



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## ACÇÃO DO SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NA REDUÇÃO *Cercospora coffeicola*

Franciane Diniz Cogo<sup>1</sup>; Gabriel Sergio Graciano<sup>2</sup>; Katia Alves Campos<sup>3</sup>

---

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta das mudas de café (*Coffea arabica*), cultivar Catuaí IAC-44 em diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio, em relação à incidência de mancha de *Cercospora coffeicola* e ao crescimento da planta. O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas de café do Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, campus de Machado, MG em blocos casualizados, com cinco repetições e utilizou uma fonte de silício, silicato de cálcio e magnésio nas doses - 0 (controle); 75; 150; 225 e 300 g/m<sup>2</sup>. A aplicação do silício via solo, proporcionou a redução da cercosporiose e influenciou as características de desenvolvimento e foi eficiente na indução a cercosporiose, via solo, em mudas de cafeeiro em viveiro.

**Palavras-chave:** cercosporiose; controle alternativo de doença; cafeeiro; silício

### ACTION OF SILICATO OF CALCIUM AND MAGNESIUM IN THE REDUCTION *Cercospora coffeicola*

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the response of coffee plants (*Coffea arabica*) Catuaí IAC-44 with different doses of calcium silicate and magnesium in relation to incidence of *Cercospora spot coffeicola* and plant growth. The experiment was conducted in nursery seedling production of coffee from the Federal Institute of Southern Minas Gerais, Campus Machado, MG randomized blocks with five replications and the treatment used a source of silicon, calcium silicate and magnesium in doses - 0 (control), 75, 150, 225 300 g/m<sup>2</sup>. The application of silicon in the soil causes the reduction to *Cercospora coffeicola*. The application of calcium silicate and magnesium affect the growth characteristics and was effective in inducing gray leaf spot, via ground coffee seedlings in nurseries.

**Key words:** cercosporiose; alternative control of disease; coffee; silicon

---

Trabalho recebido em 28/08/2010 e aceito para publicação em 29/06/2011

---

<sup>1</sup> Mestranda em Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência do Solo, Lavras, MG, 37200-000, e-mail: fdcogo@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Técnico em Agropecuária, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Machado, MG, 37750-000.

<sup>3</sup> Doutoranda em Estatística e Experimentação Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Exatas, Lavras, MG, 37200-000.

## 1. INTRODUÇÃO

A atividade cafeeira constitui no Brasil relevante importância econômica, uma vez que o setor abrange: a produção, a indústria de torrado e moído, a indústria do insolúvel, o comércio, interno e externo e o consumidor (MATIELLO, 2005). Sendo que o setor de produção envolve cerca de 1.700 municípios cafeeiros, com 300 mil cafeicultores, e diariamente enfrentam diversos obstáculos que desequilibram a sustentabilidade desta cadeia produtiva (FREITAS, 2010).

O sistema de formação de mudas é o fator inicial de toda a escala de produção, que exige contínua demanda ocasionada pelo aumento da área de plantio e pela renovação das lavouras. A formação das mudas é limitada pela intensidade de doenças no viveiro até o estágio inicial e o uso defensivo para o controle dessas doenças tem provocado diversos problemas de ordem ambiental e alimentar com reflexos no custo de produção.

Dentre as doenças no sistema de produção de mudas destaca-se a cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) que ataca as plantas, e é capaz de reduzir o potencial de desenvolvimento da muda, e detêm elevada importância, pelos danos causados decorrente da redução da área foliar quedas de folhas e raquitismo das mudas (ZAMBOLIM, 1997).

Não obstante, o zelo com o manejo da cultura implica em uso de defensivo visando diminuir as agressões ambientais, o risco de contaminação ao aplicador, a resistência a pesticidas e ao custo de produção, intensificam a busca por alternativas que visem reduzir o uso de agrotóxico na agricultura e encontrar novas tecnologias para o controle de doenças.

A disponibilidade de nutrientes minerais em menor ou maior quantidade para as plantas pode ocasionar mudanças na arquitetura, composição química e anatômica, fazendo com que aumente ou reduza a resistência da planta aos patógenos (MARSCHNER, 1995; POZZA, 2004).

