

# SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NO CONTROLE DE MELOIDOGYNE JAVANICA EM PEPINEIRO EM DIFERENTES TEXTURAS DE SOLO

Bruna Hanielle Carneiro dos Santos<sup>1</sup>, Regina Cássia Ferreira Ribeiro<sup>2</sup>, Rodrigo Mendes Oliveira<sup>3</sup>, Adélica Aparecida Xavier<sup>4</sup>, Leandro de Souza Rocha<sup>5</sup>, José Augusto dos Santos Neto<sup>6</sup>, Cláudia Regina Dias-Arieira<sup>7</sup>, Edson Hiydu Mizobutsi<sup>8</sup>

**RESUMO** - Os nematoides do gênero *Meloidogyne* são responsáveis por perdas elevadas no pepineiro em campo e cultivo protegido. Devido a ausência de cultivares resistentes, o uso de silicato de cálcio pode ser uma alternativa para o controle dos nematoides. Objetivou-se avaliar a eficiência de diferentes doses de silicato de cálcio em solo de textura arenosa e argilosa no controle de *M. javanica* em pepineiro. Para a avaliação do efeito das doses de silicato de cálcio no controle de *M. javanica* em pepino de conserva em solo arenoso foram avaliadas quatro doses de silicato de cálcio e magnésio: 0 (testemunha), 0,5, 0,8 e 1,1 g.kg<sup>-1</sup> de solo. Para a avaliação em solo argiloso utilizou-se as seguintes doses: 0 (testemunha), 0,2, 0,5 e 0,8 g.kg<sup>-1</sup>. O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso com cinco repetições e cada repetição composta por dois vasos, para os dois ensaios. Com relação ao número de juvenis de segundo estágio (J2) por 100 cm<sup>3</sup> de solo no ensaio realizado em solo arenoso constatou-se redução de 74,29% na dose de 1,1 g.kg<sup>-1</sup> de solo quando comparado a testemunha. No ensaio em solo argiloso foi observado efeito significativo das doses de silicato de cálcio na redução do número de ovos. Não houve efeito sobre o desenvolvimento da planta.

Palavras chave: *Cucumis sativus*, nematoide das galhas, silício.

## CALCIUM AND MAGNESIUM SILICATE ON MELOIDOGYNE JAVANICA CONTROL IN CUCUMBER IN SOIL WITH DIFFERENT TEXTURES

**ABSTRACT** - Root-knot nematodes are responsible for major losses in the cucumber in the field and greenhouse. Due to the absence of resistant cultivars, the use of calcium and magnesium silicate may be an alternative for the nematodes control. This study aimed to evaluate the efficacy of different doses of calcium silicate in sandy soil and clay in the control of *Meloidogyne javanica* on cucumber. For evaluation of the effect of doses of calcium silicate in controlling *M. javanica* in cucumber preserved in sandy soil were evaluated four doses of calcium silicate: 0 (control), 0.5, 0.8 and 1.1 g.kg<sup>-1</sup> soil. For evaluation in clay soil was used the following doses: 0 (control), 0.2, 0.5 and 0.8 g.kg<sup>-1</sup>. The statistical design was a randomized block with five replicates and each replicate consisted of two vessels for the two tests. The number of second-stage juveniles (J2) per 100 cm<sup>3</sup> of soil in the test conducted in sandy soil decreased 74.29% at a dose of g.kg<sup>-1</sup> soil when compared to control. In the assay with clay soil was significant effect of doses of calcium silicate in reducing the number of eggs per root. The growth of plants did not influence by calcium silicate.

Keywords: *Cucumis sativus*, silicon, root-knot nematode.

<sup>1,2,3,4,5,6,8</sup> Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES.

<sup>7</sup> Universidade Estadual de Maringá - UEM.



## INTRODUÇÃO

A cultura do pepino (*Cucumis sativus*) é a cucurbitácea mais cultivada dentre as cucurbitáceas. No Brasil, representa cerca de 23 % do volume de hortaliças comercializadas (Santos, 2011). O pepino é uma hortaliça fruto apreciada devido ao seu frescor e baixa caloria. Consumida na forma de salada e conservas, é um alimento com alto teor de água, vitaminas e sais minerais (Maldonado, 2009).

