

O uso de adubos orgânicos aumenta o crescimento da soja em solo infestado por

Pratylenchus brachyurus

The use of organic fertilizers increases the growth of soybeans in soil infested by

Pratylenchus brachyurus

El uso de fertilizantes orgánicos aumenta el crecimiento de la soja en suelos infestados

por *Pratylenchus brachyurus*

Recebido: 24/05/2020 | Revisado: 02/06/2020 | Aceito: 24/06/2020 | Publicado: 16/06/2020

Juliane Schmitt

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5645-1634>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

E-mail: julianeschmitt@hotmail.com

Valéria Ortaça Portela

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4940-5925>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

E-mail: valeriaortacaportela@gmail.com

Natielo Almeida Santana

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2461-144X>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

E-mail: natielo_sm@hotmail.com

Maria Heloisa Batistti Baptistella

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4937-0662>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

E-mail: mheloisabb@hotmail.com

Daniel Pazzini Eckhardt

Universidade Federal do Pampa, Brasil

E-mail: daniel.pazzini@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3953-5080>

Ricardo Bemfica Steffen

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2736-9329>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

E-mail: agronomors@gmail.com

Zaida Inês Antonioli

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2036-8710>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

E-mail: zantonioli@gmail.com

Resumo

Fitonematoides causam perdas consideráveis na produção agrícola em todo o mundo, sua principal forma de controle é pelo uso de nematicidas químicos. No entanto esta forma de controle se mostra ineficiente devido aos altos custos e impactos negativos à saúde humana e ao meio ambiente sendo necessárias novas alternativas de controle. O uso de adubos orgânicos pode modificar e proporcionar melhorias na qualidade do solo promovendo o crescimento de plantas e ainda pode reduzir a incidência de fitonematoides. O objetivo do estudo foi avaliar o potencial de três adubos orgânicos, aplicados na forma sólida ou líquida, no controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja. O experimento foi realizado em esquema fatorial 3x2+1, com três repetições. Dois compostos orgânicos e um vermicomposto foram aplicados no solo na forma sólida ou líquida e a testemunha recebeu somente adubo mineral. Para isto plantas de soja foram cultivadas em casa de vegetação, com adição ao solo de densidade de 2.000 espécimes de *P. brachyurus*. A soja produziu maior massa seca da parte aérea quando os três adubos orgânicos foram adicionados ao solo na forma sólida em relação ao tratamento com adubação mineral. Entre as formas de aplicação, a sólida proporcionou melhor desempenho nos parâmetros de planta, superior a líquida. O vermicomposto sólido aumenta a massa seca da parte aérea da planta cultivada em solo infestado com *P. brachyurus*.

Palavras-chave: *Glycine max*; Nematóide das lesões radiculares; Adubação orgânica.

Abstract

Phytonematodes cause considerable losses in agricultural production worldwide, their main form of control is through the use of chemical nematicides. However, this form of control is inefficient due to the high costs and negative impacts on human health and the environment, requiring new control alternatives. The use of organic fertilizers can modify and provide improvements in the quality of the soil promoting the growth of plants and can also reduce the incidence of phytonematoids. The objective of the study was to evaluate the potential of three organic fertilizers, applied in solid or liquid form, in the control of *Pratylenchus brachyurus* in soybeans. The experiment was carried out in a 3x2+1 factorial scheme, with

three replications. Two organic compounds and a vermicompost were applied to the soil in solid or liquid form and the control received only mineral fertilizer. For this, soybean plants were grown in a greenhouse, with the addition of 2,000 specimens of *P. brachyurus* to the soil. The soybean produced greater dry mass of the aerial part when the three organic fertilizers were added to the soil in solid form in relation to the treatment with mineral fertilization. Among the forms of application, the solid provided better performance in the parameters of the plant superior to the liquid. The solid vermicompost increases the dry mass of the aerial part of the plant grown in soil infested with *P. brachyurus*.

Keywords: Glycine max; Root lesion nematode; Organic fertilization.

