



Aplicação de ferro e silício na produção de mudas de eucalipto

Application of iron and silicon in the production of Eucalyptus seedling

Rafael Navas¹, João Marcos Costa Nunes¹, João Baptista Vasconcellos Junior¹

¹Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito – FATEC, Avenida Amantino de Oliveira Ramos, 60 - Terras do Embiruçu, Capão Bonito/SP, CEP: 18304-755. e-mail: navas_rj@yahoo.com.br

Recebido em: 26/07/2015

Aceito em: 07/10/2016

Resumo. A nutrição das plantas de eucalipto na fase de viveiro é de extrema importância para o desenvolvimento das mudas. No entanto, poucos estudos evidenciam a eficiência de micronutrientes para espécies florestais, em especial o uso de ferro e silício. Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus urograndis* com a aplicação de ferro e de silício, via foliar. O experimento foi instalado em um viveiro comercial de mudas de eucalipto em Capão Bonito/SP/Brasil. Para os tratamentos com ferro, as doses utilizadas foram: 0 g.m⁻³; 1,2 g.m⁻³; 2,4 g.m⁻³ e 3,6 g.m⁻³ de quelato de ferro. Para os tratamentos com silício foram utilizadas as doses de: 0 g.m⁻³; 2,6 g.m⁻³; 5,2 g.m⁻³ e 7,8 g.m⁻³ de SiO₂. Avaliou-se o incremento em altura aos 30 e 60 dias após aplicação (DAA), como também o teor de nutrientes nas folhas aos 60 DAA. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com dez repetições. Os resultados indicam que, com a aplicação de ferro na dose de 3,6 g.m⁻³ houve incremento em altura de 63% aos 30 dias em relação a testemunha e maior teor desse nutriente (cerca de 20% superior em relação a testemunha). Para silício, a dose de 2,6 g.m⁻³ promoveu incremento em altura de 20% superior em relação à testemunha e 23% maior teor desse nutriente.

Palavras-chave: *Eucalyptus urograndis*; viveiro florestal; nutrição vegetal; micronutrientes.

Abstract. The nutrition of eucalyptus plants in the nursery is of utmost importance for the development of seedlings. However, few studies show the efficiency of micronutrients for forest species, in particular the use of iron and silicon. Thereby, the objective of this study was to evaluate the development of *Eucalyptus urograndis* with the application of iron and silicon foliar. The experiment was conducted in a commercial nursery eucalyptus Capon Bonito/SP/Brazil. For treatments with iron, the doses used were 0 g.m⁻³; 1.2 g.m⁻³; 2.4 g.m⁻³ and 3.6 g.m⁻³ chelate iron. For treatments with silicon doses were used: 0 g.m⁻³; 2.6 g.m⁻³; 5.2 g.m⁻³ and 7.8 g.m⁻³ SiO₂. We evaluated the height increment at 30 and 60 days after application (DAA), as well as the nutrient content in leaves at 60 DAA. The experimental design was completely randomized with ten repetitions. The results indicate that with the application of iron in a dose of 3.6 g.m⁻³ there was an increase in height by 63% at day 30 compared to control and increased its absorption (approximately 20% higher compared to control). For silicon, the dose of 2.6 g.m⁻³ promoted height increment of 20% higher compared to control and 23% greater absorption of this nutrient.

Key-words: *Eucalyptus urograndis*; nursery; plant nutrition; micronutrients

Introdução

O setor florestal brasileiro conta com aproximadamente 6,5 milhões de hectares de florestas plantadas com eucalipto e pinus (Abraf 2013). Os plantios de eucalipto suprem hoje, no Brasil, a demanda por madeiras com propriedades tecnológicas e silviculturais específicas de diversos setores industriais, em especial, o de papel e celulose, carvão vegetal e madeira serrada (Alfenas et al. 2004). Além disso, há diversidade

de espécies adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas, permitindo seu plantio nas diferentes regiões do país.

No Brasil os estudos com as espécies do gênero *Eucalyptus* iniciaram-se na década de 1970, através de empresas privadas do setor de celulose. Dentre as evoluções tecnológicas, a que mais contribuiu para a atual dinâmica da silvicultura nacional foi a clonagem de eucalipto, que propiciou o plantio de extensas áreas, com o

uso de materiais de alta produtividade, qualidade desejada de madeira e alta estabilidade fenotípica na produção (Braga 2008). Um dos materiais mais cultivados é o híbrido *Eucalyptus urograndis* que apresenta crescimento rápido e madeira de qualidade, sendo a mais plantada na região da bacia do Alto Paranapanema, Estado de São Paulo.

