

Uso de nematicidas em mudas de café no controle do nematoide *Meloidogyne exigua*

Use of nematicides in coffee seedlings for the control of nematode Meloidogyne exigua

AFONSO DE ANDRADE OLIVEIRA
Discente de Agronomia (UNIPAM)
eaafonsooliveira@unipam.edu.br

CARLOS HENRIQUE EITERER DE SOUZA
Professor orientador (UNIPAM)
carloshenrique@unipam.edu.br

Resumo: O Brasil é o maior produtor mundial de café, cuja produção é ameaçada por nematoides, agentes capazes de causar perdas econômicas significativas. Nesse contexto, torna-se necessária a utilização de produtos eficientes no controle desses patógenos. Este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes produtos no controle do nematoide *Meloidogyne exigua* em mudas de café. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento em blocos casualizados (DBC), com sete tratamentos compostos por diferentes produtos e seis repetições. Foram inoculados 8.000 juvenis de segundo estágio (J2) em mudas de café e, aos 90 dias após a inoculação (DAI), avaliou-se o número de ovos e juvenis (J2), além do fator de reprodução. Os resultados demonstraram que o produto A (fluensulfona) apresentou a maior eficiência, reduzindo significativamente o número de ovos e juvenis, bem como o fator de reprodução. Esses achados indicam que o uso da fluensulfona, na dose aplicada neste estudo, é eficaz no controle populacional de *Meloidogyne exigua* em mudas de café.

Palavras-chave: *Meloidogyne exigua*; juvenis; nematicidas; *Coffea arabica*.

Abstract: Brazil is the world's largest coffee producer, and its production is threatened by nematodes, agents capable of causing significant economic losses. In this context, the use of effective products for controlling these pathogens becomes necessary. This study aimed to evaluate the efficacy of different products in controlling the nematode *Meloidogyne exigua* in coffee seedlings. The experiment was conducted in a greenhouse under a randomized block design (RBD), with seven treatments consisting of different products and six replications. A total of 8,000 second-stage juveniles (J2) were inoculated into coffee seedlings, and at 90 days after inoculation (DAI), the number of eggs and juveniles (J2), as well as the reproduction factor, were evaluated. The results showed that Product A (fluensulfone) had the highest efficacy, significantly reducing the number of eggs and juveniles, as well as the reproduction factor. These findings indicate that the use of fluensulfone, at the dose applied in this study, is effective in controlling *Meloidogyne exigua* populations in coffee seedlings.

Keywords: *Meloidogyne exigua*; juveniles; nematicides; *Coffea arabica*.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café e o segundo maior consumidor da bebida (MAPA, 2017). Com 96% da área do café já colhida no final de agosto, a safra de 2024 do grão está estimada em 54,79 milhões de sacas de café beneficiadas, com área total de 2,25 milhões de hectares destinada à cafeicultura no país em 2024, incluindo as espécies arábica (*Coffea arabica* L.) e conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner), as mais produzidas no país (CONAB, 2024).

O setor cafeeiro desempenha um papel crucial na geração de empregos, especialmente em áreas rurais, e tem grande impacto na balança comercial brasileira. Além disso, o café brasileiro é significativamente valorizado no mercado internacional, devido a excelente qualidade e variedade de sabores (MAPA, 2017; Reis; Cunha, 2010).

O café cru é comercializado com base em sua qualidade, que é determinada por critérios como o tamanho das sementes, cor, forma, método de processamento, safra, qualidade da bebida, e a presença de sementes defeituosas e de materiais estranhos, sendo esses dois últimos os principais critérios usados para negociações globais de café (Bee *et al.*, 2005). Além disso, todos os fatores que influenciam na qualidade do grão estão relacionados a fatores abióticos, como deficiências nutricionais e condições climáticas, e a fatores bióticos, como ataques de pragas e doenças, que podem reduzir significativamente a produtividade e qualidade dos grãos (Pozza; Carvalho; Chalfoun, 2010).

Dentre os fatores bióticos de grande importância econômica para a cultura do cafeeiro, destacam-se os nematoides do gênero *Meloidogyne* ssp., conhecidos como nematoides-das-galhas. A espécie *Meloidogyne exigua*, apesar de ser menos agressiva em plantas adultas e bem nutridas, provoca perdas devido à sua ampla disseminação, estando presente nas principais regiões produtoras de café arábica. Esta espécie provoca galhas no sistema radicular do cafeeiro, reduzindo a capacidade de absorção de água e nutrientes pela planta, o que pode prejudicar o seu desenvolvimento, resultando em reduções significativas na produtividade (Oliveira; Rosa, 2018).

