



Proteção local, não sistêmica, do silicato de potássio reduz os sintomas da ferrugem do cafeeiro

Vivian Carré-Missio¹, Fabrício Ávila Rodrigues¹, Daniel Augusto Schurt¹, Wiler Ribas Moreira¹, Dalilla Carvalho Rezende¹, Gaspar Henrique Korndörfer² & Laércio Zambolim¹

¹Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000, Viçosa, MG, Brasil; ²Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias, 38400-602, Uberlândia, MG, Brasil

Autor para correspondência: Fabrício Ávila Rodrigues, e-mail: fabricio@ufv.br

RESUMO

No primeiro experimento, plantas de cafeeiro com três pares de folhas foram pulverizadas com silicato de potássio (K_2SiO_3), epoxiconazole, acibenzolar-S-metil (ASM) e água destilada de duas maneiras: pulverização do 3º par de folhas, a partir do ápice, protegendo o 2º par de folhas ou pulverização de um par de folhas da lateral esquerda da planta e protegendo o par de folhas da lateral direita. Após 24 h, a face abaxial dos pares de folhas protegidos foi inoculada com *Hemileia vastatrix*. No segundo experimento, o 3º par de folhas de plantas, a partir do ápice, foi pulverizado com K_2SiO_3 , ASM e água destilada protegendo o 2º par de folhas. Aos 1, 5, 15, 25 e 35 dias após aplicação dos produtos, a face abaxial do 2º (proteção sistêmica) e do 3º par de folhas (proteção local) de oito plantas de cada tratamento foram inoculadas com *H. vastatrix*. O K_2SiO_3 pulverizado no 3º par de folhas ou em um par de folhas da lateral esquerda foi ineficiente em aumentar a concentração de silício e reduzir a intensidade da esporulação (IE), o número total de pústulas (NTP) por folha e a severidade da ferrugem no 2º par de folhas ou no par de folhas da lateral direita, ao contrário do epoxiconazole e do ASM, os quais apresentaram sistemicidade na planta. A pulverização do K_2SiO_3 no 3º par de folhas também não garantiu, devido a sua natureza não sistêmica, redução da IE, do NTP e da severidade da ferrugem comparado com a proteção local. Os resultados desse trabalho apontam para a possibilidade de se utilizar a pulverização com silicato de potássio para reduzir a intensidade da ferrugem do cafeeiro preventivamente.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, *Hemileia vastatrix*, nutrição mineral.

ABSTRACT

Local protection, not systemic, of potassium silicate to decrease coffee leaf rust symptoms

In the first experiment, coffee plants with three pairs of leaves were sprayed with potassium silicate (K_2SiO_3), epoxiconazole, acibenzolar-S-methyl (ASM), and distilled water in two different ways: spraying the 3rd pair of leaves from the apex and protecting the 2nd pair of leaves or spraying the two pair of leaves on the left side of the plant and protecting the pair of leaves on the right side. After 24 h, the abaxial surface of the protected pair of leaves was inoculated with *Hemileia vastatrix*. In the second experiment, the 3rd pair of leaves from the apex was sprayed with K_2SiO_3 , ASM, and distilled water and the 2nd pair of leaves was protected. At 1, 5, 15, 25, and 35 days after products application, the abaxial surface of 2nd (systemic protection) and the 3rd pair of leaves (local protection) of eight plants per treatment were inoculated with *H. vastatrix*. The K_2SiO_3 spray on the 3rd pair of leaves or on the pair of leaves on the left side was ineffective in increasing silicon concentration and also decreasing the intensity of sporulation (IE), the total number of pustules (TNP) per leaf, and rust severity on the 2nd pair of leaves or in the pair of leaves on the right side, unlike the epoxiconazole and the ASM, which exhibited systemicity in the plant. The K_2SiO_3 sprayed in the 3rd pair of leaves also did not guarantee, due to its non-systemic action, reduction in the IE, TNP, and rust severity compared to its local protection. The findings of this study show the possibility of using potassium silicate spray to reduce the intensity of coffee leaf rust preventively.

Key words: *Coffea arabica*, *Hemileia vastatrix*, mineral nutrition.