Entre os nutrientes minerais, o silício (Si) sobressai por estar relacionado à resistência das plantas a várias doenças (EPSTEIN, 1999; JONES *et al.*, 1967). Os efeitos benéficos proporcionados pelo uso do silício na redução de doenças é atribuído por uma barreira física formada pela deposição de sílica na superfície da folha, que dificulta a penetração e o desenvolvimento de hifas de fungos no tecido foliar (CHÉRIF *et al.*, 1994; DATNOFF, 2001; KORNDORFER, 2001).

A despeito da onipresença do silício em plantas, ele não é considerado essencial, exceto para certas algas marinhas e cavalinhas (EPSTEIN *et al.*,

2006) e no entanto a sua presença tem demonstrado eficácia no controle de doenças nas plantas, seu modo de ação e sua atuação na epidemia, a literatura trás relatos sobre o fornecimento do silício, seja via solo, foliar ou em solução nutritiva, para várias espécies de mono e dicotiledônea, tem cooperado de formas positiva para reduzir a intensidade de várias doenças fúngicas de valor econômico (BÉLANGER *et al.*, 1995).

Vários estudos estão sendo realizados no Brasil no sentido de associar doenças de plantas com acumulação de silício, dentre esses trabalhos Botelho et al., (2005) mostraram que o aumento do teor de silício no solo pode explicar a redução da incidência de cercosporiose de mudas de cafeeiro; Amaral (2006) verificou que a aplicação de silicato de potássio, via foliar, em mudas de cafeeiro resultou em decréscimo da área abaixo da curva de progresso da cercosporiose até a dose de  $2,27 \text{ mL}^{-1}$ ; Berni & Prabhu (2003) observaram o efeito positivo ao trabalhar com silicato de alto forno- serpentinito, minério rico em Si e wollastonita na redução da severidade da brusone (*Pyricularia grisea*) nas folhas da cultivar de arroz Metica-1 (nome científico), em área de várzea, os resultados revelam que há redução da brusone nas folhas com a fertilização silicatada; Martinati *et al.*, (2007) obtiveram também efeito promissor

com a aplicação via solo de soluções de metassilicato de sódio na redução de sintomas da bacteriose causada pela *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* Schaad em plantas de fumo (*Nicotiana tabacum* L.).

Com bases nessas informações, sobre a utilização do silício como método alternativo na redução na intensidade de doenças fúngicas, tendo em vista um método ecologicamente correto, economicamente viável e uma prática sustentável, o objetivo deste estudo foi avaliar a resposta das mudas de café, em viveiro, a diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio, em relação à incidência de mancha de cercosporiose e ao crescimento das plantas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Descrição da área experimental

O experimento foi realizado no viveiro de produção de mudas de café do Instituto Federal do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), campus de Machado, MG, no ano agrícola de 2007/2008.

### 2.2. Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições e os tratamentos constituídos por uma fonte de silício:

silicato de cálcio e magnésio (CaO- 34,9%; MgO – 9,9%; SiO – 22,4%) em cinco doses - 0 (controle); 75; 150; 225 300 g/m<sup>2</sup>. A unidade experimental foi composta por 06 plantas na área útil, uma por sacola.

### 2.3. Preparo dos tratamentos e condução

Para o preparo das mudas, foram utilizadas sementes de café da cultivar Catuaí Vermelho IAC-44, cedidas pelo IFSULDEMINAS - campus Machado;

A unidade experimental foi composta por seis mudas, uma por sacola de polietileno com medidas 11x20cm, que continham furos para escoamento. O substrato foi formado por uma mistura de 700 L de terra peneirada, 300 L de esterco bovino, 5 kg de superfosfato simples e 0,5 kg de cloreto de potássio por metro cúbico (CFSEMG, 1999).

As aplicações de silício tiveram início quando as mudas atingiram o estágio de palito de fósforo (130 dias após o plantio) e foram realizadas a cada 30 dias totalizando três.