Resumen

Fitomatoides causan pérdidas considerables en la producción agrícola en todo el mundo, su principal forma de control es mediante el uso de nematicidas químicos. Sin embargo, esta forma de control es ineficiente debido a los altos costos y los impactos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente, que requieren nuevas alternativas de control. El uso de fertilizantes orgánicos puede modificar y proporcionar mejoras en la calidad del suelo, promoviendo el crecimiento de las plantas y también puede reducir la incidencia de fitomatoides. El objetivo del estudio fue evaluar el potencial de tres fertilizantes orgánicos, aplicados en forma sólida y líquida, en el control de *Pratylenchus brachyurus* en la soja. El experimento se realizó en un esquema factorial 3x2+1, con tres repeticiones. Se aplicaron los compuestos orgánicos y un vermicompost al suelo en forma sólida o líquida y el control recibió solo fertilizante mineral. Para esto, las plantas de soja se cultivaron en un invernadero, con la adición de 2.000 especímenes de *P. brachyurus* al suelo. La soja produjo una mayor masa seca de la parte aérea cuando los tres fertilizantes orgánicos se agregaron al suelo en forma sólida en relación con el tratamiento con fertilización mineral. Entre las formas de aplicación, el sólido proporcionó un mejor rendimiento en los parámetros de la planta, más alto que el líquido. El vermicompost sólido aumenta la masa seca de la parte aérea de la planta cultivada en un suelo infestado con *P. brachyurus*.

Palabras clave: Glycine max; Nematodos de lesiones de raíz; Fertilización orgánica.

1. Introdução

Os fitonematoides são um grave problema fitossanitário da soja no Brasil (Avelino et al., 2019). Entre estes, a espécie *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941 tem causado grande preocupação devido a facilidade de dispersão, elevado número de plantas hospedeiras e aos severos danos no sistema radicular da soja (Inomoto et al., 2011; Santana-Gomes et al., 2014). Os nematicidas químicos disponíveis no mercado são pouco efetivos no controle destes fitonematoides, têm elevado custo, contaminam o ambiente e causam danos aos organismos não alvo (Xiao et al., 2016; Mahanty, et al. 2017).

Desta maneira, existe uma demanda crescente por práticas de manejo eficientes e sustentáveis para o controle dos nematoides, como a adição ao solo de adubos orgânicos de origem animal (Santos et al., 2013) e vegetal (Leite et al., 2019). Porém, para que os adubos orgânicos sejam utilizados de forma segura do ponto de vista sanitário e ambiental, é necessário o seu tratamento através de processos como a compostagem ou a vermicompostagem (Domínguez et al., 2010; Domínguez et al., 2014). Nos últimos anos, o uso de adubos orgânicos na cultura da soja tem aumentado, porém os estudos sobre os efeitos no controle do *P. brachyurus* ainda são incipientes.

Alguns autores preconizam que a adição ao solo de adubos orgânicos na forma líquida é mais eficiente na supressão dos nematoides em comparação a forma sólida (Edwards et al., 2010; Schiedeck et al., 2012). Justifica-se que as substâncias nematicidas/nematostáticas, os nutrientes e demais substâncias estimuladoras do crescimento estariam mais biodisponíveis na forma líquida, enquanto que os adubos aplicados na forma sólida liberam estas substâncias de forma mais lenta (Hemmati & Saeedizadeh, 2019). Por isto, a hipótese deste estudo é que o crescimento da soja em solo infestado por *P. brachyurus* é maior na presença de adubos orgânicos e aplicados no solo na forma líquida. Para testar esta hipótese, o estudo avaliou o potencial de dois compostos orgânicos e de um vermicomposto aplicados ao solo na forma sólida ou líquida em aumentar o crescimento da soja cultivada em um solo com alta densidade de *P. brachyurus*.

2 Material e Métodos

A pesquisa de caráter exploratória e quantitativa (Pereira, et al., 2018) foi desenvolvida em casa de vegetação no Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, RS, no período de 13 de janeiro a 05 de maio de 2014.

As plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill cultivar FEPAGRO 36RR foram cultivadas em casa de vegetação, em vasos plásticos com capacidade de 8L, preenchidos com 8,5 kg da mistura 1:1 (v/v) de areia e de um Argissolo Vermelho Distrófico arênico (EMBRAPA, 2013). O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com sete tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos de três adubos orgânicos (COMP, VERM e ECO), utilizados na forma sólida ou líquida, mais a testemunha sem adubação orgânica.