Dentre as doenças que afetam o cafeeiro, a ferrugem, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berkeley e Broome, é a mais importante por causar prejuízos na produção, sob condições climáticas favoráveis para epidemias severas, de até 50% (Zambolim et al., 2002). A intensidade da ferrugem tem sido reduzida com a aplicação de fungicidas cúpricos e ou sistêmicos e a utilização, sempre que possível, de cultivares resistentes (Matiello et al., 2002).

O uso do silício (Si) apresenta-se como uma alternativa viável no manejo de várias doenças em espécies dicotiledôneas (Datnoff et al., 2007; Liang et al., 2005;

Fauteux et al., 2006). Carré-Missio et al. (2009b) obtiveram redução de 61% na severidade da mancha de Pestalotia em plantas de morango pulverizadas com silicato de potássio na dose de 30 g/L em relação ao tratamento controle (plantas pulverizadas com água). A maioria dos estudos relacionados com a redução da intensidade de doenças pelo Si relatam que esse elemento é fornecido às raízes das plantas em ensaios conduzidos em solo e ou solução nutritiva, havendo pouca informação a respeito da aplicação foliar de produtos contendo Si. A aplicação foliar de silicato de potássio em folhas de videira reduziu em 14% o número de colônias

de *Uncinula necator* e afetou a germinação dos conídios desse patógeno (Bowen et al., 1992). Plantas de trigo não foram eficientes em absorver o Si após a aplicação foliar de silicato de potássio, mas houve redução na severidade do oídio (Guével et al., 2007). Liang et al. (2005) compararam o fornecimento do Si via foliar e em solução nutritiva e constataram que essas duas formas de fornecimento foram eficientes em reduzir a severidade do oídio em pepineiro. Entretanto, quando o Si foi absorvido pelas raízes em solução nutritiva, a redução na severidade do oídio foi maior devido ao aumento na atividade de peroxidases, polifenoloxidasas e quitinases. Não houve aumento na atividade dessas enzimas em folhas de plantas que receberam aplicação foliar de Si e a redução na severidade do oídio foi atribuída à barreira física formada pela polimerização do silicato e também ao efeito osmótico (Liang et al., 2005). Carré-Missio et al. (2009a) observaram que plantas de café (cv. Catuaí 44) crescidas em solução nutritiva contendo Si não apresentaram aumento no período de incubação e no período latente da ferrugem e nem mesmo redução no número de pústulas por folha, área pustular, expansão de pústulas e área abaixo da curva do progresso da ferrugem ou aumento na atividade de quitinases, β -1,3-glucanases e peroxidases. Porém, para a interação café-*Meloidogyne exigua*, houve redução no número de galhas e de ovos do nematóide em associação com um aumento na concentração de lignina e na atividade de peroxidases, polifenoloxidasas e fenilalanina amônia-liases no sistema radicular de plantas de café da cultivar Catuaí 44 crescidas na presença de silicato de cálcio (Silva et al., 2010). Pereira et al. (2009) relataram redução na severidade da ferrugem do café com a aplicação foliar de silicato de potássio, porém não houve aumento na atividade de quitinases, β -1,3-glucanases, peroxidases, polifenoloxidasas, fenilalanina amônia-liases e lipoxigenases.

Este trabalho objetivou avaliar a possível proteção local e sistêmica do silicato de potássio, aplicado via foliar, na redução dos sintomas da ferrugem do café.

Sementes de café (*Coffea arabica*) da cultivar Catuaí vermelho 44 foram semeadas em leito de areia umedecida e, após 60 dias, as plântulas, no estágio de orelha de onça, foram transplantadas para vasos plásticos contendo 1 kg de substrato composto de uma mistura de solo deficiente em Si (Rezende et al., 2009), esterco de curral curtido e areia lavada na proporção de 2,5:1:0,5. A acidez do solo foi corrigida com 1,5 g de calcário dolomítico/kg de substrato aos 30 dias antes do transplante. As plântulas foram fertilizadas aos três dias após transplante com 25 mL de solução nutritiva (Novais et al., 1991) e depois a cada 7 dias.