### 2.4. Obtenção do inóculo de *Cercospora coffeicola*

De maneira a assegurar a infecção pelo patógeno, as mudas foram inoculadas com o fungo *Cercospora coffeicola* quando

apresentaram três pares de folhas definitivas, aproximadamente 150 dias após o plantio, tal inoculação foi repetida após quinze dias.

O inóculo utilizado foi preparado com folhas naturalmente infectadas, coletadas em lavouras no campus do IFSULDEMINAS - Campus Machado, que após a coleta foram submetidas à câmara úmida por 48 horas. Com o auxílio de um pincel e água destilada, os conídios foram retirados, quantificados em câmara de newbauer e ajustados para a concentração  $1,5 \times 10^4$  conídios mL<sup>-1</sup>. A suspensão foi aplicada em todas as folhas da planta até o ponto de escorrimento.

### 2.5. Variáveis estudadas

Avaliaram-se a intensidade e a incidência da cercosporiose em 5 avaliações quinzenais, após a primeira inoculação do patógeno. A incidência foi determinada pela porcentagem do número de plantas com sintomas *Cercospora coffeicola* na parcela e o número de folhas com sintomas na planta.

Com o término das avaliações, realizou-se a colheita das mudas e observaram-se as características de crescimento: altura da planta, comprimento da raiz, diâmetro de caule, número de folhas, e as massas secas da parte aérea e do sistema radicular.

A altura da planta compreendeu a distância entre a região do colo e a gema terminal do ramo principal e o comprimento da raiz foram medidos em sua altura, com régua e expressos em cm; o diâmetro do caule, expresso em mm, medido utilizando-se um paquímetro digital; e para medir as massas secas da parte aérea e radicular procedeu-se a separação dessas por meio de um corte na altura do colo. As partes foram colocadas separadamente em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60°C até atingirem peso constante.

### 2.6. Análises Estatísticas

As análises de regressão foram realizadas em software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de F ( $p < 0,005$ , ou regressão, de acordo com a natureza dos dados, quantitativos ou qualitativos. As médias foram submetidas ao teste de normalidade dos erros e homocedasticidade de variâncias, respectivamente por meio dos testes de Shapiro-Wilks e Bartlett, ambos foram realizados utilizando-se o programa “R” (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

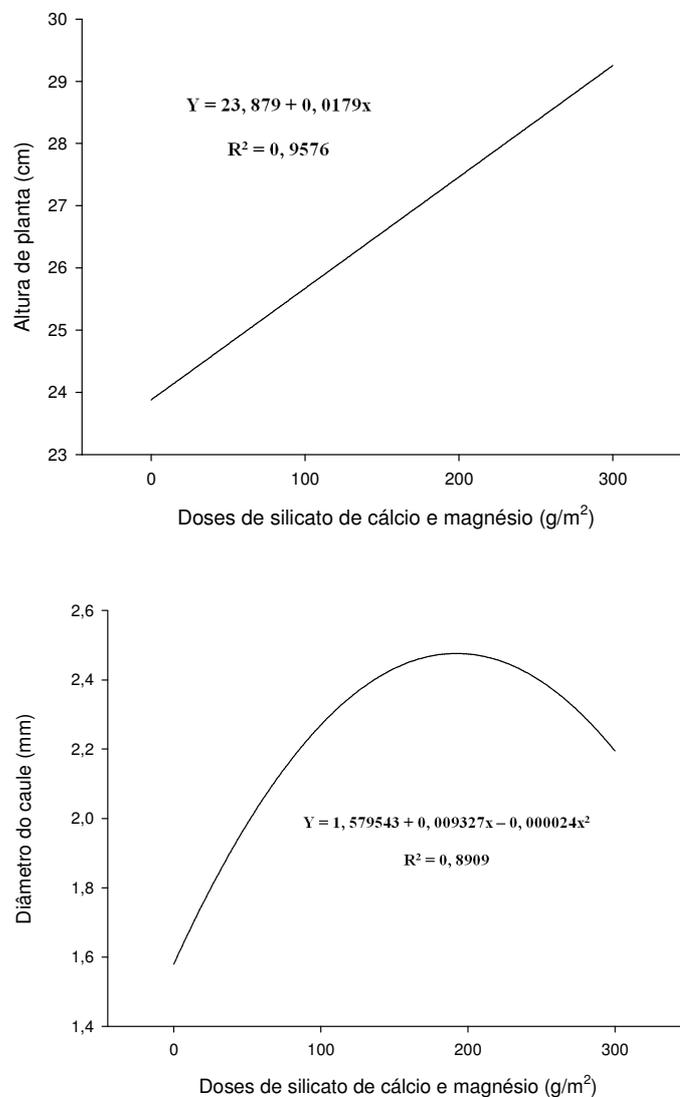
Para a altura de planta as doses de silicato de cálcio e magnésio aplicados em mudas de cafeeiro inoculadas com *Cercospora coffeicola*, a análise estatística não apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) (Figura 1 e 2), esta igualdade entre as doses também foi encontrado no trabalho de Pereira (2007).

