

CONTROLE DE *Meloidogyne paranaensis* EM CAFEIEIRO MEDIADO PELA APLICAÇÃO DE SILÍCIO

Miria Roldi¹; Claudia R. Dias-Arieira²; Orazília França Dorigo³; Santino Aleandro da Silva⁴; Andressa C. Z. Machado⁵

¹Profissional, MsC, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, miriaroldi@hotmail.com

²Professora, Dra., Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, crdiasarieira@hotmail.com

³Profissional de Ciência e Tecnologia, Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, PR, orazilia@iapar.br

⁴Assistente de Ciência e Tecnologia, Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, PR, santino@iapar.br

⁵Pesquisadora, Dra., Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, PR, andressa_machado@iapar.br

RESUMO: O café (*Coffea* sp.) é uma cultura bastante afetada pela presença de fitonematoides, principalmente aqueles do gênero *Meloidogyne*. No Estado do Paraná, *M. paranaensis* é considerado o principal problema nematológico da cultura. O manejo ocorre quase que exclusivamente pelo uso de porta-enxertos resistentes, uma vez que poucas variedades resistentes estão disponíveis no mercado. A indução de resistência, utilizando-se o elemento silício, surge como opção para o manejo de *M. paranaensis* em café. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é verificar o efeito do silicato de potássio no controle de *M. paranaensis* em cafeeiro. Para isso, mudas de café Mundo Novo foram tratadas com silicato de potássio e cloreto de potássio antes da inoculação de *M. paranaensis*, visando o controle desse patógeno. Constatou-se que, 120 dias após a inoculação de 2000 ovos de *M. paranaensis* por planta, as aplicações tanto de silicato de potássio quanto de cloreto de potássio foram eficientes em reduzir a população do nematoide, tendo como base o fator de reprodução e o número de nematoides por grama de raízes. Entretanto, efeitos adversos da aplicação dos produtos foram verificados no desenvolvimento das plantas de café, principalmente em relação à parte aérea. Estudos posteriores ainda são necessários para elucidar as relações bioquímicas e moleculares entre *M. paranaensis* e café quando ocorre a aplicação de silício. Contudo, em função dos resultados ora obtidos, sugere-se que a aplicação de silício constitui uma importante ferramenta para o manejo desse nematoide em lavouras de café infestadas.

PALAVRAS-CHAVE: manejo; nematoides de galhas; silicatos.

EVALUATION OF SILICON IN THE *Meloidogyne paranaensis* CONTROL ON COFFEE PLANTS

ABSTRACT: Coffee (*Coffea* sp.) is a culture greatly affected by the presence of phytonematodes, especially those from the genus *Meloidogyne*. In Paraná State, *M. paranaensis* is the main nematological problem of coffee plantations. Management of this nematode is done exclusively by the use of resistant rootstocks, since resistant varieties are scarce. The induced resistance can be an option to manage *M. paranaensis* on coffee, using the silicon element. In the present work, coffee seedlings Mundo Novo were treated with potassium silicate and potassium chloride before the inoculation of *M. paranaensis*, in order to control this pathogen using the application of products. Evaluations were done 120 days after the inoculation of 2,000 eggs of *M. paranaensis* per plant and the results showed that the application of potassium silicate and potassium chloride was efficient to reduce the nematode population, based on reproduction factor and number of nematodes per gram of roots. However, adverse effect was observed in the development of coffee plants, principally in relation to the aerial parts. Posterior studies are necessary in order to clarify the biochemical and molecular relationships between *M. paranaensis* and coffee in the presence of silicon. It can be also suggested, based on the present results, that the application of silicon constitutes an important tool in the management of this nematode on infested coffee crops.

KEYWORDS: management; root-knot nematodes; silicates.

INTRODUÇÃO

A produtividade média dos principais produtores de café no Brasil em 2013 foi de 24,38 sacas por hectare. Entretanto, o teto de produtividade que a cultura pode atingir é de 120 sacas por hectare (ABIC, 2014). Muitos fatores podem contribuir para tal redução, entre eles, as doenças causadas por agentes bióticos, principalmente os fitonematoides.