Além do controle preventivo e o uso de cultivares resistentes, os controles químico e biológico também são utilizados como uma forma de refrear a disseminação de populações de nematoides em lavouras de café. Em relação ao controle químico, existem diversos ingredientes ativos utilizados no controle de *Meloidogyne exigua*, podendo-se citar a Fluensulfona, que é sistêmico com ação de contato, apresentando como modo de ação a inibição da reprodução dos fitonematoides (ADAMA, 2024).

Quanto ao controle biológico, produtos que possuem bactérias do gênero *Bacillus*, e fungos da espécie *Paecilomyces lilacinus* e gênero *Trichoderma* têm se destacado na agricultura como agentes promotores de biocontrole, sendo utilizados como bionematicidas, por meio de antagonismo. Para o gênero *Bacillus*, o antagonismo direto sobre patógenos acontece por meio de antibiose, síntese de compostos voláteis e substâncias tóxicas, resultantes da competição por espaço e nutrientes, das quais interferem no ciclo de reprodução dos nematoides, principalmente na ovulação e eclosão de juvenis (Ryu *et al.*, 2004; Sharma *et al.*, 2011). *Paecilomyces lilacinus* infecta ovos e fêmeas de nematoides por meio de mecanismos de parasitismo, reduzindo a eclosão dos ovos e causando a morte dos embriões, além da antibiose, produzindo toxinas que

interferem no sistema nervoso dos nematoides e provocam deformações no estilete (Munawar *et al.*, 2015). Já o mecanismo de controle do gênero *Trichoderma* ocorre através do parasitismo direto de ovos e larvas, e pela indução dos mecanismos de defesa da planta (Mukhtar; Tariq-Khan; Aslam, 2021).

Dito isso, testes de eficiência com diferentes produtos, que possuem ingredientes ativos e modos de ação diversos, se fazem necessários para comparar a eficácia no controle de nematoides, demonstrando, dessa forma, sua capacidade de controle populacional. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de diferentes produtos no controle do nematoide *Meloidogyne exigua* em mudas de café (*Coffea arabica* L.).

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na empresa NOOA Ciência e Tecnologia Agrícola, situada na Rodovia BR 365, SN; km 428 à direita, mais 3 km – Zona Rural, no município de Patos de Minas – MG, sendo implantado em abril de 2023. Foram utilizados diferentes produtos em dose comercial. Utilizou-se mudas da cultivar Oeiras, adquiridas em viveiro certificado, as quais apresentavam de três a quatro pares de folhas.

O solo e a areia utilizados no experimento foram autoclavados em temperatura elevada, de modo à esteriliza-los, eliminando organismos vivos que pudessem interferir no trabalho. Em seguida, procedeu-se com o manejo correto de adubação para a cultura do cafeeiro neste estágio fenológico.

As mudas de café foram transplantadas para vasos plásticos de oito litros, e foram inoculados 8.000 juvenis de segundo estágio - J2 (fase infectiva do nematoide) de *Meloidogyne exigua*, de maneira uniforme em cada vaso. Os inóculos utilizados no trabalho foram fornecidos pela empresa NOOA, dos quais são cultivados em casa de vegetação. Em seguida, foram aplicadas em pulverização via solo, no modelo drench, as doses pré-estabelecidas dos produtos de acordo com cada tratamento.

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC), sendo 7 tratamentos e 6 repetições, totalizando 42 parcelas experimentais, das quais cada vaso representou uma parcela experimental. Os tratamentos foram constituídos pelos seguintes produtos e doses: Produto A (1500 mL. ha⁻¹); Produto B (200 g. ha⁻¹); Produto C (500 g. ha⁻¹); Produto D (300 mL. ha⁻¹) + Produto E (500 mL. ha⁻¹) + Produto F (500 mL. ha⁻¹); Produto G (400 mL. ha⁻¹) e Produto G (800 mL. ha⁻¹), além de tratamento controle sem aplicação de produtos. A descrição dos tratamentos consta na Tabela 1, assim como os ingredientes ativos, as doses e as formulações dos produtos utilizados.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos (UNIPAM, Patos de Minas - MG, 2023).