O rendimento do pepino cultivado a campo no Brasil é muito reduzido, devido a diversas doenças e pragas, sendo uma das espécies olerícolas de grande suscetibilidade aos nematoides das galhas. No Distrito Federal as perdas causadas por tais nematoides podem chegar a 85%, enquanto nos cultivos protegidos as perdas podem chegar a 100% (Charchar & Aragão, 2003). Segundo estes autores as espécies *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* são as mais frequentes no Distrito Federal.

O controle de *Meloidogyne* spp. na cultura do pepino é feito por meio da rotação de culturas com espécies de plantas não hospedeiras e ou antagonistas como *Crotalaria* spp. (crotalárias), *Mucuna* spp. (mucunas) e *Tagetes* spp. (cravos-de-defunto) (Dias-Arieira et al., 2003), já que não existem cultivares resistentes e nematicidas registrados no Ministério da Agricultura. No entanto, muitas vezes os produtores possuem pequenas áreas e não têm interesse em plantar gramíneas que já demonstraram resultados satisfatórios em reduzir a população de *Meloidogyne* spp. no solo (Dias-Arieira et al., 2003). Assim, medidas alternativas devem ser pesquisadas.

A nutrição mineral é um fator ambiental passível de ser manipulado pelo homem com relativa facilidade e utilizado como complemento ou método alternativo no controle de doenças, agindo no crescimento, morfologia, anatomia e, principalmente, na composição química e enzimática da planta, influenciando na resistência ou tolerância ao patógeno. O silício é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre e é também abundante na maioria dos solos (Marschner, 1995). Vários estudos comprovam seus efeitos benéficos no desenvolvimento e produtividade de plantas (Sávio et al., 2011) e no controle de doenças de plantas (Rodrigues et al., 2004; Domiciano et al., 2010; Lima et al., 2010; Oliveira et al., 2012). Os mecanismos de defesa mobilizados pelo silício incluem acumulação de lignina, compostos fenólicos e ativação de enzimas ligadas à resistência e fitoalexinas (Rodrigues et al., 2004; Cai et al., 2008).

Assim esse trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência do uso de silicato de cálcio e magnésio no controle de *Meloidogyne javanica* em pepineiro, em solos de diferentes texturas.

## MATERIALE MÉTODOS

Foram realizados dois ensaios, sendo o primeiro em solo arenoso (areia: 85 dag.kg<sup>-1</sup>, argila: 8 dag.Kg<sup>-1</sup>, silte: 7 dag.Kg<sup>-1</sup>, pH=5,3) coletado em Mocambinho (área C2), distrito de Jaíba-MG e o segundo em solo argiloso (areia: 14,0 dag kg<sup>-1</sup>, argila: 57,0 dag kg<sup>-1</sup>, silte: 29,0 dag kg<sup>-1</sup>, pH: 4,6) na fazenda Fama, na região de Janaúba- MG. O silicato de cálcio e magnésio (agrosilício) (SiO<sub>2</sub> = 10,5 dag kg<sup>-1</sup>, MgO = 6 dag kg<sup>-1</sup>, CaO = 25 dag kg<sup>-1</sup> e PRNT = 85%), foi adquirido junto à empresa Recmix do Brasil®. Ambos experimentos foram conduzidos na Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, Campus de Janaúba - MG.

Os ovos de *M. javanica* foram obtidos a partir de raízes de tomateiros do grupo Santa Cruz Kada infectadas com *M. javanica* mantidas em casa de vegetação, em solo previamente autoclavado por três dias (120 °C/30 minutos) de acordo com a técnica de Hussey & Barker modificado por Boneti & Ferraz (1981). A suspensão contendo os ovos foi calibrada em microscópio de objetiva invertida em câmaras de Peters para 1000 ovos/mL.

Para a obtenção das mudas de pepineiro foram semeadas três sementes da variedade SMR-58 em copos plásticos contendo substrato Plantmax®, e mantidas em casa de vegetação, por 30 dias, quando atingiram tamanho ideal para o transplântio.

Para a avaliação do efeito das doses de silicato de cálcio e magnésio no controle de *M. javanica* em pepino de conserva em solo arenoso foram avaliadas quatro doses de silicato de cálcio e magnésio: 0 (testemunha), 0,5, 0,8 e 1,1 g.kg<sup>-1</sup> de solo. Para a avaliação em solo argiloso utilizaram-se as seguintes doses: 0 (testemunha), 0,2, 0,5 e 0,8 g.kg<sup>-1</sup> (Tabela 1). Os outros nutrientes foram adicionados conforme a exigência da cultura e disponibilidade do solo (Ribeiro et al., 1999). A irrigação foi realizada manualmente, sempre que necessário, mantendo o solo constantemente úmido.