Para a produção de mudas, diferentes sistemas e técnicas são utilizadas, incluindo a nutrição. O reconhecimento das diferenças na eficiência de utilização de nutrientes é importante na seleção de técnicas de manejo do solo, de manejo florestal e de produção das mudas, para manter a capacidade produtiva (Epstein 1999) e otimizar o uso de recursos.

Dentre os elementos que são utilizados para adubação das mudas, encontram-se os micronutrientes, porém, nem sempre seu uso é realizado devido à falta de estudos sobre seus efeitos no crescimento das plantas. No caso do ferro (Fe), esse tem um papel importante, atuando nas reações de transferência de elétrons durante a fotossíntese (Kerbauy 2008) e atua na biossíntese de metalporfirina e, através deste, da formação da clorofila e de outras porfirinas (citocromo, catalases, peroxidases). Seu distúrbio metabólico causado pela deficiência pode tornar lento o crescimento das plantas e diminuir a produtividade (Malavolta et al. 1997, Epstein & Bloom 2006). Segundo Epstein & Bloom (2006), uma deficiência pode se desenvolver se o elemento está presente em formas químicas que o tornam indisponível para a absorção. Dessa forma, as dificuldades de aplicação de ferro via solo ocorre devido a problemas relacionados com insolubilidade e/ou baixa disponibilidade em alguns tipos de solo (Oliveira et al. 1996).

Apesar do Fe ser considerado um íon relativamente imóvel na planta, quando aplicado à folhagem é absorvido e distribuído para folhas novas em expansão e para regiões meristemáticas, como ápice de caules e raízes e gemas em desenvolvimento (Camargo 1970).

Ferrarezi et al. (2007) comprovaram a eficiência da aplicação de diferentes fontes de ferro na produção de mudas de cítricos. Moraes et al. (2006) observaram que para produção de mudas de *Garcinia mangostana* havia necessidade de suplementação de ferro em aplicação foliar, devido à baixa eficiência na absorção desse nutriente pela espécie. Oliveira et al. (2010) relataram maior número de brotos em framboeseira cultivada com soluções de ferro, havendo diferenças entre as cultivares testadas.

O modo mais utilizado para aplicação de ferro é o quelatizado, que dá estabilidade ao íon

metálico numa forma solúvel, tanto em solução de fertirrigação ou em substrato, mas sua eficiência depende de outros fatores, incluindo a habilidade da planta em retirar o ferro da molécula (Lucena et al. 1992). Segundo Lucena et al. (1992) a forma quelatizada de ferro proporciona maior estabilidade, mas sua absorção depende da habilidade da espécie.

Outro nutriente que tem se destacado e pouco conhecido é o silício. Novos estudos estão demonstrando vários efeitos benéficos da aplicação desse elemento, em especial às culturas agrícolas, porém nem todas apresentam sua acumulação. Mesmo não sendo fisiologicamente essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, sua absorção traz benefícios, como regulação da transpiração, dificulta o ataque de insetos sugadores e herbívoros, uma vez que é capaz de concentrar-se na epiderme, formando uma barreira de resistência mecânica (Epstein 1999). Também proporciona melhoria no estado nutricional das plantas, sendo observada redução na toxidez de ferro, manganês, alumínio e sódio, e redução na taxa de transpiração, além de controlar doenças na planta (Ipef 2003, Lima Filho et al. 1999, Duarte & Coelho 2011). Esse último benefício está relacionado tanto com a resistência física à penetração do patógeno, devido à deposição de sílica nas células da camada epidérmica, quanto à proteção química devido à função do silício em ativar mais rapidamente os mecanismos de defesa, dentre eles a síntese de compostos fenólicos (Ma et al. 2001). A disponibilidade de silício também determina a estrutura das plantas, que ficam mais eretas, evitando o acamamento (Korndorfer & Datnoff 2000).

Pesquisas com culturas agrícolas tem demonstrado a eficácia de produtos à base de silício em diferentes culturas, como em cafeeiro (Botelho & Souza 2005), alface (Resende et al. 2005, Ferreira et al. 2003), arroz de sequeiro (Barbosa Filho et al. 2001), crisântemo (Rodrigues 2006). Para milho e arroz, pesquisas tem demonstrado que a aplicação desse elemento não proporciona aumento em produtividade (Teodoro et al. 2014, Artigiani et al. 2014), o que torna necessário estudos com as diferentes espécies. Em se tratando de espécies florestais há poucos trabalhos que avaliam o efeito do silício na produtividade, bem como seu efeito na produção de mudas.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o incremento em altura de mudas de *Eucalyptus urograndis* com a aplicação de ferro e de silício, via foliar e a absorção destes nutrientes pelas plantas.