Enquanto a incidência da cercosporiose (*Cercospora coffeicola*), o diâmetro do caule, peso da massa seca aérea e radicular foram influenciados significativamente ( $P \leq 0,01$ ) pela adição de doses crescentes de silicato de cálcio e magnésio (Figura 1 e 2), essa resposta pode ser consequência da presença do silício, uma vez que esse elemento contribui para o crescimento da parte da parte aérea por acumular-se sob forma de sílica gel nos tecidos de suporte do caule e folhas conferindo assim um comportamento mais ereto, com maior rigidez e uma melhor arquitetura, o que permite maior interceptação de luz solar e conseqüentemente maior taxa fotossintética (ADATIA & BESFORD, 1986; ZANÃO JUNIOR, 2009).

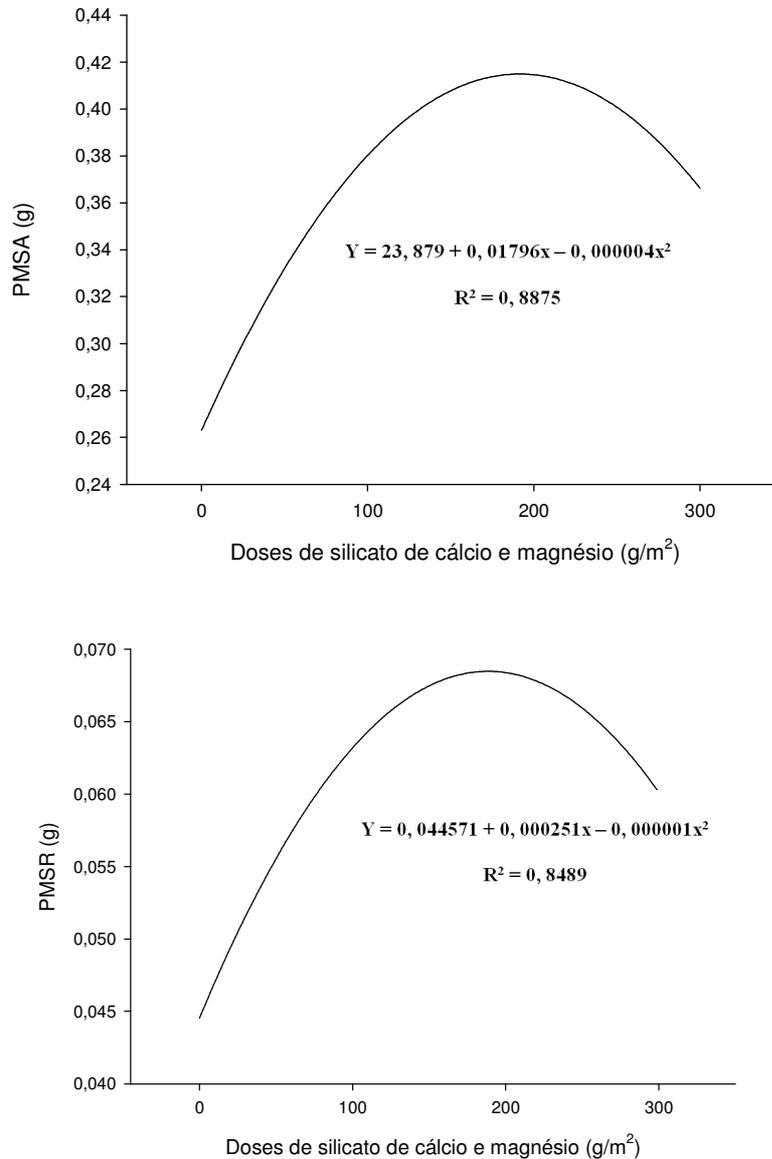
Alguns autores confirmam que o uso de silício proporciona efeitos benéficos sobre o crescimento e aspectos vegetativos, em várias culturas (CARNEIRO, 2006; BRAGE, 2009).