O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso com cinco repetições, sendo cada repetição constituída por dois vasos. Os solos de textura



Tabela 1 - Tratamentos para os diferentes solos com doses de silicato de cálcio e magnésio, no controle de *Meloidogyne javanica*

Tipos de solo	Doses de silicato de cálcio e magnésio			
Arenoso	0,0	0,5 g.kg <sup>-1</sup>	0,8 g.kg <sup>-1</sup>	1,1 g.kg <sup>-1</sup>
Argiloso	0,0	0,2 g.kg <sup>-1</sup>	0,5 g.kg <sup>-1</sup>	0,8 g.kg <sup>-1</sup>

arenosa e argilosa foram previamente autoclavados por três dias a 120°C/30 minutos. Em seguida foram colocados em vasos de 4 kg de capacidade e incorporados a eles os tratamentos de silicato de cálcio, ficando incubados por 20 dias. Após o período de incubação, as mudas de pepino foram transplantadas e posteriormente inoculou-se 3 mL de uma suspensão aquosa contendo 4.000 ovos de *M. javanica* em três orifícios ao redor da planta, extraídos conforme mencionado. Quarenta dias após o transplante das mudas, foram avaliados: peso da matéria seca da parte aérea (g), peso fresco das raízes (g), número de galhas, número de massas de ovos, número de ovos e número de juvenis de segundo estágio (J2) /100cm<sup>3</sup> de solo.

Para determinação da matéria seca da parte aérea, as plantas foram cortadas na altura do colo, acondicionadas em sacos de papel, etiquetadas e levadas para estufa de ventilação forçada de ar à 65° C por 72 horas até peso constante.

As raízes após lavadas foram submetidas a coloração com floxina B para contagem das galhas e massas de ovos, segundo a metodologia de (Taylor & Sasser, 1978). Para avaliação do número de ovos por raiz, estes foram extraídos de acordo com a técnica de Hussey & Berker modificada por Boneti & Ferraz (1981). A extração dos juvenis de segundo estágio do solo foi realizada pelo método da centrífuga em solução de sacarose pela técnica de (Jenkins, 1964). A contagem do número de J2 e de ovos foi realizada em câmara de Peters em microscópio de objetiva invertida.

As médias foram submetidas à análise de variância, quando significativas foram ajustados modelos de regressão, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de juvenis de segundo estágio (J2) por 100 cm<sup>3</sup> de solo no ensaio realizado em solo arenoso foi influenciado pelas doses de silicato de cálcio (P<0,01).

Por meio do ajuste de curva de regressão verificou-se redução do número de J2 de *M. javanica* com o aumento das doses de silicato. Constatou-se uma redução de 74,29% na dose de 1,1 g/kg de solo quando comparado a testemunha (Figura 1).

No ensaio em solo argiloso se observou efeito significativo das doses de silicato de cálcio na redução do número de ovos por raiz à 5%. Verificou-se por meio de regressão um efeito linear reduzindo-se o número de ovos por raiz com o aumento das doses de silicato de cálcio (Figura 2). Resultados semelhantes foram obtidos por diversos autores. Dutra et al. (2004) evidenciaram redução do número de ovos de *M. javanica* e *M. incognita* em feijoeiro com 4 g de silicato de cálcio/dm<sup>3</sup> de substrato. Também Silva et al. (2010) verificaram a redução do número de ovos em raízes de cafeeiro cv 'Catuaí' cultivado em solo corrigido com silicato de cálcio. Estudos realizados por Guimarães (2010) utilizando silicato de potássio no parasitismo de *M.*

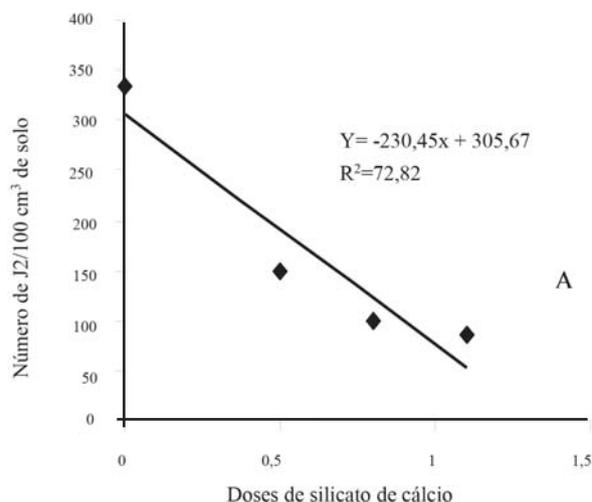


Figura 1 - Número de juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne javanica*/100 cm<sup>3</sup> de solo arenoso cultivado com pepineiro em função de diferentes doses de silicato de cálcio.

