

EFEITO DO BIODDEFENSIVO SMASH NO MANEJO DE *Pratylenchus brachyurus* e *Helicotylenchus sp.* NA CULTURA DA SOJA

Bianca Callegari Freitas, Leonardo Roque Fernandes, Wallace Silva Vitorino Dias, Camila Marques Menegueli, Caio Portes Deorce Pimenta, Mauricio Vieira de Moraes, Fábio Ramos Alves.

Universidade Federal do Espírito Santo/ Departamento de Agronomia, Alto Universitário, s/n, Guararema – 29500-000 – Alegre-ES, Brasil, Bianca.callegarifreitas@outlook.com, Leonardo.r.fernandes@edu.ufes.br, wallaces.vd@gmail.com, camilamenegueli123@gmail.com, caio.pimenta@edu.ufes, moresvieiramau@gmail.com, fabio.alves@ufes.br.

Resumo

O Brasil é o maior produtor mundial de soja e responde por aproximadamente 37% da produção mundial (CONAB, 2024). A safra 2023/2024 teve uma queda de 4,7% em relação à safra anterior. Uma das explicações para essa redução de produtividade é a presença de fitonematoides, dentre os quais destacam-se *Pratylenchus brachyurus* e *Helicotylenchus sp.*, que causam perdas que podem chegar a 30% (WEISCHER; BROWN, 2001). O manejo desses patógenos geralmente envolve a aplicação de nematicidas químicos, produtos caros e que causam impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana. Por essa razão, pesquisadores em todo o mundo vêm estudando medidas alternativas para o manejo de fitonematoides, incluindo o uso de biodefensivos. Objetivou-se com o presente estudo avaliar a eficácia do biodefensivo Smash no manejo dos nematoides *P. brachyurus* e *Helicotylenchus sp.* na cultura da soja. Os resultados mostram que além da eficácia na redução das populações de nematoides, também promoveu melhorias na preservação radicular, e por consequência teve um aumento na produtividade.

Palavras-chave: Nematoides. Manejo alternativo. Nematode das lesões. Nematoides espiralados. *Glycine max*.

Área do Conhecimento: Engenharia agrônômica.

Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial de soja sendo o estado de Goiás um dos mais importantes produtores do país, com estimativa de 11% da produção brasileira (CONAB, 11/2024).

Os resultados indicam uma produção total de 147.381,8 mil toneladas, 4,7% inferior ao obtido na safra 2022/23. Essa queda de produtividade se deve à fatores bióticos e abióticos. Entre os bióticos destacam-se os fitonematoides, como *Pratylenchus brachyurus* e *Helicotylenchus sp.*, que podem provocar perdas de até 30% (BELLÉ et al., 2017; BORGES, 2023).

O *P. brachyurus*, também conhecido como nematoide das lesões, apresenta ampla disseminação em muitas áreas de cultivo no país, incluindo no estado de Goiás (GIELFI et al., 2004; BELLÉ et al., 2017; BORGES, 2023), já o nematoide espiralado, *Helicotylenchus sp.*, parasita diversas espécies botânicas podendo acarretar danos às plantas parasitadas (GARBIN; COSTA, 2015).

Devido ao parasitismo sobre as raízes, esses patógenos causam redução do crescimento das plantas e, consequentemente, diminuição da produtividade (WEISCHER; BROWN, 2001; GARBIN; COSTA, 2015).

Quando se pensa em manejo de fitonematoides, o controle químico, por meio de nematicidas, é comprovadamente eficiente e, por isso amplamente utilizado (NOVARETTI et al., 1998). Entretanto, esses produtos persistem no solo, são prejudiciais aos seres humanos e à microbiota do solo (JATALA, 1986; STIRLING, 1991; KERRY, 2001).

Afim de solucionar essa problemática, pesquisadores em todo o mundo têm estudado medidas sustentáveis e eficazes para o manejo desses patógenos. O uso de biodefensivos tem ganhado grande destaque, por se tratar de produtos mais seguros, ecologicamente corretos e por apresentar um custo

menor e mais acessível ao produtor. Segundo Santin (2008, pg. 2)), “devido ao impacto ambiental, a baixa eficiência e alto custo” do controle químico, “torna-se necessário estudar alternativas de controle, as quais possam ser utilizadas como novas estratégias e, assim, reduzir os prejuízos”.

Metodologia

Foi avaliado o efeito comparativo de dois produtos no manejo de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. e na produtividade da cultura da soja cv. DM73I75 em plantio lado a lado em uma área naturalmente infestada pelos patógenos no município de Jataí, GO (Figura 1).

