes ao gênero *Bacillus*, *B. pumilus* tem a capacidade de produzir endósporos altamente resistentes ao calor, a radiação ultra-violeta, a dessecação e a agentes oxidantes (Nicholson *et al.*, 2000) o que torna tais bactérias promissoras na produção massal de bio-nematicidas (Chen & Dickson, 2004).

O controle de nematoides na maioria das vezes ocorre por meio da produção de enzimas hidrolíticas, toxinas e outros subprodutos metabólicos que causam redução da reprodução, da eclosão, da sobrevivência e morte direta dos nematoides (Siddiqui & Shaukat, 2003; Freitas *et al.*, 2005).

O efeito benéfico individual de rizobactérias e de corretivos orgânicos no controle de nematoides já é bem documentado. No entanto, menor número de trabalhos tem sido realizado para avaliar a associação de rizobactérias com compostos orgânicos. Alguns destes têm apresentado resultados promissores no controle de *Meloidogyne* (Siddiqui *et al.*, 2001; Fabry *et al.*, 2008). A associação entre tais estratégias pode ser promissora visto que os corretivos orgânicos podem atuar como substrato

nutricional para a multiplicação das rizobactérias.

Em trabalho de seleção de rizobactérias, Ribeiro *et al.* (2012b) selecionaram 15 isolados promissores no controle de *M. javanica* em bananeira. O pó de pequi foi confirmado como detentor de atividade nematicida *in vitro* e em tomates em casa de vegetação. (Ribeiro *et al.*, 2012a). No entanto, segundo os autores, o mesmo mostrou-se tóxico às plantas. O processo de compostagem de resíduos vegetais é uma técnica que permite a adição destes ao solo proporcionando bom desenvolvimento das plantas sem induzir toxidez às mesmas, e podem constituir um meio de manutenção de antagonistas no solo. Diante do exposto objetivou-se avaliar o efeito de rizobactérias associadas a compostos orgânicos no controle de nematoides das galhas em tomates.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi desenvolvido em casa de vegetação da UNIMONTES em Janaúba-MG, no período de março a maio de 2013.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial (4x2)+1, sendo quatro materiais orgânicos (composto de pequi, turfa, biofertilizante e esterco bovino curtido), dois isolados de *Bacillus pumilus* (isolados 1 e 76), e adubo mineral (tratamento adicional), com oito repetições por tratamento.

Para a produção do composto orgânico à base de casca de pequi, os frutos coletados foram lavados e cortados para a obtenção do epicarpo e mesocarpo externo (resíduos). Estes foram picados manualmente, de forma a se obterem fragmentos de 2,5 cm. Na montagem da pilha de compostagem utilizaram-se esterco bovino (75%) e os resíduos de pequi (25%). As leiras foram montadas em formato cônico com altura e inclinação de 60 cm e 80 cm, respectivamente. A temperatura foi monitorada diariamente por meio de um termômetro e o revolvimento realizado periodicamente (três vezes na semana) para aeração da pilha e controle da temperatura. O composto orgânico foi considerado

humificado e pronto para utilização quando apresentou características físicas típicas de maturação (aproximadamente 50 dias de compostagem). O esterco bovino foi curtido por 90 dias antes da montagem do experimento. A turfa e o biofertilizante foram provenientes de produtos comerciais Condisolo® e Humic®, respectivamente. A composição química dos materiais orgânicos testados é apresentada na Tabela 1.

Foram utilizados no experimento os isolados de rizobactérias *B. pumilus*-1, e *B. pumilus*-76, previamente selecionados por reduzirem a população de *M. javanica* em mudas de bananeira 'Prata-anã' em trabalhos realizados anteriormente por Ribeiro *et al.* (2012b). Os isolados bacterianos conservados em meio de cultura TSA (Tryptic Soy Agar) a 13°C foram repicados para erlenmeyers contendo 100 mL de meio TSB (Tryptic Soy Broth) e levados ao agitador orbital "Shaker" onde permaneceram por 48 horas a 28°C, sob agitação constante a 150 rpm. Após este período as culturas bacterianas foram centrifugadas a 10.000 rpm por 15 minutos e o sobrenadante descartado. Ao pélete adicionou-se solução salina (NaCl 0,85%) e os tubos foram agitados manualmente por 30 segundos. A suspensão obtida foi calibrada em espectrofotômetro para  $OD_{540} = 0,5$  de absorbância.