O COMP foi produzido a partir do processo de compostagem tradicional, pela mistura do esterco bovino e resíduos vegetais de uma pastagem natural, com a predominância das espécies de plantas *Axonopus affinis*, *Paspalum notatum*, *Andropogon lateralis* e *Aristida laevis*. Os materiais foram misturados de forma atingir uma relação C:N de 30:1 e empilhados. O controle da temperatura das pilhas foi realizado por revolvimentos periódicos. Após o término da fase termofílica, metade do material permaneceu 48 dias em fase de maturação e resultou no adubo orgânico denominado de composto (COMP). A outra metade foi utilizada para o processo de vermicompostagem pelas minhocas *Eisenia andrei* (Bouché, 1972), em minhocário por 48 dias e resultou no adubo orgânico denominado de vermicomposto (VERM). O composto orgânico ECO foi produzido pela Usina de Compostagem da Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Caí (ECOCITRUS), pela mistura de diversos materiais (derivados de cascas de madeira, podas de árvores, sobras de alimentos, polpa e bagaço de frutas cítricas, etc) por processo de compostagem tradicional. Para a caracterização química dos adubos orgânicos (Tabela 1) foi determinado o pH em água (1:1); o carbono orgânico total e o nitrogênio total em Analisador Elementar CHNS (Flash model EA 1112, Thermo Finnigan); e os teores totais de P e K por digestão com H₂O₂ e H₂SO₄ e determinação em colorímetro (P) ou fotômetro de chamas (K).

Antes da semeadura, todos os tratamentos receberam metade da dose de P recomendada pelo Manual de Adubação e Calagem (CQFS-RS/SC, 2016) para a soja na forma de fosfato de potássio (63,75 mg kg⁻¹ de P), o que também adicionou ao solo 42,5 mg kg⁻¹ de K. Após a adubação, o solo foi analisado e apresentou as seguintes características:

argila (densímetro) 200 g kg⁻¹; matéria orgânica (Walkley-Black) 16 g kg⁻¹; pH em água (1:1) 4,8; saturação por bases 72,6%; P (Mehlich-1) 66,3 mg dm⁻³; K (Mehlich-1) 205 mg dm⁻³; H+Al 1,7 cmol_c dm⁻³; Ca 3,5 cmol_c dm⁻³; Mg 0,8 cmol_c dm⁻³.

A outra metade da dose de P foi adicionada ao substrato pelos adubos orgânicos. A aplicação dos adubos orgânicos (1,72 g kg⁻¹ de COMP; 4,84 g kg⁻¹ ECO ou 2,60 g kg⁻¹ de VERM) na forma sólida foi realizada na superfície dos vasos, sete dias após a semeadura. O solo apresentava uma densidade de 2000 nematoides Kg vaso⁻¹ oriundo de uma inoculação e multiplicação prévia. A aplicação dos compostos orgânicos na forma líquida ocorreu em três épocas: na emergência das plântulas, aos 15 e 30 dias após, distribuindo-se a suspensão uniformemente na superfície do substrato. Em cada uma das três aplicações da forma líquida, um terço da dose sólida foi misturada a 20 mL de água e agitada por 24 horas, seguido de peneiramento. As plantas foram mantidas em casa de vegetação e irrigadas diariamente.

Aos 75 dias após a emergência foram realizadas as avaliações de altura das plantas, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea e de raízes. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias de cada tratamento comparadas entre si pelo teste de Tukey (com $p < 0,05$) utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2014).

3. Resultados e Discussão

A composição química dos adubos orgânicos é semelhante ao observado por outros autores que estudaram compostos e vermicompostos (Eckhardt et al., 2018; Santana et al., 2018) e todos estão de acordo com a legislação brasileira em relação as características analisadas (Brasil, 2009). O composto orgânico ECO apresentou menores teores de N, P e K em relação aos demais adubos, o que resultou também em maior relação C/N (levando em consideração o baixo teor de N) (Tabela 1). Além disso o pH do ECO foi em média uma unidade acima da média dos demais adubos. A relação C/N dos adubos oriundos de esterco bovino (composto e vermicomposto) apresentou redução de 37% em relação ao composto ECO. Provavelmente o maior grau de maturação do COMP e VER, justificado pela menor relação C/N, resultou em menores valores de pH devido a maior decomposição da matéria orgânica e à liberação de hidrogênio e ácidos orgânicos (Nigussie et al., 2017).

