

NANOPARTÍCULAS DE COBRE PARA O CONTROLE DE NEMATOIDES DAS GALHAS

Celso Martins França (PIC/UEM), Angelica Miamoto (Pós-doutoranda/PGA/UEM), Monique Thiara Rodrigues e Silva (Doutoranda/PGA/UEM), Angélica Calandrelli (Doutoranda/PGA/UEM), Eduarda Thais Sonda (Mestranda/PGA/UEM), Marcelo Augusto Batista (Co-orientador), Cláudia Regina Dias-Arieira (Orientadora)
e-mail: cmartinsfranca@gmail.com

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Agrárias, PR.

50000004 – Ciências Agrárias/ 50100009 – Agronomia/ 50102010 Fitopatologia.

Palavras-chave: *Meloidogyne javanica*, nanotecnologia, controle alternativo.

Resumo:

Os nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) são considerados problemáticos para a produção de grãos, visto que dificultam a absorção de água e nutrientes por parte das plantas e métodos alternativos para supressão do patógeno mantêm baixos níveis populacionais. Neste cenário, os micronutrientes apresentam alto potencial de utilização para manejo de nematoides, pois são essenciais para a atividade de processos enzimáticos envolvidos nos mecanismos de defesa da planta. Nesse sentido, a utilização de nanotecnologia aplicada a agricultura é considerada um método viável que pode ser empregado ao manejo conservacionista. Assim, objetivou-se avaliar o efeito do micronutriente cobre, sob doses crescentes de CuO (óxido cúprico) e CuSO₄ (sulfato cuproso) em macroescala, e também de nanopartículas de CuO. As plantas foram inoculadas com 2000 ovos + juvenis de segundo estágio de *M. javanica*, e decorridos 60 dias, foram coletadas e avaliadas quanto as variáveis nematológicas e vegetativas. A análise de variância dos dados revelou a influência significativa dos diferentes adubos cúpricos e das suas dosagens na população de *M. javanica* nas raízes de soja. A análise de regressão linear mostrou que o número de nematoides diminuiu com o aumento da dosagem dos fertilizantes. Não houve diferenças entre os tratamentos para as variáveis vegetativas. Concluiu-se que, o micronutriente cobre foi deletério para os nematoides em todas as suas formulações.

Introdução

Os nematoides destacam-se entre os principais patógenos que prejudicam a sojicultura, com ênfase ao gênero *Meloidogyne*. Estes patógenos radiculares

causam má formação das raízes e obliteração dos feixes vasculares, ocasionando redução na absorção de água e nutrientes (Jones et al., 2013). Neste cenário, faz-se necessário a busca por estratégias de manejo, que auxiliem no controle populacional do nematoide, e que sejam sustentáveis, como as nanopartículas. Neste contexto, o manejo nutricional das plantas pode afetar diretamente a incidência de nematoides, por melhorarem o desenvolvimento da cultura, fortalecer parece celular e aumentar a resistência contra estes patógenos, visto que os mesmos se alimentam dos tecidos radiculares, no quais injetam toxinas e retiram os nutrientes das plantas.

Com isso, objetivou-se avaliar a eficiência do micronutriente cobre, sob doses crescentes de CuO (óxido cúprico) e CuSO₄ (sulfato cuproso) em macroescala, e também de nanopartículas de CuO no controle de *M. javanica*.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Estadual de Maringá, em delineamento inteiramente casualizado, com 13 tratamentos, sendo: dois fertilizantes cúpricos em macro escala (CuO e CuSO₄) e um em nano escala (CuO), nas dosagens de 0 20, 40, 80, 160 mg L⁻¹, com oito repetições. As unidades experimentais foram vasos de 500 mL contendo solo autoclavado. Inicialmente realizou-se o tratamento das sementes de soja cv. M6410 IPRO com os fertilizantes e, em seguida, a semeadura de duas sementes por vaso. Após a emergência, realizou-se o desbaste e as plantas foram inoculadas com 2000 ovos e juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*, distribuídos em um volume de solução de 4 mL em dois orifícios abertos no solo ao redor da planta.