Na montagem do ensaio utilizaram-se vasos plásticos de três litros de capacidade. O solo de textura arenosa foi coletado na camada de 0-20 cm de profundidade, e apresentou as seguintes características químicas:  $pH_{em\ água} = 7,1$ ; matéria orgânica = 0,2 dag/kg; P = 24,1 mg/dm<sup>3</sup>; K = 70 mg/dm<sup>3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 1,6 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 0,5 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>. Este foi autoclavado por três vezes a 120°C por 20 minutos.

Os compostos orgânicos, exceto o biofertilizante, foram incorporados ao solo sete dias antes do transplantio das mudas. Para isso, o solo de cada vaso foi colocado separadamente em sacos plásticos, juntamente com o composto orgânico referente a cada tratamento. Em seguida, o saco plástico foi fechado, agitado manualmente até a completa homogeneização, e retornado novamente para os vasos. Uma muda de tomate do grupo Santa Cruz cv. Kada com 20 dias

de idade foi transplantada para cada vaso. Em seguida inocularam-se 50 mL da suspensão bacteriana por vaso, sendo aplicada na forma de rega, junto ao colo da planta. O biofertilizante foi aplicado diluído na água de irrigação, parcelado em quatro vezes, sendo a primeira aplicação no dia do transplante das mudas e as demais a cada sete dias.

A dose de cada material foi estabelecida com base no suprimento da demanda total de nitrogênio pela cultura do tomateiro (400 kg/ha de N) (Ribeiro *et al.*, 1999). Assim, as doses dos materiais orgânicos utilizados foram: 64 g/dm<sup>3</sup> de esterco bovino; 36,36 g/dm<sup>3</sup> de composto de casca de pequi; 21,62 g/dm<sup>3</sup> de turfa e 12,9 mL/dm<sup>3</sup> de biofertilizante. Para a testemunha com adubação mineral, a recomendação foi baseada na análise de solo, e na recomendação para a cultura do tomate de acordo Ribeiro *et al.* (1999).

Decorridos três dias do transplante, o solo de cada vaso foi infestado com 3000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*, distribuídos em três orifícios de três centímetros de profundidade equidistantes ao redor da planta. Os ovos de *M. javanica* foram extraídos de raízes de tomateiro com sintomas de galhas, obtidas de populações puras mantidas em tomateiros em casa de vegetação, utilizando a técnica descrita por Hussey & Barker modificada por Bonetti & Ferraz (1981). O inóculo do nematoide identificado por meio de eletroforese de isoenzimas (Carneiro & Almeida, 2001), foi cedido pelo Laboratório de Nematologia da Universidade Federal de Lavras e mantido em tomateiros cv. Kada em casa de vegetação por 90 dias.

A irrigação foi realizada diariamente mantendo o solo constantemente úmido. As plantas foram cultivadas por 60 dias e, após este período, avaliou-se a altura das plantas, a massa seca da parte aérea, a massa fresca de raiz, a massa seca de raiz e as variáveis relacionadas à reprodução de *M. javanica*: número de massas de ovos, galhas e ovos de *M. javanica* por grama de sistema radicular, o fator de reprodução (FR) que é a relação entre a população final aos 60 dias (ovos mais eventuais J2 nas raízes)

e a população inicial (número de ovos e eventuais J2 inoculados) e número de J2 presentes em 200 cm<sup>3</sup> de solo.

As raízes das plantas foram lavadas em água parada, e submetidas à coloração com floxina B (15 mg de floxina B/L de água) para contagem visual das massas de ovos e de galhas. Em seguida, as raízes foram cortadas em pedaços de 5 mm e submetidas à extração de ovos segundo a técnica de Hussey & Barker (1973) modificada por Bonetti & Ferraz (1981). Para obtenção do número de J2 no solo, amostras de 200 cm<sup>3</sup> foram processadas por meio da técnica de flotação e centrifugação em solução de sacarose (Jenkins, 1964). Os ovos e J2 de *M. javanica* obtidos foram quantificados em câmara de contagem de Peters em microscópio de objetiva invertida. Para a obtenção das variáveis nematológicas por grama de raiz, o número de galhas, de massas de ovos e de ovos de *M. javanica* encontrados nas raízes foram divididos pelo peso de cada raiz.

Para determinação da massa seca das raízes, após a extração dos ovos, os resíduos de raízes retidos nas peneiras foram coletados, colocados em sacos de papel e levados em estufa a 60°C, até massa constante, e depois pesadas.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott (p<0,05). A média do tratamento adicional foi comparada com os demais tratamentos pelo teste de Dunnett a 5% de significância. Empregou-se o software Assistat 7.7 Beta (Silva, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis número de galhas e massas de ovos por grama de sistema radicular e J2 de *M. javanica*/200 cm<sup>3</sup> de solo apresentaram efeito significativo para as fontes de variação: Fator-composto orgânico e para fatorial x tratamento adicional. Para número de ovos+eventuais J2/g de raiz e fator de reprodução, efeito significativo foi observado para a interação entre os fatores rizobactérias x compostos orgânicos e para o fatorial x tratamento adicional (Tabela 2).