Tabela 1. Características químicas dos adubos orgânicos, composto orgânico de esterco bovino e palha (COMP), do vermicomposto de esterco bovino (VERM) e do composto orgânico da Ecocitrus (ECO), utilizados na adubação da soja cultivada em solo infestado por *P. brachyurus*.

Adubo orgânico	Ph	C. org. total	N total	C/N	P	K
	-	%	%	-	%	%
COMP	7,0	23,2	1,99	11,6	1,97	2,01
VERM	8,3	22,8	1,97	11,5	1,65	1,45
ECO	8,9	22,0	1,20	18,3	0,70	0,85

Fonte: Autores.

Mesmo no solo infestado por nematoides a planta de soja apresentou capacidade de aumentar a sua biomassa aérea quando aplicado os adubos orgânicos sólidos em comparação ao solo com adubação mineral (Tabela 2).

Tabela 2. Massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR), altura das plantas e diâmetro do colo da soja cultivada no solo inoculado com *Pratylenchus brachyurus* e adubada com composto orgânico de esterco bovino e palha (COMP), com vermicomposto de esterco bovino (VERM) ou com composto orgânico da Ecocitrus (ECO), aplicados no solo na forma sólida ou líquida.

Adubação	MSPA	MSR	Altura	Diâmetro
Mineral	24,54c	8,57 ^{ns}	61,33 ^{ns}	7,73 ^{ns}
COMPS	32,65abA	8,85A	70,00	8,38
COMPL	27,12abcB	6,73A	63,33	8,67
VERMS	33,66aA	9,85A	73,00	8,90
VERML	25,26bcA	5,10B	67,67	7,28
ECOS	31,94abcA	9,83A	70,66	8,61
ECOL	25,50bcB	9,92A	68,33	8,05
CV (%)	9,50	23,35	7,51	8,52

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, minúscula comparação entre todos os tratamentos e maiúscula comparação do mesmo tratamento com

formas de aplicação diferente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}: não significativo. Fonte: Autores.

A adição ao solo dos adubos orgânicos na forma líquida não resultou em incremento de massa seca parte aérea. A produção da massa seca das raízes (MSR) foi pouco alterada pela adição dos adubos orgânicos, apresentando incremento não significativo ($p>0,05$) em todas as condições exceto na presença de COMPL e VERML. A altura de plantas e o diâmetro (exceto em VERML) apresentou tendência de aumento ($p>0,05$) na presença dos adubos orgânicos (Tabela 2).

A adição do composto de esterco bovino e palha, vermicomposto de esterco bovino e composto da Ecocitrus na forma sólida apresentaram incremento de massa seca da parte aérea de 33, 37 e 30% respectivamente em relação à testemunha que recebeu adubação mineral. Adubos orgânicos aumentam o pH, nitrogênio mineral, ácido indolacético e respiração basal do solo resultando em aumento da defesa da planta frente ao ataque por nematoides devido a produção de compostos fenólicos radiculares (Xiao et al., 2016; Rao et al., 2017). Sugere-se que nematoides são afetados pela liberação de gases tóxicos e substâncias nematicidas dos adubos orgânicos, há estímulo as defesas da planta pela melhoria da nutrição e há ativação dos organismos do solo que predam ou parasitam os nematoides (Ritzinger & Fancelli, 2006; Moura & Franzener, 2017). Além do efeito nematicida de adubos orgânicos, eles aumentam o crescimento das plantas devido ao fornecimento de nutrientes, promoção do crescimento por microrganismos benéficos, aumento da porosidade e retenção de água, etc. (Mahanty et al., 2017). Além disso, o uso de adubos orgânicos apresenta grande potencial para a sustentabilidade pois trata-se de um processo de reaproveitamento de um material que poderia se tornar um grave problema ambiental além de reduzir os custos com adubação mineral (Castro et al., 2016).