Para avaliar a possível translocação do silicato de potássio (K_2SiO_3) aplicado via foliar na redução dos sintomas da ferrugem, plantas de café com três pares de folhas foram pulverizadas com solução de K_2SiO_3 na dose de 20 g/L (pH 10,5 e 5,5), epoxiconazole (1 mL/L), acibenzolar-S-metil (ASM) (1 g/L) e água destilada. As soluções de

K_2SiO_3 e de ASM e água destilada foram pulverizadas nas plantas utilizando-se pulverizador plástico (marca Jiabao, modelo JA-12; Ecovaso, Jaguariúna, SP) até o ponto de escorrimento. O pH da solução de K_2SiO_3 foi originalmente reduzido de 10,5 para 5,5 utilizando-se ácido fosfórico 5 M. As soluções de K_2SiO_3 e de ASM e água destilada foram pulverizadas de duas maneiras: *i*) pulverização do 3º par de folhas, a partir do ápice e protegendo o 2º par de folhas com saco plástico e *ii*) pulverização de um par de folhas da lateral esquerda e protegendo o par de folhas da lateral direita com saco plástico. Decorrido 24 h da pulverização desses produtos, a face abaxial dos pares de folhas protegidos (não pulverizados) foram inoculados com uma suspensão de uredósporos (1 mg/mL) de *H. vastatrix*, utilizando-se atomizador Paasche (modelo VL-SET) alimentado por sucção. Folhas de café (cv. Catuaí vermelho 44) da área experimental do Departamento de Fitopatologia foram utilizadas para a obtenção dos uredósporos de *H. vastatrix*. Os uredósporos foram recolhidos de folhas contendo pústulas com auxílio de um pincel de cerdas macias e mantidos em ampolas de vidro em dessecador a 4°C. A viabilidade dos uredósporos foi avaliada antes da inoculação das plantas. Para tal, uma alíquota de 50 μ L de uma suspensão de uredósporos (1 mg/mL) foi colocada em cinco placas de Petri contendo ágar-água a 2%. Em seguida, as placas foram mantidas a 22°C no escuro. Determinou-se o percentual de uredósporos germinados, sob microscópio de luz, às 16 h após o início do teste, paralisando a germinação com lactofenol. Os uredósporos utilizados no preparo da suspensão tiveram germinação de 35%. Após a inoculação, as plantas foram transferidas para câmara úmida (UR > 95%, 24 \pm 1°C) onde permaneceram no escuro por 48 h. Posteriormente, as plantas foram transferidas para câmara de crescimento a 22°C e fotoperíodo de 12 h com luz fluorescente (7,35 Wm⁻²) até a finalização do experimento. Avaliou-se a intensidade da esporulação (IE), o número total de pústulas (NTP) por folha e a severidade da ferrugem aos 40 dias após a inoculação (dai) das folhas das plantas. A IE foi avaliada de acordo com uma escala de notas de 1 a 3 sendo: 1 - pústulas com pouca esporulação (coloração amarelo claro), 2 - pústulas com esporulação intermediária (coloração amarelo intenso) e 3 - pústulas com intensa esporulação (coloração alaranjada intensa). A severidade da ferrugem foi avaliada utilizando-se a escala proposta por Kushalappa (1978). Essa escala consiste de três diagramas de folhas de café com 30, 50 e 70% de suas áreas marcadas indicando a severidade, sendo que em cada folha uma conhecida quantidade de área com 1, 3, 5, 7 e 10% é ocupada por pústulas individuais que coalesceram.

As folhas das plantas inoculadas das repetições de cada tratamento foram coletadas no final do experimento, lavadas com água deionizada, secadas em estufa com ventilação forçada de ar a 60°C por 72 horas e trituradas em moinho tipo Wiley com peneira de 20 mesh. A concentração foliar de Si foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Korndörfer et al. (2004).

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e oito repetições. Cada repetição foi constituída por um vaso plástico contendo uma planta de cafeeiro. O experimento foi repetido duas vezes e os dados de cada variável avaliada foram combinados após a homogeneidade de variância ser confirmada pelo teste de Bartlett (Gomez & Gomez, 1994). Os dados da IE, NTP, severidade e concentração foliar de Si foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A proteção, local ou sistêmica, da aplicação foliar de K_2SiO_3 na redução dos sintomas da ferrugem foi avaliada pulverizando-se o 3º par de folhas, a partir do ápice, de plantas de cafeeiro com solução de K_2SiO_3 na dose de 15 g/L (pH 5,5) e ASM (1 g/L), protegendo o 2º par de folhas com saco plástico. O 3º par de folhas das plantas pulverizadas com água destilada serviu como tratamento controle para os tratamentos K_2SiO_3 e ASM. As plantas pulverizadas com K_2SiO_3 , ASM e água destilada permaneceram em casa de vegetação e aos 1, 5, 15, 25 e 35 dias após aplicação dos produtos, oito plantas de cada tratamento foram retiradas e a face abaxial do 2º (proteção sistêmica) e do 3º par de folhas (proteção local) de cada uma delas foi inoculada com *H. vastatrix* conforme descrito anteriormente. A IE, o NTP por folha e a severidade da ferrugem foram avaliados como descrito anteriormente.