Verificou-se efeito significativo da associação de rizobactérias e compostos orgânicos em relação à adubação mineral para todas variáveis nematológicas (Tabela 3). A redução do número de galhas/g raiz variou de 41,4% no tratamento turfa+B. *pumilus*-76 a 88,6% com o tratamento composto por pequi+B. *pumilus*-1. Para o número de massas de ovos/g raiz verificou-se redução de 56,2% (esterco+B. *pumilus*-76) a 91,3% (composto de pequi+B. *pumilus*-1). Com relação ao número de J2 verificou-se redução significativa para os tratamentos: composto de pequi+ B. *pumilus*-1, turfa+B. *pumilus*-1 e composto de pequi+ B. *pumilus*-76. As reduções em relação ao tratamento adicional foram de 51,7%, 50,0% e 40,1%, respectivamente. Com exceção de esterco+B. *pumilus*-76, turfa+B. *pumilus*-1 e turfa+B. *pumilus*-76, os demais tratamentos reduziram significativamente o número de ovos em relação ao tratamento adicional (Tabela 3). Sendo esta redução

**Tabela 1.** Composição química dos diferentes materiais orgânicos (chemical composition of different organic materials). Janaúba, UNIMONTES, 2013.

Materiais	C:N	C-org N P K Ca Mg					
		(dag/kg)					
<sup>1</sup> Composto de pequi	15:1	17,35	1,10	0,42	2,96	0,98	0,52
<sup>1</sup> Turfa	28:1	52,42	1,85	-	3,73	4,52	3,61
<sup>2</sup> Esterco bovino	22:1	17,40	0,78	0,77	1,62	1,37	0,35
<sup>3</sup> Biofertilizante	6:1	10,00	1,50	-	1,50	1,00	0,50

<sup>1</sup>Análises realizadas no Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Montes Claros (analysis performed in the laboratory of soil from Universidade Estadual de Montes Claros);

<sup>2</sup>Análise realizada no Laboratório de Matéria Orgânica e Resíduos do Departamento de solos da Universidade Federal de Viçosa (analysis performed in the laboratory of organic matter and residues of the soil department, Universidade Federal de Viçosa); <sup>3</sup>Informações retiradas do rótulo do produto (information obtained from the product label).

**Tabela 2.** Valores dos quadrados médios do resíduo das variáveis número de galhas (NG), número de massas de ovos (NMO) e número de ovos + eventuais J2 (NO+J2) por grama de raiz, número de J2 por 200 cm<sup>3</sup> de solo, fator de reprodução (FR), altura, massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca de raiz (MFR) e massa seca de raiz (MSR) do ensaio de rizobactérias associadas a materiais orgânicos no controle de *Meloidogyne javanica* em tomateiro {residue mean square of variables number of galls (NG), number of egg mass (NMO) and number of eggs+possible J2 (NO+J2) per gram of root, number of J2 per 200 cm<sup>3</sup> of soil, reproduction factor (FR), height, dry mass of shoots (MSPA), fresh mass of root (MFR), and dry mass of root (MSR) of the test rhizobacteria associated with organic materials in the control of *Meloidogyne javanica* in tomato}. Janaúba, UNIMONTES, 2013.

Fontes de variação	GL	NG	NMO	NO+J2	J2	FR	Altura (cm)	MSPA (g)	MFR (g)	MSR (g)
Compostos (C)	4	5,08**	2,61**	340,70**	46,82**	0,70*	4392,89**	1,976**	9,20**	0,5387**
Rizobactérias (R)	1	2,28 <sup>ns</sup>	1,68 <sup>ns</sup>	7,58 <sup>ns</sup>	3,79 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	64,00 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,0004 <sup>ns</sup>
C x R	3	3,75 <sup>ns</sup>	4,03 <sup>ns</sup>	161,36*	28,13 <sup>ns</sup>	0,83*	196,75 <sup>ns</sup>	0,062 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	0,0094 <sup>ns</sup>
Fat. x T.A.	1	29,51**	35,34**	15,81**	115,63**	5,04**	105,06 <sup>ns</sup>	0,407 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,00554 <sup>ns</sup>
CV (%)		29,63	33,31	41,09	20,10	43,13	19,32	17,23	28,43	27,51

Fat x T.A.= comparação entre Fatorial versus Tratamento Adicional; \*\*, \*,<sup>ns</sup> significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente pelo teste F (Fat x T.A.= comparison of Factorial versus Additional Treatment, \*\*, \*,<sup>ns</sup> significant at 1% and 5% probability and not significant, respectively by F test).