A adição ao solo dos adubos orgânicos na forma líquida é uma prática pouco comum. Entretanto, foi testada neste estudo devido a possibilidade de ocorrer maior biodisponibilidade no solo dos compostos nematicidas, nutrientes e demais substâncias estimuladoras do crescimento disponibilizados pelos adubos orgânicos (ROSTAMI et al., 2014). No entanto, não foi verificado incremento nos parâmetros avaliados. Durukan et al (2019) verificaram que o vermicomposto sólido aumentou o crescimento de tomate enquanto que o líquido não demonstrou efeito significativo. Provavelmente o teor de nutrientes adicionado via adubos

líquidos foi bastante reduzido em comparação aos adubos sólidos o que resultou em menor crescimento da soja no solo infestado.

Nos últimos anos, o uso de adubos orgânicos na soja tem aumentado e contribuído para o aumento do crescimento desta cultura em solos infestados por nematoides (LEITE et al., 2019). Além dos benefícios químicos, físicos e biológicos dos adubos orgânicos eles resultam em redução de custos com fertilizantes minerais e promovem a sustentabilidade das propriedades devido ao reaproveitamento de resíduos. Neste estudo realizamos uma análise sobre os efeitos nos parâmetros de crescimento da soja, cultivada em solo infestado por *P. brachyurus*, da adubação orgânica e verificamos que a adição de adubos sólidos pode aumentar a massa seca da parte aérea das plantas. O uso de adubos líquidos não demonstrou ser uma estratégia eficiente nesta condição, porém neste estudo houve a limitação da não verificação dos teores de nutrientes e pH dos resíduos adicionados na forma líquida o que limita a construção das hipóteses da não eficiência. Além disso, a caracterização química e biológica de todos os adubos utilizados deve ser realizada em futuros estudos a fim de padronizar as doses utilizadas nos tratamentos, assim como a quantificação do número de nematoides no solo e nas raízes das plantas.

4. Considerações Finais

Este trabalho contribuiu para a busca de substratos alternativos que possam ser usados no controle de *Pratylenchus brachyurus*, minimizando o uso de fertilizantes e nematicidas químicos viabilizando a sustentabilidade dos agroecossistemas. Desta forma, é importante pelo menos conhecer as características químicas dos resíduos orgânicos a serem usados nos processos de vermicompostagem e compostagem para favorecer a otimização e aplicação dos mesmos.

Como contribuição deste estudo, uso de adubos orgânicos na forma sólida aumenta o crescimento da soja em solo infestado por nematoides *P. brachyurus*. O vermicomposto sólido aumenta a massa seca da parte aérea da planta cultivada no solo infestado por *P. brachyurus*.

No entanto há necessidade de mais estudos envolvendo o potencial de controle de diferentes fertilizantes orgânicos, de origem animal, vegetal e agroindustrial, associando o uso de plantas com propriedades nematicidas no processo de compostagem e vermicompostagem, bem como análises dos compostos nematicidas liberados por este material.

Assim, recomenda-se que faça testes do potencial dos fertilizantes orgânicos a campo no controle de *P. brachyurus*, estudos de levantamento da ocorrência da espécie *P. brachyurus* nas áreas cultivadas com soja. Assim como a conscientização dos agricultores e técnicos responsáveis pela assistência destas áreas, dos danos e perdas econômicas gerados por este nematóide, buscando controles alternativos, minimizando os impactos ambientais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Código Financeiro 001, por fornecer bolsas de estudo e apoio financeiro para este trabalho.

Declaração de Conflito de Interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências Bibliográficas

Avelino, A.C., Faria, D.A., Oliveir, L.D., Terzi, B.G., Filho, A.S.C., Afonso, M.F., Rondon, O.H.S., Arieira, G.O., Abreu, J.G., Peixoto, W.M. & Rossi, M. (2019). Phytonematodes in Integrated Crop-livestock Systems of Tropical Regions. *Journal of Experimental Agriculture International*, 37(1): 1-13. doi:10.9734/jeai/2019/v37i430275

Brasil. (2020). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Instrução Normativa 25, de 23 de julho de 2009*. Diário Oficial, Brasília, DF, 28 de junho de 2009. Seção 1, p. 20. Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-20-de-24-de-abril-de-2020-254000645>. Acesso em: 20 abril 2020.