O experimento foi instalado em DIC com oito repetições para cada época de inoculação. Cada unidade experimental foi composta de um vaso plástico contendo uma planta de cafeeiro. O experimento foi repetido e os dados da IE, NTP e severidade foram combinados após a homogeneidade da variância ser confirmada pelo teste de Bartlett (Gomez & Gomez, 1994). As médias do IE, NTP e severidade entre os tratamentos K_2SiO_3 e controle e entre o ASM e controle, para cada época de inoculação, foram comparadas pelo teste-t de Student ao nível de 5% de probabilidade.

Para a aplicação dos produtos no 3º par de folhas, não houve diferença significativa entre os tratamentos controle e K_2SiO_3 pH 10,5 e nem entre os tratamentos K_2SiO_3 pH 5,5, ASM e epoxiconazole para a IE (Figura 1). Para a aplicação dos produtos no par de folhas da lateral esquerda, não houve diferença significativa entre os tratamentos controle, K_2SiO_3 pH 5,5 e K_2SiO_3 pH 10,5 e nem entre os tratamentos ASM e epoxiconazole para a IE (Figura 2). Para o NTP, não houve diferença significativa entre os tratamentos controle e K_2SiO_3 pH 10,5 e nem entre os tratamentos K_2SiO_3 pH 5,5 e ASM considerando a aplicação dos produtos no 3º par de folhas (Figura 2). Não houve diferença significativa entre os tratamentos controle, K_2SiO_3 pH 5,5 e K_2SiO_3 pH 10,5 e nem entre os tratamentos ASM e epoxiconazole para a aplicação dos produtos no par de folhas da lateral esquerda para o NTP (Figura 1). Para a severidade, não houve diferença significativa entre os tratamentos controle e K_2SiO_3 pH 10,5 e nem entre os tratamentos K_2SiO_3 pH