*incognita* em cana de açúcar também demonstraram efeito semelhante.

Por meio da análise de variância ( $P \leq 5\%$ ), não se observou efeito significativo das doses de silicato de cálcio para as variáveis: número de galhas, número de massas de ovos e número de ovos por sistema radicular e matéria seca da parte aérea, tanto para o solo de textura arenosa, quanto para o de textura argilosa (Tabela 1 e 2). Oliveira et al. (2012) testando a influência de doses de silicato de cálcio e de magnésio na população de *M. javanica* verificaram que as doses de silicato

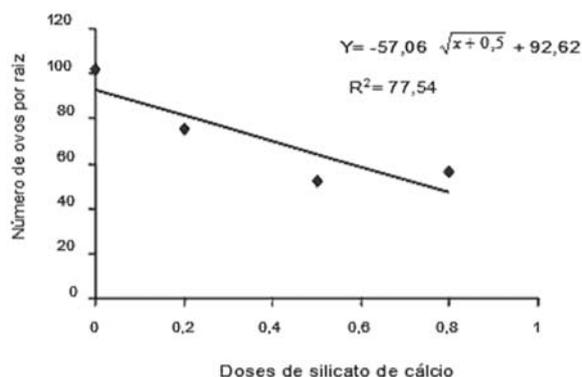


Figura 2 - Número de ovos de *Meloidogyne javanica* por raiz de pepineiro cultivado em solo argiloso com diferentes doses de silicato de cálcio.

não interferiram no número de galhas, massas de ovos por sistema radicular e J2 de *M. javanica*, corroborando com os dados obtidos no trabalho.

Os resultados obtidos demonstram que o silicato de cálcio e magnésio afetou a reprodução do nematoide. Segundo Freire (2007), o silício afeta o desenvolvimento pleno das células gigantes de *Meloidogyne* spp., afetando sua reprodução. Silva et al. (2010) em seu trabalho deduziram que a redução na capacidade reprodutiva do nematoide ocorre devido ao aumento dos derivados da lignina-ácido tioglicólico e das enzimas peroxidase, polifenoloxidase e fenilalanina-amônia-liase. Há evidências de que o envolvimento dos silicatos na indução de resistência pode ocorrer pela participação do próprio silício, fortificando estruturas da parede celular, conferindo aumento da lignificação, dificultando a penetração dos patógenos, ativação de mecanismos específicos como a produção de fitoalexinas e a síntese de proteínas relacionadas à patogênese como quitinases (Rodrigues et al., 2003; Deepak et al., 2008).

Conclui-se que com o aumento das doses de silicato de cálcio e magnésio em solo de textura arenosa ocorre redução do número de J2 de *M. javanica* e em solo argiloso ocorre redução do número de ovos do nematoide por sistema radicular. As doses de silicato de cálcio não interferem no desenvolvimento de pepineiros cv. 'SMR-58'.

Tabela 2 - Número de galhas, massas de ovos e ovos de *Meloidogyne javanica* por sistema radicular de pepineiro cultivado em solo arenoso com diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio

Doses	Nº galhas	Massa ovos/raiz*	Ovos/raiz*	Matéria seca de parte aérea
0,0	74,6	66,8	7.797,0	18,2
0,5	83,2	94,2	17.829,6	17,6
0,8	76,6	62,8	9.917,2	18,8
1,1	92,8	46,0	13.738,0	18,9
CV (%)	38,92	30,11	30,68	5,13

\* Para análise estatística os dados foram transformados em  $\sqrt{x+0,5}$

Tabela 3 - Número de galhas, massas de ovos e ovos de *Meloidogyne javanica* por sistema radicular de pepineiro cultivado em solo argiloso com diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio

Doses	Nº galhas	Massa ovos/raiz*	J2/100cm³ de solo*	Matéria seca de parte aérea
0,0	37,4	13,6	119	22,0
0,5	25,8	9,6	94,2	22,2
0,8	13,6	8,4	71,9	21,7
1,1	24,0	9,8	67,0	22,5
CV (%)	43,12	44,87	28,65	4,14

\* Para análise estatística os dados foram transformados em  $\sqrt{x+0,5}$



### AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pela concessão da bolsa de Incentivo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Tecnológico.