Byrd, J.D.W., Kirkpatrick, T. & Barker, K.R. (1983). An improved technique for clearing and staining plant tissues for detection of nematodes. *Journal of Nematology*, 15(1): 142-3.

Castro, C.S., Lobo, U.G.M., Rodrigues, L.M., Backes, C., Santos, A.J.M. (2016). Eficiência de utilização de adubação orgânica em forrageiras tropicais. *Revista de Agricultura Neotropical*, 3, (4), 48-54.

Comissão de Química e Fertilidade Do Solo (CQFS/RS-SC) RS-SC. (2004). Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Domínguez, J., Lazcano, C. & Gomez-Brandon, M. (2010). Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. *Acta Zoológica Mexicana*, 26 (2): 359-371.

Domínguez, J., Martínez-Cordeiro, H., Álvarez-Casas, M. & Lores, M. (2014). Vermicomposting grape marc yields high quality organic biofertilizer and bioactive polyphenols. *Waste Management & Research*, 32 (12): 1235-1240. doi:10.1177/0734242X14555805

Durukan, H., Demirbaş, A. & Tutar, U. (2019). The Effects of Solid and Liquid Vermicompost Application on Yield and Nutrient Uptake of Tomato Plant. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7 (7): 1069-1074. doi: 10.24925/turjaf.v7i7.1069-1074.2579

Eckhardt, D.P., Redin, M., Santana, N.A., De Conti, L., Dominguez, J., Jacques, R.J.S. & Antonioli, Z.I. (2018). Cattle Manure Bioconversion Effect on the Availability of Nitrogen, Phosphorus, and Potassium in Soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 42: e0170327. doi: 10.1590/18069657rbc20170327

Edwards, C.A., Arancon, N.Q., Vasko-Bennett, M., Askar, A. & Keeney, G. (2010). Effect of aqueous extracts from vermicomposts on attacks by cucumber beetles (*Acalymna vittatum*) (Fabr.) on cucumbers and tobacco hornworm (*Manducas exta*) (L.) on tomatoes. *Pedobiologia*, 53 (2): 141-148. doi: 10.1016/j.pedobi.2009.08.002

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (2013). Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília: EMBRAPA-SPI, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Brasília, DF: Embrapa Solos.

Ferreira, D.A. (2014). Sisvar: A Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, 38 (2): 109-112. doi: 10.1590/S1413-70542014000200001

Gopalakrishnan, S., Kiran, B.K., Humayun, P., Vidya, M.S., Deepthi, K., Jacob, S., Vadlamudi, S., Alekhya, G. & Rupela, O. (2011). Biocontrol of charcoal-rot of sorghum by actinomycetes isolated from herbal vermicompost. *African Journal of Biotechnology*, 10 (79): 18142-18152. doi: 10.5897/AJB11.2710

Hemmatia, S. & Saeedizadeh, A. (2019). Root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, in response to soil fertilization. *Brazilian Journal of Biology*, 1-10. doi: 10.1590/1519-6984.218195

Hussey, R.S. & Barker, K.R.A. (1973). Comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Reporter*, 57: 1-12.

Inomoto, M.M. (2011). Avaliação da resistência de 12 híbridos de milho a *Pratylenchus brachyurus*. *Tropical Plant Pathology*, 36 (2): 308-312. doi: 10.1590/S1982-56762011000500006

Leite, M.L.T., Almeida, F.A. de, Fonseca, W.L., Oliveira, A.M. de, Prochnow, J.T., Pereira, F.F. & Neto, F. de A. (2019). Effect of Vinasse in the Suppressiveness to *Pratylenchus brachyurus* in Soybean. *Journal of Agricultural Science*, 11 (1): 538-545. doi: 10.5539/jas.v11n1p538

Mahanty, T., Mahanty, T., Bhattacharjee, S., Goswami, M., Bhattacharyya, P. Das B, Ghosh, A. & Tribedi, P. (2017). Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development. *Environmental Science and Pollution Research*, 24: 3315-3335. doi: 10.1007/s11356-016-8104-0