Os tratamentos foram: a) Smash, um fertilizante orgânico à base de extrato de algas marinhas, e extratos e óleos vegetais de *Cinnamomum verum*, *Azadirachta indica*, *Manihot esculenta*, *Artemisia absinthium*, *Momordica brassicae*, *Juncea syxygium* e *Aromaticum capsicum*, que está em fase de registro junto ao MAPA como biofertilizante e b) Elmo, um produto biológico composto pela ação de cinco bactérias sendo elas: *Bacillus amyloliquefaciens* 1×10^8 UFC/ml; *B. subtilis* (2 cepas) 1×10^8 UFC/mL; *B. megaterium* 1×10^8 UFC/mL e *B. licheniformis* 1×10^8 UFC/mL.

A área de soja tinha um stand de 300.000 plantas/ha e foi selecionada uma área de 28 ha, sendo 14 ha tratados com 2 L de Smash/ha aplicado via micron e 14 ha plantados com Elmo na dosagem de 150 mL/ha. Ambos os produtos foram aplicados num volume de calda de 50 L/ha.

Amostras de solo e raízes foram coletadas em intervalos de 20 dias entre as coletas e avaliadas nas seguintes datas: 13/11/23, 04/12/23, 26/12/23, 15/01/24 e 02/02/2024. A primeira amostra foi retirada quando a soja já estava com 20 dias de idade. Em cada avaliação foram retiradas 10 sub-amostras de solo e raízes para composição de uma amostra composta por hectare. O solo e as raízes foram embalados em sacolas plásticas, acondicionados em caixa de isopor e enviados ao NEMATUFES, onde foi avaliada a população final dos nematoides (PF).

A extração dos nematoides do solo foi feita utilizando 100 cc de solo, conforme metodologia de Jenkins (1964). As extrações de nematoides das raízes foram realizadas com 100 g de amostra, seguindo a metodologia de (Coolen & D’Herde, 1972). Os dados foram calculados para número de indivíduos/g de raiz.

A análise estatística foi feita pelo teste de média utilizando-se o software BioEstat 5.0.

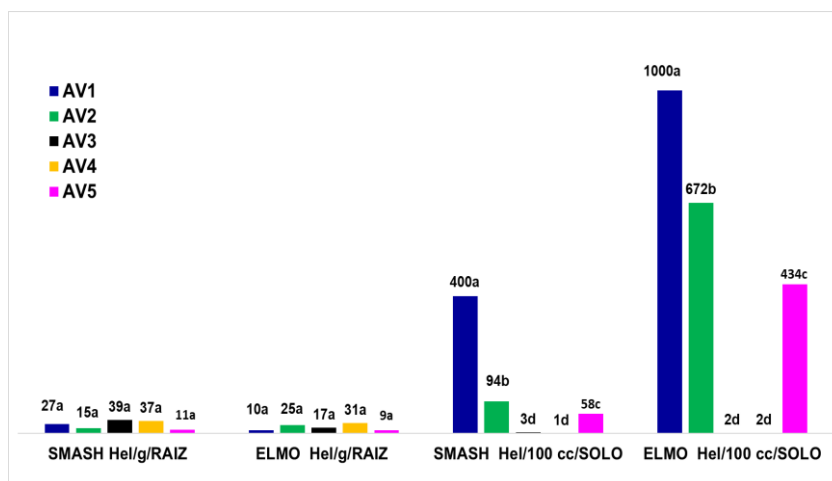
Resultados

Em relação à população de *Helicotylenchus* sp. nas raízes, em todas as avaliações as populações foram baixas e não diferiram entre si, isso porque esse nematoide é um ectoparasita e são mais comuns no solo (Figura 1).

Já no sistema radicular de plantas que receberam a aplicação do Smash, na AV1 houve redução da população de 400 indivíduos/g de raiz para 94 na AV2, 3 na AV3 e 1 na AV4 sendo que nessas avaliações não houve diferença estatística. Na última avaliação (AV5) a população voltou a subir para 58 nematoides/g de raiz (Figura 1).

Em relação à aplicação do Elmo, a foram observados 1.000 indivíduos na AV1, sendo que a população reduziu nas avaliações seguintes (AV2, AV3 e AV4) e voltou a subir significativamente na AV 5 para 434 nematoides/g de raiz (Figura 1).

Figura 1 - Flutuação populacional de *Helicotylenchus* sp. em solo e raízes de soja cv. DM73I75 tratada com Smash ou Elmo no município de Jataí, Go, em cinco avaliações realizadas em 13/11/23, 04/12/23, 26/12/23, 15/01/24 e 02/02/24.