**Tabela 3.** Média das variáveis nematológicas número de galhas (NG) e massa de ovos (NMO) por grama de raiz de tomateiro, J2 por 200 cm<sup>3</sup> de solo e fator de reprodução (FR) cultivados em solo com adição de diferentes materiais orgânicos associados a rizobactérias e infestado com *Meloidogyne javanica* {means of variables number of galls (NG) and egg mass (NMO) per gram of tomato root, and J2 per 200 cm<sup>3</sup> of soil and reproduction factor (FR) from a soil with addition of different organic materials associated with rhizobacteria and infested with *Meloidogyne javanica*}. Janaúba, UNIMONTES, 2013.

Materiais	NG	NMO	J2	NO+J2	FR
Esterco+Bacillus pumilus-1	5,00*	3,12*	396,12 <sup>ns</sup>	184,25*	0,87*
Esterco+Bacillus pumilus-76	10,20*	7,91*	298,62 <sup>ns</sup>	443,82 <sup>ns</sup>	3,34 <sup>ns</sup>
Pequi+ Bacillus pumilus-1	2,20*	1,57*	211,00*	89,59*	1,07*
Pequi+ Bacillus pumilus-76	4,78*	3,49*	262,00*	117,44*	1,11*
Turfa+ Bacillus pumilus-1	9,37*	6,35*	218,50*	724,82 <sup>ns</sup>	0,96*
Turfa+ Bacillus pumilus-76	11,36*	7,31*	264,87 <sup>ns</sup>	339,49 <sup>ns</sup>	0,57*
Biofertilizante+Bacillus pumilus-1	4,78*	3,78*	386,62 <sup>ns</sup>	217,30*	1,23*
Biofertilizante+Bacillus pumilus-76	3,15*	2,25*	276,43 <sup>ns</sup>	112,25*	0,73*
Tratamento adicional	19,38	18,07	437,50	651,06	4,31
CV (%)	29,63	33,31	20,10	41,09	43,13

\*Diferença significativa em relação à testemunha (adubação mineral) pelo teste de Dunnett a 5% de significância {significant difference compared to control (mineral fertilizer) by Dunnett's test at 5% significance};<sup>ns</sup>não difere significativamente da testemunha (adubação mineral) pelo teste de Dunnett a 5% de significância {not significantly different from control (mineral fertilizer) by Dunnett's test at 5% significance}.

da ordem de 86,2% para o composto de pequi+ *B. pumilus*-1, e de 71,6% para o esterco bovino+*B. pumilus*-1. Todos os compostos avaliados associados a *B. pumilus*-1 reduziram o FR do nematoide em relação à adubação mineral (Tabela 3). Esta redução variou de 71,5% para o biofertilizante a 79,8% para o esterco. A não ser pela combinação esterco+*B. pumilus*-76, todos os demais tratamentos combinados promoveram redução significativa do fator de reprodução em relação ao adubo mineral (Tabela 3). A redução variou de 74,2% (composto de pequi+*B. pumilus*-76) a 86,77% (tufa+*B.*

*pumilus*-76).

Analisando-se o fatorial e desdobrando-se a interação entre os fatores, verificou-se que na presença de *B. pumilus*-1, o composto de pequi, o esterco bovino e o biofertilizante reduziram significativamente o número de ovos + J2 em relação à turfa, destacando-se o composto de pequi com 87,6% de redução. Já na presença de *B. pumilus*-76, o composto de pequi e o biofertilizante foram mais promissores em relação ao esterco e à turfa (Tabela 4). Fixando-se os materiais orgânicos verificou-se que o composto de pequi e

o biofertilizante não foram influenciados pelos isolados de rizobactérias no número de ovos por grama de raiz. Na presença de esterco verificou-se uma redução de 58,5% no número de ovos + J2 quando se utilizou *B. pumilus*-1 em relação a *B. pumilus*-76. Já na turfa, *B. pumilus*-76 proporcionou uma redução significativa de 53,2% no número de ovos em relação ao *B. pumilus*-1. Para a variável FR, avaliando a interação significativa e fixando-se as bactérias verifica-se que para *B. pumilus*-1 não houve diferenças significativas entre os compostos. Já para *B. pumilus*-76, me-

**Tabela 4.** Média do número de ovos por grama de raiz, de tomateiros cultivados em solo com diferentes materiais orgânicos, associados a dois isolados de *Bacillus pumilus*, e infestados com *Meloidogyne javanica* (means of number of eggs per gram of tomato roots grown on soil with different organic materials associated with two isolates of *Bacillus pumilus*, and infested with *Meloidogyne javanica*). Janaúba, UNIMONTES, 2013.