| Tratamentos | Ingrediente ativo | Dose (g ou mL. ha ⁻¹) | Formulação |
|----------------------------------|---|-----------------------------------|-------------|
| Controle | - | - | - |
| Produto A | Fluensulfona | 1500 | EC |
| Produto B | <i>Bacillus subtilis</i> linhagem FMCH002 (DSM32155) e <i>Bacillus licheniformis</i> linhagem FMCH001 | 2001 | WS |
| Produto C | <i>Bacillus subtilis</i> , cepa ATCC 6051; <i>Bacillus licheniformis</i> , cepa ATCC 12713 e <i>Paecilomyces lilacinus</i> (<i>Purpureocillium lilacinum</i>), cepa CPQBA 040-11 DRM 10 | 5001 | WP |
| Produto D, Produto E e Produto F | <i>Trichoderma asperellum</i> isolado URM 5911 / <i>Bacillus methylophilus</i> isolado UFPEDA20 / <i>Bacillus subtilis</i> UFPEDA 764 | 300, 500 e 500 | WG, SC e SC |
| Produto G | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> cepa CN-307 | 400 | SC |
| Produto G | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> cepa CN-307 | 800 | SC |

Fonte: dados da pesquisa, 2023.

*g ou mL ha⁻¹: gramas ou mililitros de produto comercial aplicados por hectare; EC: Concentrado Emulsionável; WS: Pó para Preparação de Pasta em Água; WP: Pó Molhável; WG: Granulado Dispersível; SC: Suspensão Concentrada. ¹dose em g.ha⁻¹.

Noventa dias após a inoculação (90 DAI) de *Meloidogyne exigua*, foi realizada a avaliação populacional de nematoides nas raízes das mudas, levando em consideração que no solo utilizado não havia nenhum nematoide antes de ser inoculado. Para isso, as mudas foram retiradas dos vasos para que as raízes fossem separadas das plantas e coletadas. Posteriormente, foram levadas para o laboratório de extração, onde foram extraídos os nematoides, de acordo com a metodologia de Jenkins (1964) e Coolen e D'Herde (1972). Em seguida, os nematoides extraídos das raízes foram analisados em microscópio, realizando-se a contagem de ovos e de juvenis de segundo estágio (J2), além da determinação do fator de reprodução (FR), definido através da divisão da população inicial pela população final de nematoides, sendo que, quanto mais próximo de 0, mais eficiente é o controle populacional.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os tratamentos foram comparados pelo teste de Fisher (LSD) a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) por meio do software Sisvar® (Ferreira, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 2, pode-se observar que somente o tratamento em que foi realizada a aplicação de Nimitz® diferiu estatisticamente do tratamento controle, em todas as variáveis analisadas. A aplicação de Nimitz® promoveu a redução da quantidade de ovos e de juvenis (J2) por grama de raiz, o que, conseqüentemente, reduziu o fator de reprodução dos nematoides. O fator de reprodução é utilizado para quantificar o número de vezes que uma população de nematoides aumentou. Quanto

menor for esse fator, menor é a reprodução do patógeno. Dito isso, o produto Nimitz® na dose aplicada (1500 mL.ha⁻¹), demonstrou ser mais eficaz no controle populacional de *Meloidogyne exigua* no cafeeiro.

O mesmo foi observado por Fernandes *et al.* (2019), em que a utilização do produto Nimitz® na mesma dose usada neste estudo, aplicado via gotejamento, reduziu a população de juvenis de segundo estágio (J2) nas raízes, além do número de ovos. Corte, Farias e Benetti (2015) também demonstraram a eficácia da fluensulfona no manejo de *Meloidogyne exigua* na cultura do café em condições de campo, embora a dose utilizada por esses autores tenha sido menor.

Os demais produtos aplicados, dos quais todos são microbiológicos, não diferiram estatisticamente do tratamento controle, o que demonstra que nas condições em que foram realizadas este experimento, esses produtos não foram eficazes no controle de *Meloidogyne exigua* no cafeeiro.