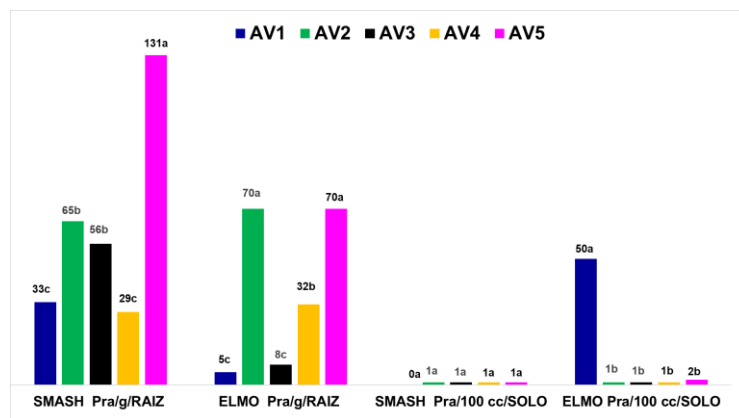


Fonte: Autor

A população de *P. brachyurus* foi menor no solo do que nas raízes, isso porque o nematoide é um endoparasita migrador sendo mais facilmente encontrado no interior das raízes (Figura 2). Quando o Smash foi aplicado a população de *P. brachyurus* no solo não diferiu estatisticamente, já as plantas que receberam o Elmo tiveram a população do nematoide reduzida de 50 indivíduo/g de raiz na primeira avaliação (AV1) para 1, 1, 1 e 2 nas avaliações 2, 3, 4, e 5, respectivamente (Figura 2).

Na AV1 a população do nematoide onde foi aplicado o Smash era 35 indivíduos/g de raiz. Essa população aumentou na AV2 caiu nas duas próximas avaliações (AV3 e AV4) e voltou a subir na AV5 para 131 nematoides/g de raiz. Em plantas tratadas com o Elmo a população era 5 nematoides/g de raiz na AV1 e caiu para 1, 1, 1 e 2 nas avaliações seguintes (Figura 2).

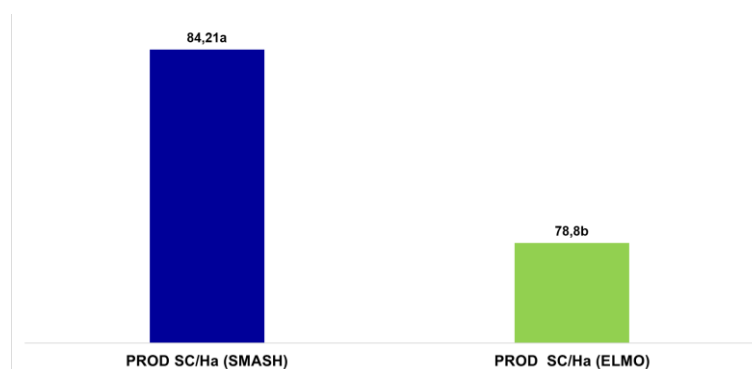
Figura 2 - Flutuação populacional de *Pratylenchus brachyurus* sp. em solo e raízes de soja cv. DM73I75 tratada com Smash ou Elmo no município de Jataí, Go, em cinco avaliações realizadas em 13/11/23, 04/12/23, 26/12/23, 15/01/24 e 02/02/24.



Fonte: Autor

A produtividade da soja foi superior em 5,41 sacas/ha em plantas tratadas com o Smash em relação as plantas tratadas com o Elmo (Figura 3).

Figura 3 - Produtividade média em sacas por hectare de soja cv. DM73I75 em duas áreas comerciais naturalmente infestadas com *Pratylenchus* sp. e *Helicotylenchus* sp. e tratadas com Smash ou Elmo no município de Jataí, GO.



Fonte: Altor

Discussão

De maneira geral os dois tratamentos reduziram a população dos dois nematoides.

A população de *Helicotylenchus* sp. foi reduzida ao longo das avaliações, porém aumentou na última avaliação. Esse aumento na AV5 ocorreu quando a soja já tinha mais de cem dias e isso significa que essas populações não tinham mais potencial de causar danos à cultura, uma vez que os grãos já estavam plenamente formados. O que é importante ressaltar é que o Smash deixou no solo uma população muito menor (58 indivíduos/g de raiz) comparado às plantas tratadas com o Elmo (434 nematoides/g de solo). Embora sejam necessários estudos sobre os danos reais que *Helicotylenchus* sp. causam na cultura da soja, esses nematoides são muito comuns nessa cultura no Brasil e em outros países. De fato, vários autores relatam que *Helicotylenchus* sp., ocorre em diferentes agroecossistemas (Ribeiro et al., 2011; Dupont, 2012). Na cultura da soja, *Helicotylenchus dihystra* já foi relatada por Lehmann et al. (1976) no Estado do RS e Sharma et al. (2002), no Acre.