Materiais	Número de ovos+J2		Fator de reprodução	
	<i>Bacillus pumilus</i> -1	<i>Bacillus pumilus</i> -76	<i>Bacillus pumilus</i> -1	<i>Bacillus pumilus</i> -76
Composto de pequi	89,59 aA	117,44 aA	1,07 aA	1,11 aA
Esterco	184,25 aA	443,82 bB	0,87aA	3,34 bB
Biofertilizante	217,30 aA	112,24 aA	1,23 aA	0,73 aA
Turfa	724,81 bB	339,49 bA	0,96 aA	0,57 aA
CV (%)	41,09		43,13	

Para análise estatística os dados foram transformados em  $\sqrt{x}$  (for statistical analysis data were transformed into  $\sqrt{x}$ ); Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de cada variável não diferem entre si pelo teste Scott-Knott e teste F a 5% de significância, respectivamente (means followed by the same lowercase letter in the column and capital letter in the line inside each variable do not differ by the Scott-Knott test and F test 5%, respectively).

nor FR foi observado para os compostos de pequi, turfa e biofertilizante (Tabela 4). Isto demonstra que tais materiais orgânicos se comportaram como substratos mais efetivos para a manutenção da população de *B. pumilus*-76.

O controle de fitonematoides pela associação de agentes de controle biológico e matéria orgânica já foi relatado. Podesta *et al.* (2013) avaliaram a interação entre o fungo *Pochonia chlamydosporia*, a rizobactéria *Gracilibacillus dipsosauri* e matéria orgânica no controle de *M. javanica* em tomateiro e observaram redução de 41% na infectividade do nematoide. Siddiqui *et al.* (2001) observaram que a combinação de bactérias (*Pseudomonas* sp. e *Bacillus* sp.) com resíduos vegetais promoveu maior biocontrole de nematoides das galhas, e ainda um

maior crescimento de feijoeiros em relação a utilização de qualquer um dos componentes sozinhos. Contudo, os isolados de rizobactérias podem apresentar desempenhos diferenciados em solos com diferentes teores e tipos de matéria orgânica (Fabry *et al.*, 2007).

Dentre os compostos orgânicos, o composto de pequi e o biofertilizante foram os que proporcionaram menor número de galhas e de massas de ovos por grama de raiz. Com relação ao número de J2 de *M. javanica*, os compostos de pequi e a turfa foram os mais eficientes em reduzir significativamente tais variáveis (Tabela 5). Diversos autores confirmam os resultados encontrados neste estudo, em que relatam a eficiência de materiais orgânicos em diminuir a população de fitonematoides no solo (Nazareno *et al.*, 2010; Bernardo *et al.*,

2011). Em trabalho realizado por Nazareno *et al.* (2010), a adição de matéria orgânica ao solo reduziu em até 90% a população de *M. javanica* em raízes de alface, quando comparado ao tratamento em que se utilizou adubação química convencional. A eficácia dos materiais orgânicos, em suprimir a população de fitonematoides, pode estar atribuída à liberação de compostos tóxicos durante o processo de decomposição, que interferem em alguma etapa do ciclo de vida do nematoide, a exemplo dos compostos fenólicos, taninos, ácidos orgânicos e amônia (Ritzinger & Fancelli, 2006; Machado *et al.*, 2013).

Pode-se observar que o composto de pequi se destacou entre os materiais orgânicos testados, reduzindo a reprodução de *M. javanica* em todas as variáveis. Este resultado está de

**Tabela 5.** Média das variáveis número de galhas (NG) e massa de ovos (NMO) por grama de raiz, J2 por 200 cm<sup>3</sup> de solo, altura, massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca de raiz (MFR) e massa seca de raiz (MSR) de tomateiros cultivados em solo com adição de diferentes materiais orgânicos e infestado com *Meloidogyne javanica* {means of variables number of gall (NG) and egg mass (NMO) per gram of tomato root, J2 per 200 cm<sup>3</sup> of soil, height, dry mass of shoots (MSPA), fresh mass of root (MFR), and dry mass of tomato root (MSR) grown on soil with addition of different organic materials and infested with *Meloidogyne javanica*}. Janaúba, UNIMONTES, 2013.