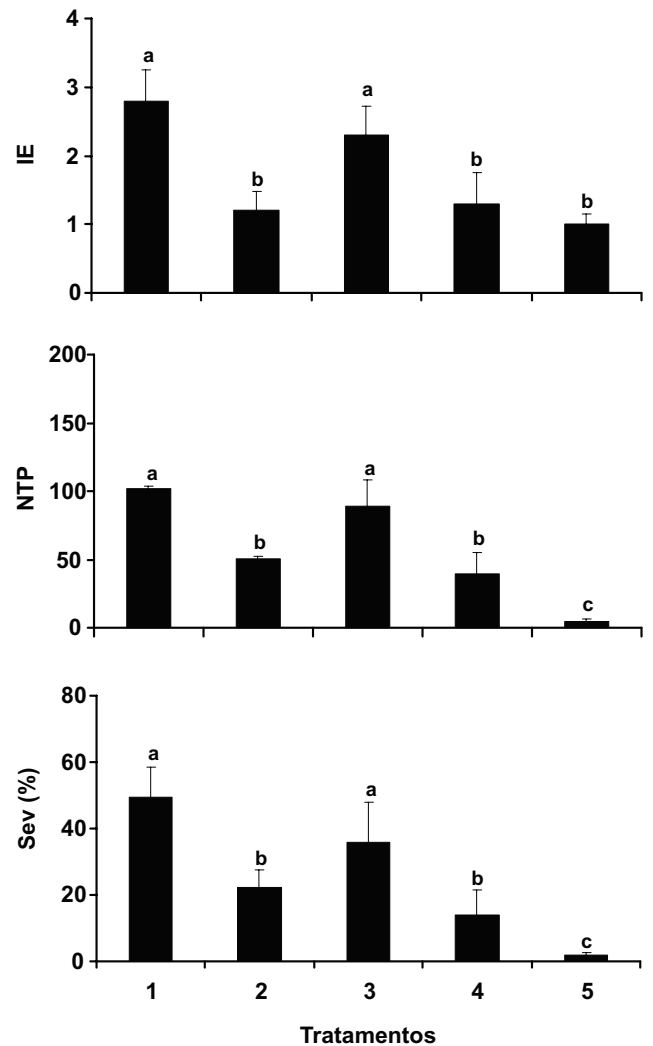


FIGURA 1 - Intensidade da esporulação (IE), número total de pústulas (NTP) por folha e severidade (Sev) da ferrugem avaliados aos 40 dias após inoculação de plantas de cafeeiro com *Hemileia vastatrix* dos seguintes tratamentos: 1 - água destilada (controle); 2 - silicato de potássio (20 g/L, pH 5,5); 3 - silicato de potássio (20 g/L, pH 10,5); 4 - acibenzolar-S-metil e 5 - epoxiconazole aplicados no 3º par de folhas (proteção local). Barras com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5,5 e ASM quando a aplicação dos produtos foi feita no 3º par de folhas (Figura 1). Para a aplicação dos produtos no par de folhas da lateral esquerda, não houve diferença significativa entre os tratamentos controle e K_2SiO_3 pH 10,5 e nem entre os tratamentos ASM e epoxiconazole (Figura 2). Para o tratamento K_2SiO_3 pH 5,5, reduções na IE, NTP e severidade foram de 57, 50 e 55%, respectivamente, em relação ao tratamento controle quando a aplicação dos produtos foi realizada no no 3º par de folhas. Não houve diferença significativa entre os tratamentos controle, K_2SiO_3 pH 5,5 e K_2SiO_3 pH 10,5 para a concentração foliar de Si,

independente da forma de aplicação do K_2SiO_3 (valores variando de 0,18 a 0,22 dag/kg).

A aplicação de K_2SiO_3 no 3º par de folhas reduziu significativamente a IE, o NTP e a severidade em relação ao tratamento controle aos 1, 5, 15 e 25 dias após aplicação (Tabela 1). Não houve diferença significativa entre os tratamentos K_2SiO_3 e controle para o IE, NTP e severidade quando as plantas foram inoculadas aos 35 dias após aplicação do K_2SiO_3 (Tabela 1). No segundo par de folhas, não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos controle e K_2SiO_3 para o IE, NTP e severidade em nenhuma dos intervalos avaliados (Tabela 1). Os valores da IE, do NTP e da severidade foram significativamente reduzidos com a aplicação do ASM no 3º par de folhas em relação ao tratamento controle do 1º ao 35º dia após aplicação (Tabela 1). Diferença significativa entre os tratamentos ASM e controle para o NTP e a severidade no 2º par de folhas também foi verificado do 1º ao 35º dia após aplicação (Tabela 1). Para a IE, somente não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos controle e ASM no 1º dia após aplicação.

A ineficiência da aplicação do silicato de potássio no 3º par de folhas a partir do ápice ou em um par de folhas da lateral esquerda da planta em aumentar a concentração de Si e, conseqüentemente, reduzir a intensidade da ferrugem no 2º par de folhas ou até mesmo no par de folhas da lateral direita das plantas de cafeeiro pode ser explicado pela

incapacidade do Si, contido nesse produto, em translocar nos tecidos da planta. Ao contrário do ASM e do epoxiconazole, ambos com reconhecida eficiência em translocar nos tecidos das folhas de cafeeiro, o Si não tem capacidade de ser mobilizado das folhas mais velhas para as mais novas ou até mesmo de um local de aplicação para outro (Datnoff et al., 2007). Assim, para garantir redução nas intensidades das doenças, possivelmente pelo seu efeito osmótico, o silicato de potássio deve ser constantemente aplicado em todas as folhas da planta (Rodrigues et al., 2009, 2010).

A aplicação do silicato de potássio no 3º par de folhas, a partir do ápice, não garantiu, devido a não sistemicidade do produto, redução na IE, no NTP e na severidade da ferrugem ao contrário quando aplicado localmente. A proteção local conferida pelo silicato de potássio prolongou-se até aos 25 dias decorridos da sua aplicação. Os mecanismos pelos quais o Si confere resistência às determinadas doenças podem ser pela barreira física formada pela deposição desse elemento abaixo da cutícula e na parede das células da epiderme (Kim et al., 2010) ou pela potencialização de mecanismos de defesa (Datnoff et al., 2007). É plausível que o aumento no potencial osmótico no filopiano das plantas de cafeeiro pulverizadas com silicato de potássio pode ter afetado negativamente a germinação dos uredosporos e o crescimento do tubo germinativo de *H. vastatrix*. Além disso, após secar na superfície da folha,