No tocante à população de *Pratylenchus brachyurus* nas raízes da soja, houve redução na segunda, terceira e quarta avaliações, mas depois as plantas tratadas com Smash tiveram quase que o dobro da população na AV5 (135 indivíduos/g de raiz) comparado às plantas tratadas com o Elmo (70 indivíduos/g de raiz).

O Smash teve efeito positivo na redução populacional dos nematoides por se tratar de um fertilizante orgânico à base de extrato de algas marinhas, e extratos e óleos vegetais de *Cinnamomum verum*, *Azadirachta indica*, *Manihot esculenta*, *Artemisia absinthium*, *Momordica brassicae*, *Juncea syxygium* e *Aromaticum capsicum*. Esses princípios ativos agindo de forma sinérgica potencializaram a mortalidades de ambos os nematoides em estudo (Silva e Pereira, 2008; Barros et al., 2021; Seixas et al., 2023).

Já o efeito Elmo deve-se ao fato de se tratar de um produto biológico composto pela ação de *Bacillus amyloliquefaciens*; *B. subtilis*; *B. megaterium* e *B. licheniformis*. Espécies de *Bacillus* possuem alta capacidade de competição no solo e colonizam o sistema radicular, alimentando-se dos exsudados radiculares e formando um biofilme protetor ao redor da raiz. Durante o desenvolvimento bacteriano são secretados metabólitos secundários com efeito nematicida e nematostático que atuam de forma a limitar a reprodução dos nematoides (LIMA et al., 2002).

Além da ação nematicida, também foi observado que o SMASH possui um efeito positivo vegetativo e no rendimento da soja. As plantas que foram tratadas com o SMASH, tiveram uma melhor preservação de raízes (Figura 5) e aumento na produtividade da soja uma vez que a produtividade da soja foi superior em 5,41 sacas/ha em plantas tratadas com o Smash em relação as plantas tratadas com o Elmo. Um outro fator que ajuda a explicar esse aumento de produtividade é o fato das raízes das plantas tratadas com o Smash apresentarem praticamente o dobro de nódulos radiculares comparado às plantas tratadas com o Elmo (dados não mostrados).

Esses resultados sugerem que esse fertilizante orgânico, além de atuar na redução da população de nematoides, contribui também para a melhoria das condições do solo e promove um ambiente mais favorável para o crescimento da soja. Além disso, o SMASH também proporciona sustentabilidade e segurança ambiental, diferenciando-se dos nematicidas químicos que causam efeitos danosos ao meio ambiente e à saúde humana.

Conclusão

O SMASH é eficaz no manejo de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. na cultura da soja. Os resultados mostram que esse produto além de reduzir a população desses nematoides, também acarretou melhoria na preservação radicular, aumento do número de nódulos radiculares e, conseqüentemente, incremento de produtividade da cultura. É possível que o produto contribua de forma positiva para a melhoria nas condições do solo, ajudando a criar um ambiente mais propício para o desenvolvimento da cultura, fazendo com que resultados de produtividade futuros sejam ainda mais promissores. Por apresentar consideráveis benefícios agrônômicos, ligados a segurança ambiental e a sustentabilidade, o SMASH é uma nova alternativa viável para o manejo do nematoide das lesões e o nematoide espiralado da soja.

Referências

CONAB. **Produção de grão deve chegar a 298,6 milhões de toneladas na safra 2023/2024.** Publicado: Terça, 13 Agosto de 2024. CONAB 2024.

CONAB. **Soja em números (Safr 2023/2024).** Levantamento de 06/2024.

FERRAZ, L.C.C.B. **Produtor deve evitar hospedeiros de *Pratylenchus brachyurus*.** 2012. Disponível em: nematologia.com.br.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematoides**, 1 ed., Viçosa: Editora UFV, 2010. 306 p.

FOTEDRAL, D. N.; RAUL, V. **On some species of the genus *Helicotylenchus* Steiner, 1945.** (Hoplolaimidae: Nematoda) common plant parasitic nematodes in Kashmir, India. Indian Journal of Nematology, New Delhi, v. 15, n. 1, p. 90-13, 1985.

GARBIN, L.F.; COSTA, M.J.N. da. **Incidência do fitonematoide *Helicotylenchus* em análises laboratoriais do Mato Grosso.** Connecti on line. Revista eletrônica do UNIVAG. n. 12, 2015, p. 90-96.