Diversas espécies já foram relatadas parasitando o cafeeiro, dentre as mais prejudiciais, estão as dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus*, que já causaram extensas perdas à cafeicultura brasileira (Gonçalves & Silvarolla, 2007), estimadas em aproximadamente 20% na década de 1980 (Lordello, 1984). Atualmente, são conhecidas 17 espécies de *Meloidogyne* que infectam cafeeiros, sendo que *M. incognita*, *M. exigua* e *M. paranaensis* são as mais prejudiciais, devido à ampla disseminação, à elevada capacidade de destruir o sistema radicular, à persistência no solo e à suscetibilidade da maioria das cultivares a esses nematoides, o que dificulta a implantação de novas áreas cultivadas com café e a manutenção de áreas já infestadas (Lordello, 1984; Gonçalves et al., 2004).

No Paraná, o principal nematoide associado a plantas de café é *M. paranaensis*, que não causa galhas típicas, mas rachaduras no tecido cortical e manchas necróticas ao longo das raízes, responsáveis pela clorose, desfolha, redução do crescimento e, muitas vezes, morte de plantas (Carneiro et al., 1996). As perdas causadas por essa espécie podem chegar a 50% da produção (Carneiro et al., 1996). Esse nematoide tem ocorrência generalizada nas plantações de café do Paraná, respondendo por aproximadamente 52% de todas as infestações de nematoides das galhas no estado, variando de acordo com a região amostrada (Carneiro et al., 1996; Ito et al., 2013).

Entre as técnicas disponíveis para manejo desse nematoide, destaca-se a resistência genética, por ser uma medida eficiente, de baixo custo e sem riscos ao meio ambiente. Entretanto, existem poucas opções de cultivares de café com níveis elevados de resistência aos nematoides das galhas. Alternativamente, pode-se induzir a planta a expressar reação de resistência através da ativação de mecanismos de defesa da planta ou de parte dela, que estavam até então inativos, contra o ataque de patógenos (Anwar et al., 2003), fenômeno conhecido como resistência sistêmica adquirida (SAR) (Romeiro, 2008). A indução de resistência em plantas a patógenos é um mecanismo reconhecido há muito tempo (Chester, 1933), mas a utilização prática para o manejo de doenças de plantas, principalmente de nematoses, é bastante aquém de suas possibilidades.

Como indutor de resistência, o silício é pesquisado no manejo de nematoides em cafeeiro (Silva, 2009; Silva et al., 2010). Silva et al. (2010) utilizaram CaSiO₃ (volastonita) para a redução da população de *M. exigua* em mudas de café Catuaí 44 e IAPAR 59. O produto não afetou o número de galhas e ovos na cultivar IAPAR 59, porém, na cultivar Catuaí 44, houve redução de 16% no número de galhas e de 28,1% no número de ovos. Silva (2009) observaram redução do número de ovos e de galhas de *M. exigua* na cultivar Catuaí 44 em solo tratado com silicato de cálcio, evidenciando o seu efeito positivo no controle do nematoide. Entretanto, os resultados se limitam a *M. exigua*, não tendo sido observado o efeito do silício na interação café-*M. paranaensis*, o principal nematoide para a cafeicultura paranaense. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é verificar o efeito do silicato de potássio no controle de *M. paranaensis* em mudas de cafeeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto Agronômico do Paraná, em Londrina - PR (23° 21' 20,0" S; 51° 09' 58,2" O). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 21 repetições, sendo cada unidade experimental representada por um vaso contendo uma planta. As mudas de café utilizadas no experimento foram obtidas do viveiro Três Irmãos, localizado em São Jorge do Patrocínio. Elas foram cultivadas em tubetes plásticos com substrato Basaplant® BX50 e, no início do ensaio, apresentavam de cinco a seis pares de folhas.

A população de *M. paranaensis* utilizada no experimento foi obtida originalmente de raízes de café Mundo Novo, provenientes do município de Apucarana, Paraná, a partir de uma única massa de ovos, e tem sido multiplicada em plantas de café Mundo Novo em casa de vegetação. Aproximadamente 60 dias antes da inoculação do experimento, os nematoides foram extraídos das raízes de café pelo método de Boneti e Ferraz (1981) e inoculados em plantas de tomate Santa Clara para a multiplicação do inóculo.