TABELA 1 - Intensidade da esporulação (IE), número total de pústulas (NTP) por folha e severidade (Sev) da ferrugem em plantas de cafeeiro inoculadas com *Hemileia vastatrix* após diferentes intervalos de tempo da aplicação foliar com silicato de potássio (K_2SiO_3) e acibenzolar-S-metil (ASM) em relação ao tratamento controle

Intervalo em dias ¹	Proteção local (3º par de folhas)								
	IE			NTP			Sev (%)		
	Controle ²	K_2SiO_3 ³	ASM ³	Controle ²	K_2SiO_3 ³	ASM ³	Controle ²	K_2SiO_3 ³	ASM ³
1	2,6 ± 0,1	26,9*	19,2*	69,0 ± 5,8	52,8*	72,9*	55,7 ± 9,2	75,9*	66,6*
5	2,1 ± 0,2	38,1*	38,1*	78,6 ± 4,2	78,9*	76,9*	60,7 ± 10,2	83,4*	81,9*
15	1,9 ± 0,2	42,1*	42,1*	61,0 ± 5,2	73,1*	76,6*	43,6 ± 10,6	72,7*	71,8*
25	2,6 ± 0,2	34,6*	38,5*	149,3 ± 11,9	61,4*	58,4*	89,9 ± 3,8	57,1*	65,9*
35	2,3 ± 0,1	13,0	52,2*	70,6 ± 9,1	8,9	73,5*	37,6 ± 4,8	17,8	64,4*

Intervalo em dias ¹	Proteção sistêmica (2º par de folhas)								
	IE			NTP			Sev (%)		
	Controle ²	K_2SiO_3 ³	ASM ³	Controle ²	K_2SiO_3 ³	ASM ³	Controle ²	K_2SiO_3 ³	ASM ³
1	2,4 ± 0,1	0,0	0,0	54,6 ± 7,3	0,0	42,5*	30,1 ± 1,6	33,9	42,5*
5	2,2 ± 0,2	4,6	27,2*	63,6 ± 8,0	5,2	43,9*	33,1 ± 3,5	0,0	33,2*
15	2,1 ± 0,2	14,3	33,3*	90,3 ± 19,3	16,3	53,5*	39,3 ± 6,8	3,3	41,7*
25	2,6 ± 0,2	0,0	30,8*	154,0 ± 8,5	12,3	31,2*	94,7 ± 2,3	8,8	44,5*
35	2,2 ± 0,2	13,6	54,6*	92,1 ± 7,0	0,0	54,4*	42,6 ± 6,2	49,1	42,9*

¹A solução de K_2SiO_3 foi pulverizada nas superfícies abaxiais do 3º par de folhas a partir do ápice. Após os intervalos de tempo de 1 até 35 dias, o 2º (proteção sistêmica) e o 3º par (proteção local) de folhas foram inoculados com *Hemileia vastatrix*.

²As plantas do tratamento controle foram pulverizadas com água destilada. Os valores da IE, NTP e Sev para o tratamento controle são absolutos.

³Para os tratamentos K_2SiO_3 e ASM, os valores da IE, NTP e Sev estão em percentagem de redução em relação ao tratamento controle.

*Comparações das médias entre os tratamentos controle e K_2SiO_3 e controle e ASM, para cada variável, seguidas de asteriscos diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste-t de Student. Para as comparações, foram utilizados os valores originais de cada variável.