GONZAGA, V.; SANTOS, J. M. dos; SOARES, P.L.M. **Chave ilustrada para identificação das seis espécies de *Pratylenchus* mais comuns no Brasil.** 2012. Disponível em: nematologia.com.br.

GIELFI F.S., SANTOS, J.M., ATHAYDE, M.L.F. **Reconhecimento das espécies de fitonematóides associadas ao algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no Estado de Goiás.** In: Congresso Brasileiro de Algodão, 4., 2004, Goiânia, GO.

NICO, A. I.; JIMÉNEZ-DÍAZ, R. M.; CASTILLO, P. **Control of root-knot nematodes by composted agroindustrial wastes in potting mixtures.** Crop Protection, Amsterdam, v. 23, n. 7, p. 581-587, 2004.

SANTIN, R. C. M. **Potencial do uso dos fungos *Trichoderma* spp. e *Paecilomyces lilacinus* no biocontrole de *Meloidogyne incognita* em *Phaseolus vulgaris*.** 2008. 81 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

WEISCHER, B.; BROWN, D.J.F. **Conhecendo os nematoides: nematologia geral.** Sofia: Pensoft Publishers, 2001.

BELLÉ, C.; KUHN, P. R.; KASPARY, T.E.; SCHMITT, J. **Reação de cultivares de soja a *Pratylenchus brachyurus*** Reaction of soybean cultivars to *Pratylenchus brachyurus*. Revista Agrarian ISSN: 1984-2538 136 Bellé et al., v.10, n.36, p. 136-140, Dourados.

BELLÉ et al., v.10, n.36, p. 136-140, Dourados, 2017

RIBEIRO, N. R., L. FAVORETO, E D. M. MIRANDA. 2011. Nematóides: um desafio constante. Boletim Fundação Mato Grosso. Disponível em: <http://aprosmat.com.br/wp-content/uploads/2012/11/NEMATOIDES-UM-DESAFIOCONSTANTE.pdf>

DUPONT – Comunicado Técnico 09. Manejo de nematoides nas culturas da soja e do milho. Jul/2012.

LEHMANN, P. S., C. C. MACHADO, E M. T. Tarragó. 1976. Frequência e severidade de doenças da soja nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Fitopatologia Brasileira

SHARMA, R. D., M. J. B. CAVALCANTE, G. M. MOURA, E J. F. Valentin. 2002. Nematoides associados a genótipos de soja cultivados no Acre, Brasil. Nematologia Brasileira, 26(1):109-111.

JATALA, P. Biological control of plant-parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology, 24: 453-489. 1986.

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

KERRY, B. R. Exploration of nematophagous fungal *Verticillium chlamydosporium* Goddard for the biological control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). In: BUTT, T. M., JACKSON, C.; MAGAN, N. (ed.). Fungi as Biocontrol Agents: Progress, Problems and potential. CAB International, Wallingford, UK. 2001. 380 p.

NOVARETTI, W. R. T.; MONTEIRO, A. R.; FERRAZ, L. C. C. B. Controle químico de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zeae* em cana-de-açúcar com carbofuran e terbufós. Nematologia Brasileira. vol, 22, n. 1, p. 60-74. 1998.

COOLEN, W. A. & D'HERDE, C.J. A Method for the Quantitative Extraction of Nematodes from Plant Tissue. Ghent, Bélgica. State Nematology and Entomology Research Station, 1972, 77p.

ROBSON JAYME BORGES, R. J. EFICÁCIA DO CONTROLE BIOLÓGICO E QUÍMICO DE *Pratylenchus brachyurus* NA CULTURA DA SOJA. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos. Rio Verde – GO Junho – 2023

PEREIRA, A. L. Efeito da Incorporação de Folhas de Nim ao Solo sobre o Complexo *Fusarium* x *Meloidogyne* em Quiabeiro Gilson Soares da Silva¹, Summa Phytopathol., Botucatu, v. 34, n. 4, p. 368-370, 2008

BARROS, A. F. et al. The role of *Cinnamomum zeylanicum* essential oil, (E)-cinnamaldehyde and (E)-cinnamaldehyde oxime in the control of *Meloidogyne incognita*. Journal of Phytopathology, Berlin, v. 169, n. 4, p. 229-238, Apr. 2021. DOI: 10.1111/jph.12979.

Agradecimentos

Os articulistas deste estudo agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo pelo fornecimento do ensino de qualidade; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de iniciação científica, mestrado e doutorado.