O solo utilizado no experimento, apresentava 26% de argila, 3% de silte e 71% de areia, com 18,49% de silício, antes dos tratamentos. Uma amostra composta por 10 mudas, totalizando 20 g de massa fresca de raízes, foi encaminhada para análise química da concentração de silício.

O restante das mudas foi separado em três blocos com 45 plantas em cada um. Os tratamentos foram realizados com silicato de potássio (Fertisilício®, Plant Defender), cloreto de potássio e água (testemunha). Cada bloco recebeu tratamento com um dos produtos a cada dois dias e as aplicações foram feitas três vezes ao dia (às 10h, 13h30min e 16h), durante trinta dias. Nos dias que não se aplicava os produtos, o mesmo volume de água era aplicado.

Após esse período, novamente uma amostra de 20 g de massa fresca de raízes de cada tratamento foi enviada para análise para determinação da quantidade de silício. As demais plantas foram transferidas para vasos com capacidade de 700 ml, contendo mistura de solo e areia na proporção de 2:1, sendo o solo previamente esterilizado em estufa a 160 °C por duas horas e corrigido com carbonato de cálcio (CaCO₃). No momento do plantio, foram inoculados 2.000 ovos e eventuais juvenis de *M. paranaensis*, extraídos das raízes utilizando-se a metodologia de Boneti e Ferraz (1981).

Decorridos 120 dias, as plantas foram coletadas, separando-se a parte aérea das raízes, e avaliou-se a massa fresca das raízes (MFR) e da parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), bem como a altura das plantas. A extração dos nematoides das raízes foi feita segundo a metodologia de Boneti & Ferraz (1981) e a quantificação dos ovos foi realizada com auxílio de lâmina de Peters, em microscópio óptico, obtendo-se as estimativas populacionais finais (Pf) nas raízes em cada parcela. Esse valor foi dividido pela população inicial inoculada (Pi), encontrando o fator de reprodução dos nematoides (FR = Pf/Pi). O número total de nematoides foi dividido pela massa da raiz, gerando o número de nematoides por grama de raiz (nema g-1).

Os dados obtidos de altura de plantas, MFR, MFPA e MSPA, além de FR e nema g-1, foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk, a 5% de probabilidade, para a verificação das normalidades dos resíduos. Os dados de FR e nema g-1 foram transformados para log (x+1) e os referentes ao crescimento das plantas não sofreram transformação; posteriormente, ambos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa R Development Core Team (2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de silicato de potássio resultou no aumento da concentração radicular de Si em 71,06% após 30 dias de tratamento. Em relação à concentração de K, houve aumento de 12,32% entre a medida antes do tratamento com silicato de potássio e a outra após 30 dias de tratamento.

Analisando a variável altura de plantas, constatou-se que os tratamentos com silicato de potássio e KCl não afetaram o crescimento das plantas de café Mundo Novo 120 dias após a inoculação (Tabela 1). Entretanto, o tratamento com KCl reduziu a massa fresca das raízes ($P < 0,05$) quando comparado com o silicato de potássio e a testemunha (Tabela 1). Um efeito negativo na parte aérea das plantas foi observado com a aplicação de silicato de potássio e KCl, uma vez que tanto a massa fresca quanto a massa seca da parte aérea apresentaram valores menores ($P < 0,05$) quando comparados à testemunha (Tabela 1).

Os tratamentos à base de silicato de potássio e KCl reduziram a população de *M. paranaensis* ($P < 0,05$) (Tabela 1), observando-se efeito tanto no fator de reprodução quanto no número de nematoides por grama de raízes. A aplicação de silicato de potássio reduziu o fator de reprodução e o número de nematoides por grama de raízes de *M. paranaensis* no café Mundo Novo em 85,86% e 86,59%, enquanto que a aplicação de KCl foi reduzida em 85,79% e 81,02% respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Altura, massa fresca de raízes (MFR), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), fator de reprodução (FR) e número de nematoides por grama de raiz (Nema/g) de plantas de café inoculadas com *Meloidogyne paranaensis*.