### LITERATURA CITADA

- BONETI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.6, p.553, 1981.
- CAI, K.; GAO, D.; LIU, S.; ZENG R. et al. Physiological and cytological mechanisms of silicon induced resistance in rice against blast disease. **Physiologia Plantarum**, v.134, p.324-333, 2008.
- CHARCHAR, J.M.; ARAGÃO, F.A.Z. Seqüência de cultivos no controle de *Meloidogyne javanica* em campo. **Nematologia Brasileira**, v.27, p.81-86, 2003.
- DEEPAK, S.; MANJUNATH, G.; MANJULA, S. et al. Involvement of silicon in pearl millet resistance to downy mildew disease and its interplay with cell wall proline/hydroxyproline-rich glycoproteins. **Australasian Plant Pathology**, v.37, p.498-504, 2008.
- DIAS-ARIEIRA, C.R.; FERRAZ, S.; FREITAS, L.G. et al. Avaliação de gramíneas forrageiras para o controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* (Nematoda). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.25, n.2, p.473-477, 2003.
- DOMICIANO, G.P.; RODRIGUES, F.A.; VALE, F.X.R. et al. Wheat resistance to spot blotch potentiated by silicon. **Journal of Phytopathology**, v.158, p.334-343, 2010.
- DUTRA, M.R.; GARCIA, A.I.A.; PAIVA, B.R.T.L. et al. Efeito do silício aplicado na semeadura do feijoeiro no controle de nematoides das galhas. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, p.172, 2004.
- FERREIRA, D. **SISVAR software: versão 4.6**. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.
- FREIRE, E.S. **Controle dos nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) e dos cistos (*Heterodera glycines*)**. (Dissertação de mestrado). Lavras, MG: UFLA, 2007.104p.
- GUIMARÃES, L.M.P.; PEDROSA, E.M.R.; COELHO, R.S.B. et al. Eficiência e atividade enzimática elicitada por metil jasmonato e silicato de potássio em cana-de-açúcar parasitada por *Meloidogyne incognita*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.36, n.1, p.11-15, 2010.
- JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v.48, p.692, 1964.
- LIMA, L.M.; POZZA, E.A.; POZZA, A.A.A. et al. Quantificação da ferrugem asiática e aspectos nutricionais de soja suprida com silício em solução nutritiva. **Summa Phytopathologica**, v.36, p.51-56, 2010.
- MALDONADE, I. **Pepinos em conserva**. Circular Técnica. Embrapa Hortaliças. Brasília - DF, 2009.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Academic Press, London, 1995.
- OLIVEIRA, R.M.; RIBEIRO, R.C.F.; XAVIER, A.A. et al. Efeito do silicato de cálcio e magnésio sobre a reprodução de *Meloidogyne javanica* e desenvolvimento de mudas de bananeira Prata-Anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p.409-415, 2012.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.
- RODRIGUES, F.A.; BENHAMOU, N.; DATNOFF, L.E. et al. Ultrastructural and cytochemical aspects of silicon-mediated rice blast resistance. **Phytopathology**, v.93, p.535-546, 2003.
- RODRIGUES, F.A.; McNALLY, D.J.; DATNOFF, L.E. et al. Silicon enhances the accumulation of diterpenoid phytoalexins in rice: a potential mechanism for blast resistance. **Phytopathology**, v.94, p.177-183, 2004.



SANTOS, J.Z. **Desempenho agrônômico de híbridos e níveis de adubação para o cultivo orgânico de pepino no período chuvoso do cerrado.** (Dissertação de mestrado). Brasília, DF: UnB, 2011. 30p.

SÁVIO, F.L.; SILVA, G.C.; TEIXEIRA, I.R. et al. Produção de biomassa e conteúdo de silício em gramíneas forrageiras sob diferentes fontes de silicato. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, p.103-110, 2011.

SILVA, R.V.; OLIVEIRA, R.D.L.; NASCIMENTO, K.J.T. et al. Biochemical responses of coffee resistance against *Meloidogyne exigua* mediated by silicon. **Plant Pathology**, v.59, p.586-593, 2010.

TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. **Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species).** Raleigh: International *Meloidogyne* Project, NCSU & USAID Coop. Publ., 1978. 111p

Recebido para publicação em 16/12/2017 e aprovado em 23/3/2018.