Materiais	NG	NMO	J2	Altura (cm)	MSPA (g)	MFR (g)	MSR (g)
Composto de pequi	3,34 a	2,53 a	236,50 a	94,56 a	12,04 a	6,52 a	0,74 a
Esterco	7,60 b	5,51 b	347,38 b	86,06 a	7,15 b	4,93 b	0,38 b
Biofertilizante	3,97 a	3,01 a	331,53 b	76,19 b	6,46 b	5,25 b	0,36 b
Turfa	10,37 b	6,83 b	241,69 a	56,06 c	2,80 c	3,01 c	0,17 c
CV (%)	29,63	33,31	20,10	19,32	29,06	28,43	27,51

Para análise estatística as variáveis foram transformadas em  $\sqrt{x}$  (for statistical analysis data were transformed into  $\sqrt{x}$ ); Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott- Knott a 5% de significância (means followed by the same letter in the column do not differ by the Scott-Knott test 5%).

acordo com os obtidos por Ribeiro *et al.* (2012a) avaliando o efeito do pó da casca e mesocarpo de pequi na supressão de *M. javanica* e desenvolvimento de tomateiros. Estes autores verificaram que a aplicação da casca e mesocarpo de pequi seco e moído ao solo, reduziu significativamente o número de galhas e massas de ovos de *M. javanica* por sistema radicular em plantas de tomate cultivadas em casa de vegetação. Os autores relataram ainda, a redução da eclosão e aumento da mortalidade de J2 de *M. javanica* por diferentes concentrações de extrato de casca de pequi, em testes realizados *in vitro*. A casca do fruto de pequi apresenta em sua composição esteróides, triterpenos, heterosídeos antraquinônicos, heterosídeos flavônicos, heterosídeos saponínicos, aminogrupos, taninos condensados e hidrolisáveis e açúcares (Perez, 2004). Vários destes compostos estão envolvidos na defesa de plantas a fitopatógenos. Alguns trabalhos *in vitro* demonstram que taninos condensados reduzem a eclosão e o desenvolvimento de fitonematóides, como por exemplo, *M. javanica* (Maistrello *et al.*, 2010).

Pode-se observar ainda, uma redução significativa na infectividade do nematoide pelo biofertilizante. Testes realizados em campo comprovaram que o biofertilizante líquido, quando aplicado puro, é um excelente nematocida, agindo de maneira fumigante e asfíxiante quando em contato com nematoides existentes nos solos (Vairo & Akiba, 1996). Os efeitos benéficos desse material ainda podem incluir melhoria das propriedades físicas tornando os solos mais soltos, com menor densidade aparente e estimulando as atividades biológicas (Oliveira *et al.*, 1986).

As variáveis altura de plantas, massa seca de parte aérea, e massa fresca e seca de raiz foram influenciadas apenas para a fonte de variação compostos orgânicos. Não houve efeito significativo do fatorial versus tratamento adicional indicando que as variáveis avaliadas tiveram o mesmo comportamento quando submetidas à adubação mineral (Tabela 2). Em geral, os materiais orgânicos são capazes de fornecer nutrientes para as plantas e, com isso, estimular o crescimento vegetativo de culturas agrícolas.

Tal propriedade justifica a ação isolada destes materiais orgânicos no aumento da biomassa do tomateiro. Fabry *et al.* (2008), ao avaliarem o efeito de ácidos húmicos, associado ou não à rizobactéria observaram incremento de 23% na altura de tomateiros infectados com *M. javanica*, quando utilizaram apenas o ácido húmico. Dentre os materiais orgânicos avaliados, verificou-se que o composto de pequi e o esterco proporcionaram maior altura de plantas. O incremento na massa seca de parte aérea, massa fresca e massa seca de raiz pelo composto de pequi foi de 68,4%, 32,3%, e 94,7%, respectivamente em relação ao esterco bovino (Tabela 5). A superioridade do composto de pequi em relação aos demais compostos orgânicos sobre as características vegetativas provavelmente ocorreu devido ao seu efeito no controle do nematoide.

Resultados diferentes foram obtidos por Ribeiro *et al.* (2012a) os quais verificaram redução da altura e massa seca de parte aérea de tomateiros com o aumento da concentração de pó de pequi ao solo. Esta discordância de resultados pode ser devido ao modo de aplicação da casca de pequi nos diferentes trabalhos. Ribeiro *et al.* (2012a) aplicaram o pó da casca de pequi puro ao solo, enquanto que no presente trabalho a casca de pequi foi incorporada ao solo na forma de composto orgânico. A casca de pequi contém em sua constituição vários compostos fenólicos, entre eles os taninos, que são tóxicos às plantas (Perez, 2004). Durante o processo de compostagem de materiais, grande parte de substâncias que podem ser tóxicas às plantas é eliminada. Segundo Ait Baddi *et al.* (2004), a compostagem de resíduos agrícolas tem várias vantagens sobre a aplicação direta desses materiais ao solo, destacando-se a redução de fitotoxicidade e a manutenção da diversidade microbiana do solo, dentre eles os antagonistas. Mupondi *et al.* (2006), trabalhando com compostagem de casca de pinheiro, que é rica em taninos, obtiveram diminuição dos níveis destes com o tempo de compostagem do material. De acordo com estes autores, isto pode ter ocorrido possivelmente devido à lixiviação dos compostos tanínicos, em função do ajuste da umidade das leiras,

já que os taninos são compostos solúveis em água.