Entre a dose zero (controle) até 197  $\text{g/m}^2$  de silicato de cálcio e magnésio corresponde a uma faixa de “deficiência severa” de silício (dose zero) até o “consumo de luxo” (dose de máxima eficiência 197  $\text{g/m}^2$ ), verifica-se que neste segmento ocorreram relações diretas entre aumento crescente da dose e o crescimento da planta. Vários estudos realizados com

plantas inoculadas com patógenos e tratadas com fontes de silício aumentaram o peso da massa seca aérea radicular, e vários autores relacionam o efeito do ganho do peso em massa seca ao tratamento com silício (CHÉRIF & BELANGER, 1992; DANNON & WYDRA, 2004; DIOGO & WYDRA, 2007; ZANÃO JUNIOR, 2010).



**Figura 1.** Peso da massa seca aérea (PMSA) e peso da massa seca radicular (PMSR) de mudas de cafeeiro da cv. Catuaí IAC-44, após 113 dias após a primeira aplicação de silicato de cálcio e magnésio. IFSULDEMINAS, Machado, MG, 2008.



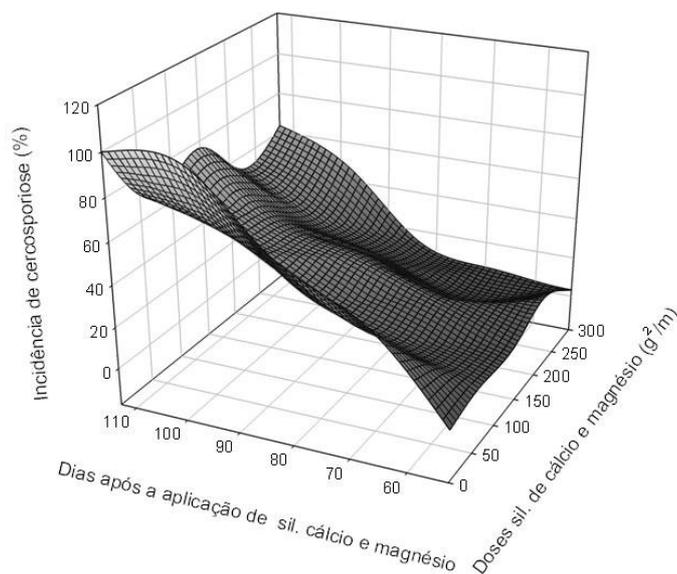
**Figura 2.** Altura da planta, diâmetro do caule, peso da massa seca aérea (PMSA) e peso da massa seca radicular (PMSR) de mudas de cafeeiro da cv. Catuaí IAC-44, após 113 dias após a primeira aplicação de silicato de cálcio e magnésio. IFSULDEMINAS, Machado, MG, 2008.

A redução dos valores das variáveis decresce a partir da dose 198 g/m<sup>2</sup> de silicato de cálcio e magnésio, tornando-se prejudicial, sendo assim as condições do meio em que se desenvolveram as raízes

das mudas de cafeeiro caracterizam o efeito tóxico, onde não se observa nenhuma resposta positiva para o crescimento das plantas.