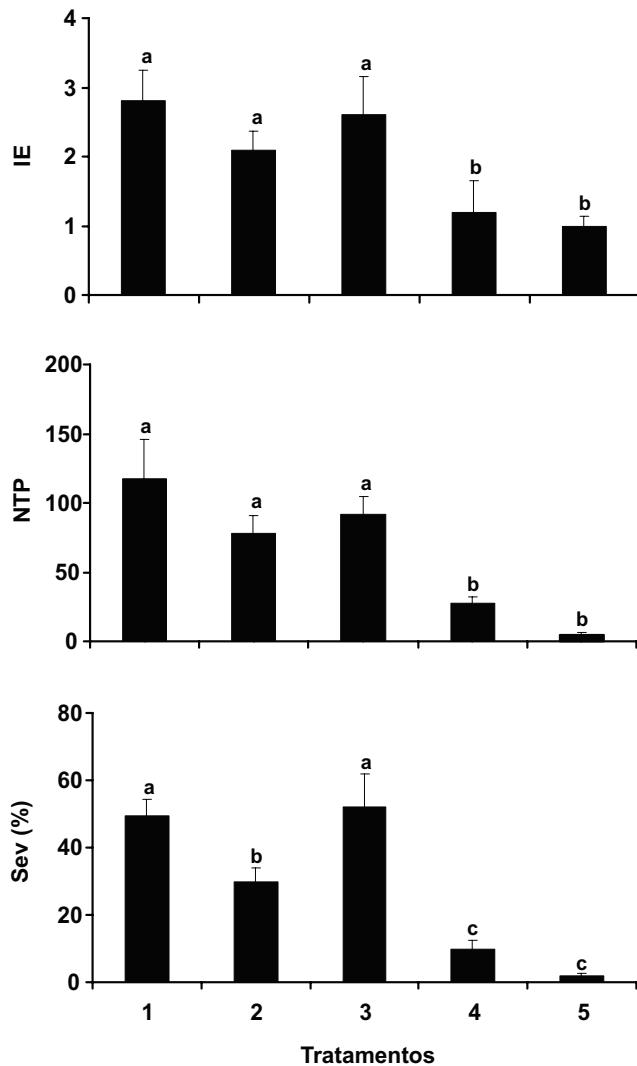


FIGURA 2 - Intensidade da esporulação (IE), número total de pústulas (NTP) por folha e severidade (Sev) da ferrugem avaliados aos 40 dias após inoculação de plantas de cafeeiro com *Hemileia vastatrix* dos seguintes tratamentos: 1 - água destilada (controle); 2 - silicato de potássio (20 g/L, pH 5,5); 3 - silicato de potássio (20 g/L, pH 10,5); 4 - acibenzolar-S-metil e 5 - epoxiconazole aplicados no par de folhas lateral (proteção sistêmica). Barras com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

o silicato de potássio pode ter afetado a pré-penetração de *H. vastatrix*. De acordo com Liang et al. (2005), a aplicação foliar de silicato de potássio reduziu a severidade do oídio em pepineiro devido a barreira física formada pela deposição do silicato na superfície foliar e também pelo seu efeito osmótico. Bowen et al. (1992) em estudos realizados com a aplicação de silicato de potássio em folhas de videira, observaram redução de 14% no número de colônias de *Uncinula necator*. Os autores observaram, pela técnica de microanálise de raios-X, deposição de Si em torno dos apressórios formados pelos ascósporos, indicando ocorrer

uma barreira física que atrasou ou impediu a penetração do patógeno.

Para o ASM, independente da forma como esse indutor foi aplicado, houve redução nos valores das variáveis avaliadas do 1º ao 35º dia da aplicação, confirmando a eficiência desse produto em afetar o processo infeccioso de *H. vastatrix*. Guzzo et al. (2004) também observaram que plantas de cafeeiro da cultivar Mundo Novo pulverizadas com diferentes concentrações de ASM apresentaram resistência local e sistêmica à infecção por *H. vastatrix*, com redução expressiva no número de uredósporos por pústula.

Os resultados desse trabalho apontam para a possibilidade de se utilizar a pulverização de silicato de potássio para reduzir a intensidade da ferrugem do cafeeiro de maneira preventiva.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG pelos recursos financeiros. Ao CNPq pela bolsa de doutorado concedida a V. Carré-Missio e pelas bolsas de produtividade em pesquisa dos professores F.A. Rodrigues, L. Zambolim e G. H. Korndörfer. A empresa PQ Silicas Brasil Ltda pelo fornecimento do FertiSil®.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bowen P, Menzies J, Ehret D (1992) Soluble silicon sprays inhibit powdery mildew development on grape leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 117:906-912.
- Carré-Missio V, Rodrigues FA, Schurt DA, Pereira, SC, Oliveira MG, Zambolim L (2009a) Ineficiência do silício no controle da ferrugem do cafeeiro em solução nutritiva. *Tropical Plant Pathology* 34:416-421.
- Carré-Missio V, Rodrigues FA, Schurt DA, Rezende DC, Ribeiro NB, Zambolim L (2009b) Aplicação foliar de silicato de potássio, acibenzolar-S-metil e fungicidas na redução da mancha de *Pestalotia* em morango. *Tropical Plant Pathology* 35:182-185.
- Datnoff LE, Rodrigues FA, Seebold KW (2007). Silicon and plant disease. In: Datnoff LE, Elmer WH, Huber DM (Eds). *Mineral Nutrition and Plant Disease*. St. Paul EUA. APS Press. pp.233-246.
- Fauteux F, Chain F, Belzile F, Menzies JG, Bélanger RR (2006) The protective role of silicon in the *Arabidopsis*-powdery mildew pathosystem. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 103:17554-17559.
- Gomez KA, Gomez AA. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2nd Edition, New York USA. Wiley. 1994.
- Guével MH, Menzies JG, Bélanger RR (2007) Effect of root and foliar applications of soluble silicon on powdery mildew control and growth of wheat plants. *European Journal of Plant Pathology* 119:429-436.
- Guzzo SD, Harakava R, Lucon CMM, Tsai SM (2004) Resistência