- Moura, G.S., Franzener, G. (2017). Biodiversidade de nematoides indicadores biológicos da qualidade do solo em agroecossistemas. *Arquivos do Instituto Biológico*, 84: e0142015. doi: 10.1590/1808-1657000142015.
- Nigussie, A., Bruun, S., Neergaard, A. & Kuyper, T.W. (2017). Earthworms change the quantity and composition of dissolved organic carbon and reduce greenhouse gas emissions during composting. *Waste Manage*, 62: 43-51. doi: 10.1016/j.wasman.2017.02.009
- Pereira, AS, Shitsuka, DM, Parreira, FJ & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 20 maio 2020.
- Rao, M.S., Kamalnath, M., Umamaheswari, R., Rajinikanth, R., Prabu, P., Priti, K., Grace, G.N., Chaya, M.K. & Gopalakrishnan, C. (2017). *Bacillus subtilis* IIHR BS-2 enriched vermicompost controls root knot nematode and soft rot disease complex in carrot. *Scientia Horticulturae*, 218: 56-62. doi: 10.1016/j.scienta.2017.01.051
- Ritzinger, C.H.S.P. & Fancelli, M. (2006). Integrated management of nematodes in the banana tree culture. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28 (2): 331-338.
- Rostami, M., Olia, M. & Arabi, M. (2014). Evaluation of the effects of earthworm *Eisenia fetida*-based products on the pathogenicity of root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) infecting cucumber. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 3: 1-8. doi: 10.1007/s40093-014-0058-y
- Santana, N.A., Rabuscke, C.M., Soares, V.B., Soriani, H.H., Nicoloso, F.T. & Jacques, R.J.S. (2018). Vermicompost dose and mycorrhization determine the efficiency of copper phytoremediation by *Canavalia ensiformis*. *Environmental Science and Pollution Research*, 25 (5): 12663-12677. doi: 10.1007/s11356-018-1533-1

Santana-Gomes, S.M., Dias-Arieira, C.R., Biela, F., Cardoso, M.R., Fontana, L.F. & Puerari, H.H. (2014). Crop succession in the control of *Pratylenchus brachyurus* in soybean. *Nematropica*, 44: 200-206.

Santos, B.H.C., Ribeiro, R.C.F., Xavier, A.A., Santos Neto, J.A. dos, Mota, V.J.G. (2013). Controle de *Meloidogyne javanica* em mudas de bananeira ‘prata-anã’ por compostos orgânicos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35: 650-656.

Schiedeck, G., Holz, F.P., Zibetti, V.K. & Schiavon, G. de A. (2012). Potencial de aproveitamento de resíduos de agroindústrias através da minhocultura. *Embrapa Clima Temperado*, 180: 10-12.

Silva, F.J., Ribeiro, R.C.F., Xavier, A.A., Neto, J.A.S., Souza, M.A. & Dias-Arieira, C.R. (2016). Rhizobacteria associated with organic materials in the control of root-knot nematode in tomato. *Horticultura Brasileira*, 34: 59-65. doi: 10.1590/S0102-053620160000100009

Silva, R.V., Oliveira, R.D.L., Pereira, A.A., Sêni, D.J. (2007). Respostas de genótipos de *Coffea* spp. a diferentes populações de *Meloidogyne exigua*. *Fitopatologia Brasileira*, 32: 205-212. doi: 10.1590/S0100-41582007000300004

Xiao, Z., Liu, M., Jiang, L., Chen, X., Griffiths, B.S., Li, H. & Hu, F. (2016). Vermicompost increases defense against root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in tomato plants. *Applied Soil Ecology*, 105: 177-186. doi: 10.1016/j.apsoil.2016.04.003

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Juliane Schmitt – 20,00%

Valéria Ortaça Portela – 20,00%

Natielo Almeida Santana – 15,00%

Maria Heloisa Batistti Baptistella – 8,33%

Daniel Pazzini Eckhardt – 8,33%

Ricardo Bemfica Steffen – 20,00%

Zaida Inês Antonioli – 8,33%