Material e Métodos

O experimento foi instalado e conduzido em um viveiro florestal na região da Bacia do Alto Paranapanema, município de Capão Bonito/São Paulo/Brasil (S 24°00'21", 48°20'58" W, altitude de 705 metros).

O clima da região é considerado como subtropical, com média máxima de 21°C e média mínima de 14°C. A precipitação é de 1.300 mm.ano⁻¹, bem distribuídas ao longo do ano.

Foram utilizados clones do híbrido *Eucalyptus urograndis*, resultado do cruzamento de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*.

Para os tratamentos com a aplicação de ferro foi utilizado o produto da marca comercial Apex Ferro 12[®] (com 52% do agente quelante aminoácidos), nas doses de 0 g.m⁻³; 1,2 g.m⁻³; 2,4 g.m⁻³ e 3,6 g.m⁻³ de quelato de ferro.

Tabela 1. Análise química do substrato utilizado.

pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V
H ₂ O	mg.dm ⁻³				mmol _c .dm ⁻³				%
5,47	662,0	60	96,4	39,5	0,0	69,0	195,9	220	68,7

O experimento foi conduzido por 60 dias após aplicação dos tratamentos. As avaliações foram realizadas no momento da aplicação (0 DAA), 30 e 60 DAA, avaliando o incremento de altura e ao final do período foram coletadas 50 gramas de material foliar para análise dos nutrientes estudados, utilizando três repetições.

O delineamento foi inteiramente casualizado, e os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial, selecionando-se o modelo significativo de maior ordem (R²) ou a equação que melhor se ajustou aos dados.

Resultados e Discussão

Observou-se que as mudas de *Eucalyptus urograndis* apresentaram aos 30 DAA, incremento em altura 63% superior à testemunha mediante o aumento na dose de quelato de ferro aplicada (Figura 1), bem como houve aumento na quantidade de ferro absorvida, com 20% maior teor em relação a testemunha, apresentando maior eficiência na utilização deste micronutriente (Figura 2), indicando sua absorção com aplicação foliar. Este fato evidencia que a aplicação foliar de ferro, aumenta seu teor e crescimento em *Eucalyptus urograndis*. Como o ferro atua nas reações durante a fotossíntese (Kerbauy 2008) e na formação da clorofila, estes fatores podem ser

Os tratamentos com silício foram constituídos pela aplicação de SiO₂ nas doses de 0 g.m⁻³; 2,6 g.m⁻³; 5,2 g.m⁻³ e 7,8 g.m⁻³ de SiO₂ de produto comercial.

Utilizou-se um pulverizador de pressão acumulada com bico cônico regulável e pressão de 40 lbf/pol² para aplicação, realizada em 26/03/2012, tendo as mudas 60 dias de plantio, cultivadas em tubetes de 50 cm³. Após a aplicação, as mesmas ficaram submetidas ao manejo realizado normalmente pelo viveiro, consistindo em irrigação por microaspersão 4 vezes ao dia, em área coberta com sombrite 50%. A composição do substrato utilizado para a produção das mudas pode ser observada na Tabela 1, não contendo doses de silício e ferro.

responsáveis pelo maior crescimento das mudas observados neste trabalho. Neste estudo, podemos verificar que o eucalipto apresenta maior absorção quando aplicado via foliar, proporcionando maior incremento em altura e maior absorção, conforme aumentou-se a dose de quelato de ferro.

Aos 60 DAA observou-se que o incremento em altura não manteve o mesmo comportamento para os tratamentos com quelato de ferro, havendo pequenas diferenças entre a testemunha e a maior dose testada.

Para os tratamentos com aplicação de silício via foliar, as mudas de *Eucalyptus urograndis* apresentaram incremento superior em altura em relação à testemunha (Figura 3) e 23% maior acúmulo do elemento para a menor dose testada (2,6 g.m⁻³) aos 30DAA (Figura 4). Mesmo o silício não sendo considerado um nutriente essencial, os resultados indicam que sua aplicação via foliar na produção de mudas de *Eucalyptus urograndis* promoveu incremento em altura e maior teor do mesmo. Oliveira et al. (2012) observaram que para mudas de bananeira-prata a aplicação de silício promoveu maior acúmulo de matéria seca e Braga et al. (2009) verificaram maior desenvolvimento e maior teor de clorofila em mudas de morangueiro cultivadas em solução contendo fontes de silício.