- sistêmica adquirida em cafeeiro contra *Hemileia vastatrix* e indução local e sistêmica de quitinases e β -1,3-glucanases por acibenzolar-S-metil. *Summa Phytopathologica* 30:376-381.
- Kim SG, Kim KW, Park EW, Choi D (2002) Silicon-induced cell wall fortification of rice leaves: A possible cellular mechanism of enhanced host resistance to blast. *Phytopathology* 92:1095-1103.
- Korndörfer GH, Pereira HS, Nolla A (2004) Análise de Silício: Solo, Planta e Fertilizante (Boletim Técnico). Uberlândia MG. GPSi/ICIAG/UFU.
- Kushalappa AC, Chaves GM (1978) Escala para avaliar a percentagem de área foliar com ferrugem do cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira* 3:119.
- Liang YC, Sun WC, Si J, Römheld V (2005) Effects of foliar and root applied silicon on the enhancement of induced resistance to powdery mildew in *Cucumis sativus*. *Plant Pathology* 54:678-685.
- Matiello JB, Santinato R, Garcia AWR, Almeida SR, Fernandes DR (2002) Cultura do café no Brasil. In: Matiello JB (Ed.) *Novo Manual de Recomendações*. Rio de Janeiro RJ. MAPA/PROCAFÉ. p. 126-132.
- Novais RF, Neves JCL, Barros NF (1991) Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira AL, Garrido WE, Araújo JD, Lourenço S (Eds.) *Métodos de Pesquisa em Fertilidade do Solo*. Brasília DF. EMBRAPA-SEA. pp. 153-189.
- Pereira SC, Rodrigues FA, Carré-Missio V, Oliveira MGA, Zambolim L (2009) Efeito da aplicação foliar de silício na resistência à ferrugem e na potencialização da atividade de enzimas de defesa em cafeeiro. *Tropical Plant Pathology* 34:223-230.
- Rezende DC, Rodrigues FA, Carré-Missio V, Schurt DA, Kawamura IK, Korndörfer GH (2009) Effect of root and foliar applications of silicon on brown spot development in rice. *Australasian Plant Pathology* 38:67-73.
- Rodrigues FA, Duarte HSS, Domiciano GP, Souza CA, Korndörfer GH, Zambolim L. (2009) Foliar application of potassium silicate reduces the intensity of soybean rust. *Australasian Plant Pathology* 38:366-372.
- Rodrigues FA, Duarte HSS, Rezende DC, Wordell Filho JA, Korndörfer GH, Zambolim L (2010) Foliar spray of potassium silicate on the control of angular leaf spot on beans. *Journal of Plant Nutrition* 33:2082-2093.
- Silva RV, Oliveira RDL, Nascimento KJT, Rodrigues FA (2010) Biochemical responses of coffee resistance against *Meloidogyne exigua* mediated by silicon. *Plant Pathology* 59:586-593.
- Zambolim L, Vale FXR, Costa H, Pereira AA, Chaves GM (2002) Epidemiologia e controle integrado da ferrugem do cafeeiro. In: Zambolim L (Ed.) *O Estado da Arte de Tecnologias de Produção de Café*. Viçosa MG. UFV. p. 369-450.

TPP 502 - Recebido 02 Fevereiro 2012 - Aceito 22 Maio 2012
Editor de Seção: Marciel J. Stadnik