Decorridos 60 dias da inoculação, as plantas foram coletadas e determinou-se nematoide total e nematoide g⁻¹ de raiz; altura de planta, massa seca e fresca de parte aérea e massa fresca de raiz. Os nematoides foram extraídos pela metodologia adaptada por Boneti e Ferraz (1981). As amostras foram analisadas em câmara de Peters, sob microscópio óptico.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância a 5% de significância, e quando significativos, realizou-se a análise de regressão (Ferreira, 2014).

Resultados e Discussão

De acordo com a análise de regressão (P=0,05), para todos os fertilizantes, houve ajuste quadrático para a variável número total de nematoides, e número de nematoide g⁻¹ de raiz, havendo redução na reprodução em função do aumento crescente das doses utilizadas.

O óxido cúprico (CuO) promoveu controle de *M. javanica* nas duas formas, tanto em nanopartículas (Figura 1), quanto nas macromoléculas (Figura 2). Da mesma forma, o sulfato cuproso (CuSO₄) apresentou índices de

supressão da população de *M. javanica* até mesmo em doses baixas (Figura 3).

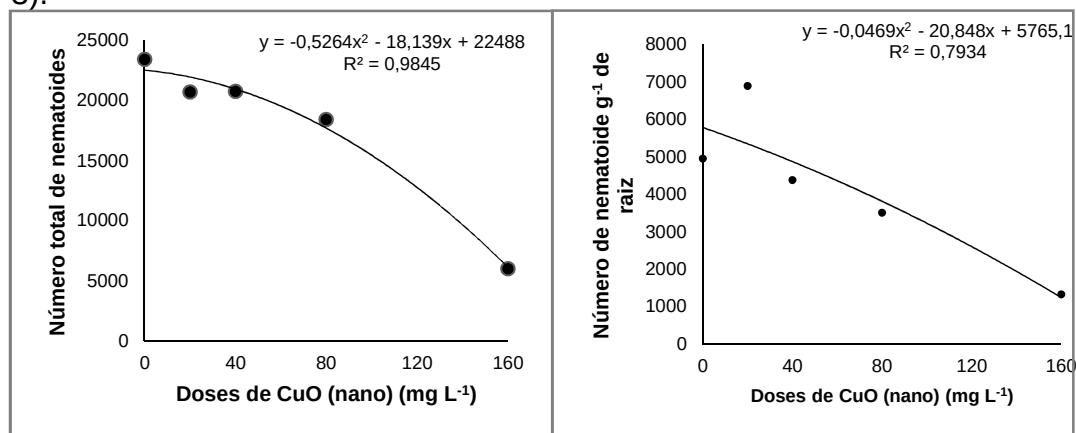


Figura 1 - Número total de *M. javanica* e número de nematoides g⁻¹ de raiz em função de diferentes dosagens de nanopartículas de óxido cúprico.

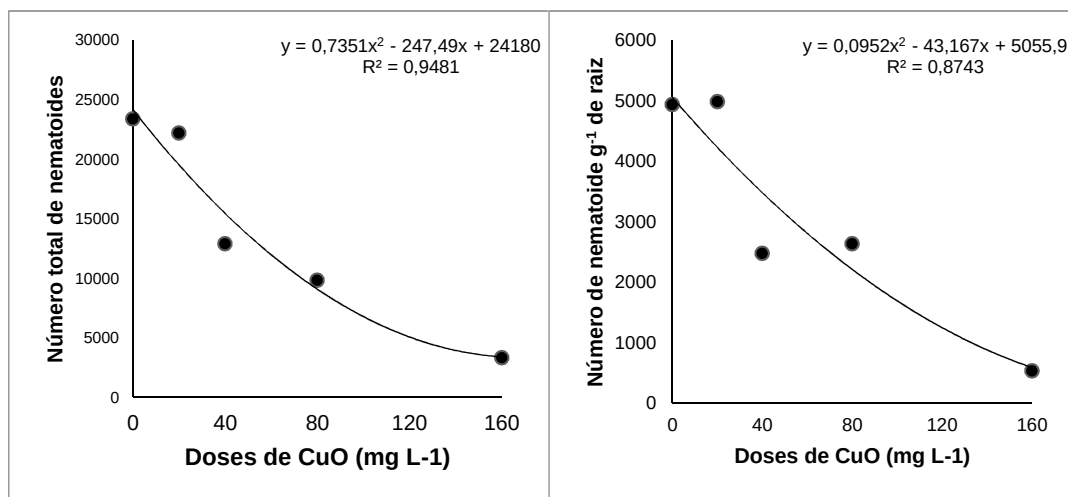


Figura 2 - Número total de *M. javanica* e de número de nematoides g⁻¹ de raiz em função de diferentes dosagens de óxido cúprico.