A Figura 3 mostra os resultados para a interação das “doses x incidência de cercospora no decorrer dos dias após aplicação”, a incidência de plantas com sintomas de cercosporiose foi reduzida, verificou-se que o uso de silicato de cálcio e magnésio em viveiro diminui, estatisticamente, o número de plantas doentes. A fim de determinar o valor ideal

de aplicação do produto, procedeu-se a análise de regressão que ajustou a equação,  $y = 98,974857 + 0,47133x - 0,001186x^2$ , com coeficiente de determinação de 98,7%, de onde encontramos o valor de maior eficiência de aplicação do silicato de cálcio e magnésio em 198,7 g/m<sup>2</sup>, aos 113 dias após aplicação do silicato.



**Figura 3.** Incidência de cercosporiose em função das doses de silicato de cálcio e magnésio e dias após a aplicação. IFSULDEMINAS, Machado, MG, 2008.

A aplicação de silicato de cálcio e magnésio influenciou significativamente ( $P \leq 0,01$ ) a porcentagem de plantas com sintomas da cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) nas mudas de cafeeiro, visto que a primeira aplicação de silicato de cálcio e magnésio foi realizada 30 dias

antes da primeira inoculação com o fungo *Cercospora coffeicola*, e ao completar 113 dias da primeira aplicação de silicato de cálcio e magnésio foi quantificado o número de plantas com sintomas da doença, que foi ampliado de 53 para 100% de plantas doentes, a porcentagem mínima

foi verificado com aplicação da dose de máxima eficiência (198,7 g/mg<sup>-2</sup>), (Figura 3).

Agrega-se a resposta a indução de resistência em plantas comparando plantas que crescem em meio enriquecido com silício com as cultivadas na ausência do elemento. O silício depositado nas células epidêmicas abaixo da cutícula forma uma camada sílica amorfa que favore o progresso fortalecimento da parede celular por participarem da formação de barreira química e física e alteram ao redor do sítio de infecção, bloqueando no local acúmulo a penetração do fungo (EPSTEIN, 1994; FERNANDES *et al.*, 2009).

#### 4. CONCLUSÕES

A fertilização com silicato de cálcio e magnésio via solo, em mudas de cafeeiro em viveiro foi eficiente no controle de *Cercospora coffeicola*, destacando a máxima eficiência com a dose 198,7 g/m<sup>-2</sup>.

As características de crescimento - altura da planta, diâmetro do caule, peso da passa seca área e radicular apresentaram os melhores valores com a presença do silicato de cálcio e magnésio, sendo a melhor eficiência com a dose média de 200 g/m<sup>-2</sup> para as todas as variáveis.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Minas Gerais IFSULDEMINAS, campus Machado, pela ajuda na condução experimental e à Cooperativa dos Alunos do desse Instituto (Federal de Minas Gerais campus Machado) - COETAGRI, pelo apoio financeiro.

#### 6. REFERÊNCIAS

- ADATIA, M. M. H.; BESFORD, A. T. The effects of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. **Annals of Botany**, London, v. 58, n.3, p. 343-351, 1986.
- AMARAL, D. R. **Indução de resistência em cafeeiros contra *Cercospora coffeicola* por eliciadores abióticos e extratos vegetais**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006. 96 p. Dissertação Mestrado.
- BERNI, R. F. & PRABHU, A. S. Eficiência relativa de fontes de silício no controle de brusone nas folhas em arroz. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 195, 2003.
- BÉLANGER, R. R. Soluble silicon – its role in crop and disease management of greenhouse crops. **Plant Disease**, St. Paul, v. 79, n. 4, p. 329-335, 1995.
- BRAGA, F. T.; NUNES, C. F.; FAVERO, A. C. Características anatômicas de morangueiro micropagadas com diferentes fontes de silício. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 128-132, 2009.
- BOTELHO, D. M.; POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; CARVALHO, J.