Tabela 2: Efeito de diferentes produtos sobre o número de ovos, número de juvenis (J2) e fator de reprodução (FR) de *Meloidogyne exigua* em mudas de cafeeiro (cv. Oeiras), aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos (UNIPAM, Patos de Minas - MG, 2023).

| Tratamentos | Dose (g ou mL.ha ⁻¹) | nº por g de raiz | | | FR |
|----------------------------------|----------------------------------|------------------|--------|---------|--------|
| | | Ovos/g | J2/g | Total/g | |
| Controle | - | 761 bc | 178 b | 939 bc | 2,1 bc |
| Produto A | 1.500 | 39 a | 64 a | 104 a | 0,1 a |
| Produto B | 200 ¹ | 686 bc | 160 b | 846 bc | 2,6 bc |
| Produto C | 500 ¹ | 693 bc | 155 b | 902 bc | 2,3 bc |
| Produto D, Produto E e Produto F | 300, 500 e 500 | 865 c | 152 b | 1.017 c | 3,1 c |
| Produto G | 400 | 506 b | 142 ab | 648 b | 1,6 b |
| Produto G | 800 | 768 bc | 197 b | 965 bc | 2,5 bc |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Fisher (LSD) ($p \leq 0,05$); g ou mL.ha⁻¹: gramas ou mililitros de produto comercial aplicados por hectare. ¹dose em g.ha⁻¹.

Fonte: dados da pesquisa, 2023.

4 CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que o uso do produto A (fluensulfona) na dose de 1500 mL.ha⁻¹ foi mais eficiente no controle de *Meloidogyne exigua* em mudas de cafeeiro (cv. Oeiras), quando comparado com os demais produtos, uma vez que proporcionou maior controle populacional do nematoide.

REFERÊNCIAS

- ADAMA. **Nimitz®** - Informações técnicas. 2024. Disponível em: <https://www.adama.com/brasil/pt/protacao-de-cultivos/nematicidas/nimitz>.
- BEE, S. *et al.* The raw bean. **Espresso Coffee**, p. 87-178, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-012370371-2/50004-4>.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de café** — Safra 2024. Terceiro levantamento. Brasília, v. 11, n. 3, p. 1-57, setembro de 2024.

COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. **State of Nematology and Entomology Research Station**. Ghent - Belgian, p.77, 1972.

CORTE, G. D., FARIAS, D. S., BENETTI, E. Avaliação do nematicida Fluensulfone 480 EC no controle de *Meloidogyne exigua* em café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 42., 2016, Serra Negra. **Anais [...]**. Brasília, DF: Embrapa Café, 2016.

FERNANDES, A. L. T.; FERREIRA, R. T.; MOSCA, E.; TAVARES, T. O.; GUIMARÃES, F. S.; LEMOS, L.; ALVES, L.; ALVES, H. Performance do Nimitz aplicado via gotejamento no controle de nematoides no cafeeiro - 3 safras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 44, 2018, Franca. **Anais [...]** Brasília – DF, Embrapa Café, 2018. p. 3.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Brazilian Journal of Biometrics**. Fundação Cargill, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**. St. Paul, v. 48, n. 9, p. 692, 1964.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Café no Brasil**. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>.

MUKHTAR, T.; TARIQ-KHAN, M.; ASLAM, M. N. Bioefficacy of Trichoderma Species Against Javanese Root-Knot Nematode, *Meloidogyne javanica*, in Green Gram. **Gesunde Pflanzen**, v. 73, n. 3, p. 265-272, 21 jan. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10343-021-00544-8>.

MUNAWAR M.; KHAN, S. A.; JAVED, N.; HAQ, I. U.; GONDAL, A. S. Bio-management of tomato wilt complex caused by *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. **Nematology**, v. 17, n. 4, p. 479-485, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1163/15685411-00002882>.

OLIVEIRA, C. M. G.; ROSA, J. M. O. Nematoides parasitos do cafeeiro. **Boletim Técnico**, n. 32, 2018. Instituto Biológico. DOI:10.13140/RG.2.2.28642.43205.

POZZA, E. A.; CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M. Sintomas de injúrias causadas por doenças em cafeeiro. *In*: GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N. G.; BALIZA, D. P. (Ed.). **Semiologia do cafeeiro**: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas. Lavras: UFLA, p. 69-101, 2010.

REIS, P. R.; CUNHA, R. L. **Café Arábica do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG Sul de Minas. v. 1, p. 896, 2010.

RYU, C.M.; MURPHY, J.F.; MYSORE, K.S.; KLOEPPER, J.W. Plant growth-promoting rhizobacterial systemically protect *Arabidopsis thaliana* against Cucumber mosaic virus by a salicylic acid and NPR1-independent and jasmonic acid-dependent signaling pathway. **Journal The Plant**, v. 39, n. 3, p. 381-392, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-313x.2004.02142.x>.

SHARMA, S.; KAUR, M.; GOYAL, R.; GILL, B.S. Physical characteristics and nutritional composition of some new soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) genotypes. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 3, p. 551-557, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-011-0517-7>.