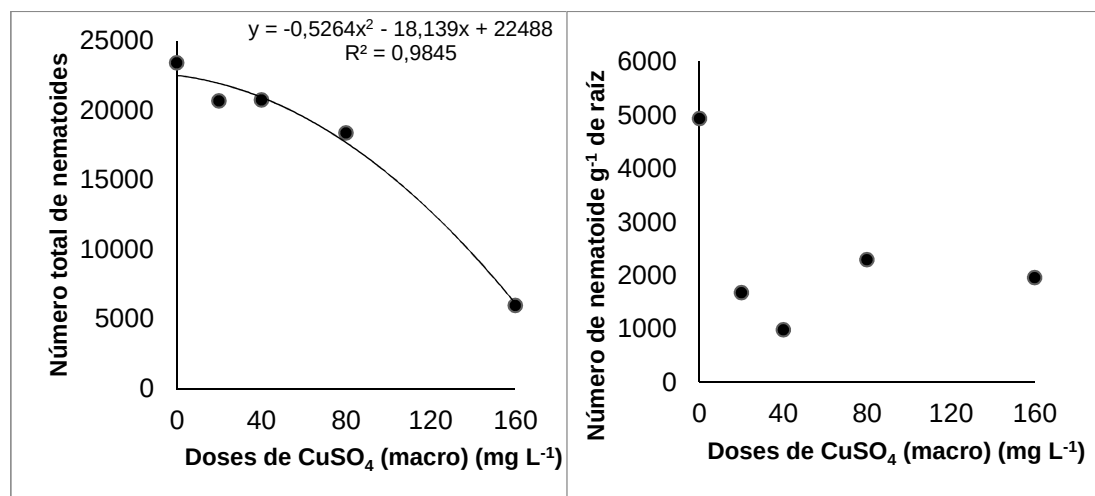


Figura 3 - Número total de *M. javanica* e de número de nematoides g⁻¹ de raiz em função de diferentes dosagens de sulfato cuproso.

Os resultados podem ser explicados principalmente pelo fato do cobre ser responsável pela formação de uma camada tóxica aos nematoides nas raízes, o que evita a penetração de *M. javanica* (Khan et al., 2022). Além disso, os altos níveis de cobre nas raízes podem resultar em uma má formação do sítio de alimentação de *M. javanica*, o que dificulta o desenvolvimento normal e a oviposição por parte das fêmeas (Nouredine et al., 2022).

Não houve significância para os parâmetros vegetativos, mostrando que os fertilizantes não têm efeito deletério sobre o vegetal.

Conclusão

As nanopartículas e as macromoléculas a base de cobre mostraram-se eficientes em controlar *M. javanica* e não tiveram efeito tóxico sobre a planta.

Referências

Boneti, J.I.S.; Ferraz, S. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, p.553, 1981.

Ferreira, DF. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Cienc Agrotec**. v.38, p. 109-112, 2014.

Jones, J. T., Haegeman, A., Danchin, E. G., Gaur, H. S., Helder, J., Jones, M. G. K., Kikuchi, T., Manzanilla-López, R., Palomares-Rius, J. E., Wesemael, W. M. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. **Mol. Plant Pathol**, v. 14, p. 946-961, Dundee, 2013.

Khan A.; Mfarrej M. F. B.; Danish M.; Mohd M. S.; Khan F.; Ansari M. S.; Hashem M.; Alamri S.; Faheem A. Synthesized copper oxide nanoparticles via the green route act as antagonists to pathogenic root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, **Green Chemistry Letters and Reviews**, p.491-507, 2022.

Nouredine Y.; Rocha M.; Thomine S.; Quentin M.; Abad P.; Favery B.; Jaubert-Possamai S. Copper microRNAs govern the formation of giant feeding cells induced by the root knot nematode *Meloidogyne incognita* in *Arabidopsis thaliana*. **New Phytol**. p. 301-308, 2022.