Dentre os compostos avaliados, o composto de pequi e a turfa apresentaram maiores teores de potássio K (Tabela 1), o qual é exigido em grandes quantidades pelo tomateiro (Alvarenga, 2004). Apesar do teor adequado de K na turfa, o desenvolvimento do tomateiro foi inferior com seu uso. De acordo com Bashan (1998), a eficácia da turfa varia entre diferentes fabricantes e entre lotes de um mesmo fabricante.

A associação entre todos os compostos orgânicos e rizobactérias é eficiente na redução do número de galhas e massas de ovos de *M. javanica* em tomateiro em relação ao adubo mineral. Exceto a associação do esterco+*B. pumilus*-76, as demais combinações reduzem o fator de reprodução em relação à adubação mineral. O composto de pequi, independente das bactérias, é o mais eficiente no desenvolvimento das plantas.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais pela concessão de bolsas de incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico.

## REFERÊNCIAS

- AIT BADDI G; ALBURQUERQUE JA; GONZALVES J; CEGARA J; HAFIDI M. 2004. Chemical and spectroscopic analyses of organic matter transformation during composting of olive mill wastes. *International Biodeterioration Biodegradation* 54: 39-44.
- ALMAGHRADI AO; MASSOUD SI; ABDELMONEIM TS. 2013. Influence of inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on tomato plant growth and nematode reproduction under greenhouse conditions. *Saudi Journal of Biological Sciences* 20: 57-61.
- ALVARENGA MAR. 2004. *Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia*. Lavras: UFLA. 400p.
- BASHAN Y. 1998. Inoculants of plant growth-promoting bacteria for use in agriculture. *Biotechnology Advances* 16: 729-770.
- BERNARDO JT; FREITAS LG; YAMADA JK; ALMEIDA VS; DALLEMOLE-GIARETTA R; FERRAZ S. 2011. Efeito de adubos orgânicos sobre *Meloidogyne javanica* em tomateiros. *Nematologia Brasileira* 35: 10-19.
- BONETI JIS; FERRAZ S. 1981. Modificação