- G.; BOTELHO, C. E.; SOUZA, P. E. Intensidade da cercosporiose em mudas de cafeeiro em função de fontes e doses de silício. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 6, p. 582-588, 2005.
- CARNEIRO, C. E. A.; FIORETTO, R. A.; FONSECA, I. C. B. F.; CARNEIRO, G. E. S. CALPOT. Fosfato e silício co-aplicados ao solo para a cultura da soja. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n. 1, p.5-12, 2006.
- CHÉRIF, M.; BELANGER, R.R. Use of potassium silicate amendments in recirculating nutrient solutions to suppress *Pythium ultimum* on long English cucumber. **Plant Disease**, St. Paul, v.76, p.1008-1011, 1992
- CHÉRIF, M., ASSELIN, A. & BÉLANGER, R. R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. **Phytopathology**, St. Paul, v. 84, n. 1, p.236- 242, 1994.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5. ed. Lavras, 1999. 359 p.
- DANNON, E.; WYDRA, K. Interaction between silicon amendment, bacteria I wilt development and phenotype of *Ralstonia solanacearum* in tomato genotypes. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v .64, n.1, p. 233-43, 2004.
- DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H & KORNDORFER G. H. Silicium in Agriculture, **Science Elsvier**, Amsterdam, v. 8, n.1, p.424, 2001.
- DIOGO, R. V. C.; WYDRA, K. Silicon-induced basal resistance in tomato against *Ralstonia solanacearum* is related to modification of pectic cell wall polysaccharide structure. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 70, n 1, p. 120-129, 2007.
- EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 91, n.1, p.11-17, 1994.
- EPSTEIN, E. Silicium. **Plant Physiology and Plant Molecular Biology**. London, v. 50, n.1, p. 641- 664, 1999.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas**. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.
- FERNANDES, A. L. T.; MERRIGHI, A. L. N.; SILVA, G. A.; FRAGA JÚNIOR, E. F. F. Utilização do silício no controle de pragas e doenças do cafeeiro irrigado. **Revista Uberaba**, Uberaba, v. 4, n. 6, p.11-52, 2009.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: versão 4.2. Lavras: DEX/UFLA, 2003.
- FREITAS, N. F. Situação do café em Roraima e no Brasil. 2010. Disponível em: <<http://www.coffeebreak.com.br/oca/fezal.asp?SE=8&ID=226>>. Acesso em: 27 nov. 2010.
- JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. silica in soils, plants and animals. **Advances in Agronomy**, New York, v. 19, n.1, p. 107-149, 1967.
- KORNDORFER G.H.; SNYDER.G.H.; UCHOA & DATNOFF, L.E, Calibration of soil and plant silicium analysis for rice production. **Journal of Pnat Nutrition**, Athens, v. 24, n. 7, p. 1071-1084, 2001.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2ed. London: Academics Press, 1995. 889p.
- MARTINATI, J. C.; LACAVAL, P. T.; MIYASAWA, S. K. S. Redução dos sintomas causados pela *Xylella fastidiosa* subsp. pauca por meio de aplicação de benzotiadiazole e silício. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 42, n. 8, p. 1083-1089, 2007.

- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura do Café no Brasil – Novo Manual de Recomendações**. 2ed. Varginha: Editora Bom Pastor, 2005. 257 p..
- PEREIRA, T. A. Crescimento, Anatomia e Relação Hídricas de Cafeeiro (*Coffea arabica L.*) Adubados com Diferentes combinações de silicato de cálcio e calcário. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2007. 57p. Dissertação Mestrado.
- POZZA, A. A. A.; ALVES, E.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, p.185-188, 2004.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2008. ISBN 3-900051-07-0.
- ZAMBOLIM, L. **Café: Controle de doenças**. 1ed. Viçosa: Editora: Viçosa, 1997. 79p.
- ZANÃO JÚNIOR, L. A.; RODRIGUES, F. A.; FONTES, R. L. F.; KORNDÖRFER, G. H.; NEVES, J. C. L. Rice resistance to brown spot mediated by silicon and its interaction with manganese. **Phytopathology**, St. Paul, v. 157, p. 73-78, 2009.
- ZANAO JUNIOR, L. A.; RODRIGUES, F. A.; FONTES, R. L. F. Soil-applied silicon decreases severity of wheat spot blotch on silicon-deficient soils. **Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 401-408, 2010.