Tratamento	Altura (cm)	MFR (g)	MFPA (g)	MSPA (g)	FR	%RFR	Nema g ⁻¹	%RN
Testemunha	39,53 a	9,28 a	42,63 a	9,25 a	44,06 a	-	9603,81 a	-
KCl	41,81 a	7,9 b	32,56 b	8,67 b	6,26 b	85,79	1822,19 b	81,02
Silicato de potássio	36,81 a	9,72 a	30,3 b	8,28 b	6,23 b	85,86	1287,78 b	86,59
CV (%)	16	24,5	22,88	25,51	17,07	-	6,78	-

*Valores referentes à média de 21 repetições; valores seguidos de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de *Scott-Knott* a 5% de significância; CV% = coeficiente de variação.

Efeito positivo no controle de *M. exigua* em plantas de café tratadas com Si também foi observado por Silva (2009) e Oliveira et al. (2010). No primeiro caso, Silva (2009) obteve redução de 24,5% no número de galhas e 28,1% no número de ovos de *M. exigua* em plantas de cafeeiro tratadas com silício. No segundo caso, Oliveira et al. (2010) também observaram redução do número de galhas (16,8%) e número de ovos (28,1%) em plantas de café cultivar Catuaí 44, suscetível a *M. exigua*, tratadas com Si.

Apesar do efeito satisfatório na redução populacional de *M. paranaensis* em café Mundo Novo, observou-se efeito negativo da aplicação de Si no crescimento das plantas, principalmente em relação às variáveis MFPA e MSPA. Tal efeito, que também ocorreu nos tratamentos com KCl, inclusive em relação à MFR, pode ser resultado do próprio parasitismo do nematoide, mas também pode ser devido a fatores bioquímicos e moleculares ligados à indução de resistência das plantas.

CONCLUSÕES

1. A reprodução de *Meloidogyne paranaensis* foi reduzida pela aplicação de silício e KCl.
2. A aplicação de fontes silicatadas para o manejo de nematoides em café é uma ferramenta promissora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANWAR, S.A.; MCKENRY, M.V.; KWANG-YEOL, Y. & ANDERSON, J. Induction of tolerance to root-knot nematode by oxycom. *Journal of Nematology*, 35: 306-313, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ – ABIC. Rio de Janeiro, RJ, 2013. Estatísticas. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=61#1910>>. Acesso em: 12 out. 2014.
- 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*, 6: 553, 1981.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; CARNEIRO, R.G.; ABRANTES, I.M.O.; SANTOS, M.S.N.A. & ALMEIDA, M.R.A. *Meloidogyne paranaensis* n.sp. (Nemata: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitizing coffee in Brazil. *Journal of Nematology*, 28: 177-189, 1996.
- CHESTER, K. S. The problem of acquired physiological immunity in plants. *Quarterly Review of Biology*, 8: 75-324, 1933.

- GONÇALVES, W.; RAMIRO, D. A.; GALLO, P. B. & GIOMO, G. S. Manejo de nematoides na cultura do cafeeiro. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO – CAFÉ, 10, 2004, Mococa. Anais... São Paulo: Instituto Biológico, 2004, p. 48-66.
- GONÇALVES, W. & SILVAROLLA, M. B. A luta contra a doença causada pelos nematoides parasitos do cafeeiro. O Agrônomo, 59: 54-56, 2007.
- ITO, D. S. et al. Levantamento parcial de espécies de *Meloidogyne* em cafeeiros na Região do arenito (noroeste) do estado do Paraná. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador. Anais...Brasília, DF: Embrapa Café: 2013. p. 1-4.
- LORDELLO, L. G. E. Nematoides das plantas cultivadas. São Paulo: Nobel. 1984.
- ROMEIRO, R. S. Indução de resistência em plantas a patógenos. In: PASCHOLATI, S. F. et al. (Eds.). Interação Planta-Patógeno: Fisiologia, Bioquímica e Biologia Molecular. Piracicaba, 2008. p. 411-429.
- SILVA, R. V. Resistência do cafeeiro a *Meloidogyne exigua*: mecanismos de natureza genética e potencializados pelo silício. 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- SILVA, R. V.; Oliveira, R.D.L.; Nascimento, K.J.T. & Rodrigues, F.A. Biochemical responses of coffee resistance against *Meloidogyne exigua* mediated by silicon. Plant Pathology, 59: 586-593, 2010.