- do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira* 6: 553.
- CAPORAL FR; COSTABEBER JA. 2004. *Agroecologia: alguns conceitos e princípios*. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA. 24p.
- CARNEIRO RMDG; ALMEIDA MRA. 2001. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematoides em galhas para a identificação de espécies. *Nematologia Brasileira* 25: 35-44.
- CHARCHAR JM; ARAGÃO FAS. 2005. Reprodução de *Meloidogyne* spp. em cultivares de tomate e pepino sob estufa plástica e campo. *Nematologia Brasileira* 29: 243-249.
- CHEN ZX; DICKSON DW. 2004. Biological control of nematodes with bacterial antagonists. In: CHEN ZX; CHEN SY; DICKSON DW (eds). *Nematology - Advances and Perspectives. Volume II: Nematode Management and Utilization*. Beijing & Wallingford: Tsinghua University Press & CABI Publishing. p. 1041-1062.
- COUTINHO MM; FREITAS LG; NEVES WS; DALLEMOLE-GIARETTA R; FERRAZ S; LOPES EA; OLIVEIRA RDL. 2009. Incorporação de farinha de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) para o controle de *Meloidogyne javanica*. *Nematologia Brasileira* 33: 162-168.
- FABRY CFS; FREITAS LG; COUTINHO MM; NEVES WS; LOPES EA; DALLEMOLE-GIARETTA R. 2007. Antagonismo de rizobactérias a *Meloidogyne javanica* em dois tipos de solo e seus efeitos sobre a eclosão. *Nematologia Brasileira* 31: 222-228.
- FABRY CFS; FREITAS LG; LOPES EA; NEVES WF; DALLEMOLE-GIARETTA R; FERRAZ S. 2008. Efeito da aplicação de húmus e *Rhizobium etli* sobre *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. *Revista Trópica* 2: 3-8.
- FREITAS LG; NEVES WS; FABRY CFS; MARRA BM; COUTINHO MM; ROMEIRO RS; FERRAZ S. 2005. Isolamento e seleção de rizobactérias para o controle de nematoides formadores de galhas (*Meloidogyne* spp.) na cultura do tomateiro. *Nematologia Brasileira* 29: 215-220.
- JENKINS WR. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Report* 48: 692.
- MACHADO JC; VIEIRA BS; LOPES EA; CANEDO EJ. 2013. Controle de *Meloidogyne javanica* com *Pochonia chlamydosporia* e esterco bovino. *Bioscience Journal* 29: 590-596.
- MAISTRELLO L; VACCARI G; SASANELLI N. 2010. Effect of chestnut tannins on the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Helminthologia* 47: 48-57.
- MOGHADDAM MR; MOGHADDAM EM; RAVARI SB; ROUHANI H. 2014. The first report of *Bacillus pumilus* influence against *Meloidogyne javanica* in Iran. *Journal of Crop Protection* 3:105-112.
- MUPONDI LT; MNKENI PNS; BRULSCH MO. 2006. The effects of goat manure, sewage sludge and effective microorganisms on the composting of pine bark. *Compost Science & Utilization* 14: 201-210.
- NAZARENO GG; RESENDE AM; PEIXOTO JR. 2010. Efeito da matéria orgânica na multiplicação de nematoide das galhas em alface sob cultivo protegido. *Bioscience* 6: 525-530.
- NICHOLSON WL; MUNAKATA N; HORNECK G; MELOSH HJ; SETLOW P. 2000. Resistance of *Bacillus* endosporos to extreme terrestrial and extraterrestrial environments. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 64: 548-572.
- OLIVEIRA IP; SOARES M; MOREIRA JAA; ESTRELA MFC; DALL'ACQUA FM; PACHECO FILHO O; ARAÚJO RS. 1986. *Resultados técnicos e econômicos da aplicação de biofertilizante bovino nas culturas de feijão, arroz e trigo*. Goiania: Embrapa-CNPAP (Circular técnica). 24 p.
- PEREZ E. 2004. *Diagnose fitoquímica dos frutos de Caryocar brasiliense Camb. Caryocaraceae*. Curitiba: UFPR. 113p (Dissertação mestrado).
- PODESTÁ GS; FREITAS LG; DALLEMOLE-GIARETTA R; ZOOCA RJF; CAIXETA LB; FERRAZ S. 2013. *Meloidogyne javanica* control by *Pochonia chlamydosporia*, *Gracilibacillus dipsosauri* and soil conditioner in tomato. *Summa Phytopathologica* 39: 122-125.
- RIBEIRO AC; GUIMARÃES PTG; ALVAREZ VVH. 1999. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. Viçosa: UFV. 359 p.
- RIBEIRO HB; RIBEIRO RCF; XAVIER AA; CAMPOS VP; DIAS-ARIEIRA CR; MIZOBUTSI EH. 2012a. Resíduos de frutos de pequi no controle do nematoide das galhas em tomateiro. *Horticultura Brasileira* 30: 453-458.
- RIBEIRO RCF; CAMPOS VP; XAVIER AA; ROCHA LS; RIBEIRO HB; AGUIAR FM; SOUZA RM; MIZOBUTSI EH; DIAS-ARIEIRA CR. 2012b. Rizobactérias no controle de *Meloidogyne javanica* e mal do Panamá em bananeira. *Nematropica* 42: 218-226.
- RITZINGER CHSP; FANCELLI M. 2006. Manejo integrado de nematoides na cultura da bananeira. *Revista Brasileira de Fruticultura* 28: 331-338.
- SIDDIQUI IA; IQBAL A; MAHMOOD I. 2001. Effects of *Pseudomonas fluorescens* and fertilizers on the reproduction of *Meloidogyne incognita* and growth of tomato. *Applied Soil Ecology* 16: 179-185.
- SIDDIQUI IA; SHAUKAT SS. 2003. Suppression of root-knot disease by *Pseudomonas fluorescens* CHA0 in tomato: importance of bacterial secondary metabolite 2,4-diacetylphloroglucinol. *Soil Biology Biochemistry* 35: 1615-1623.
- SILVA FAZ. 2006. ASSISTAT: Versão 7.7 beta. DEAG-CTRN-UFMG. Atualizada em 1º de abril de 2015. Disponível em <http://www.assistat.com/>. Acessado em 13 de Abril de 2015.
- VAIRO ACS; AKIBA F. 1996. *Biofertilizante líquido: uso correto na Agricultura alternativa*. Imprensa Universitária-Seropédica. 35 p.