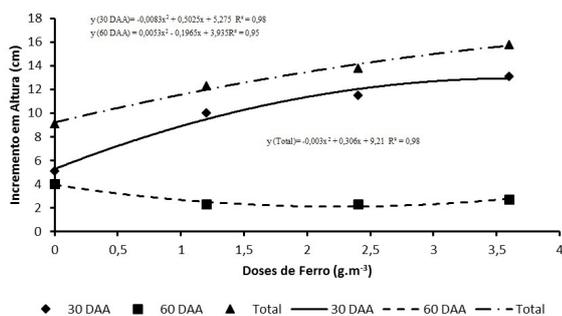


Figura 1. Incremento em altura de *Eucalyptus urograndis* com aplicação de ferro.

O elemento tem efeitos em atividades enzimáticas e, em geral na composição mineral das plantas (Epstein 1999), podendo ser este responsável pelo maior crescimento apresentado. Para Carvalho et al. (1999) mesmo não sendo considerado um elemento essencial, quando colocado à disposição das plantas contribui para o seu crescimento e também para o melhor aproveitamento de outros nutrientes. Segundo os dados de Soratto et al. (2012) a aplicação foliar de

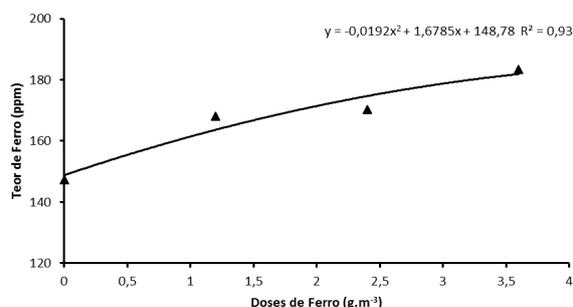


Figura 2. Teores de ferro em folhas de *Eucalyptus urograndis* em função da aplicação de quelato de ferro.

Si em aveia elevou os teores de N, P, K e Si nas folhas, proporcionando aumento de produtividade de grãos de 34%, e para trigo, sua aplicação aumentou os teores de K e Si e produtividade superior em 26,9% em relação a testemunha. Neste estudo, houve incremento em 20% na altura das plantas com a aplicação da menor dose de silício e o maior teor do elemento.

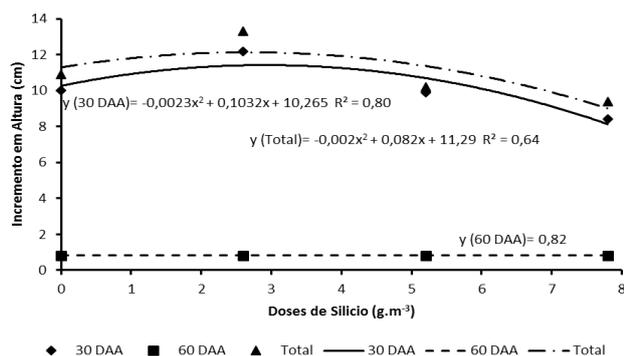


Figura 3. Incremento em altura de *Eucalyptus urograndis* com aplicação de silício.

Segundo Demattê et al. (2011) o silício proporciona aumento da taxa fotossintética e conseqüentemente aumento na produtividade. Também, Agarie et al. (1998) citam que provavelmente o silício deve estar associado à maior retenção foliar, em virtude da manutenção da fotossíntese e distribuição de clorofila. De acordo com Oliveira et al. (2013) a aplicação de doses de silício promoveu maiores valores de área foliar, mesmo não apresentando diferenças em altura e diâmetro em girassol. Estes fatores podem estar relacionados ao maior crescimento das mudas de *Eucalyptus urograndis* observado neste trabalho. Também em experimento com girassol, Kamenidou et al. (2008) verificaram que a aplicação do silício aumentou a altura de plantas e o diâmetro caulinar e Carvalho et al. (2009), verificaram aumento na produção desta cultura.

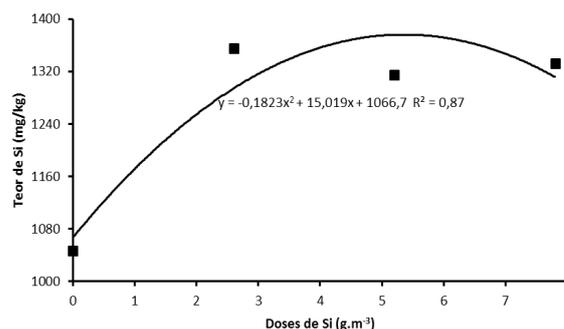


Figura 4. Teores de silício em folhas de *Eucalyptus urograndis*.

De acordo com Crusciol et al. (2013) a aplicação foliar de Si em soja, feijão e amendoim aumentou seu teor nas folhas, proporcionou maior número de vagens por planta e maior produtividade de grãos, justificando seu uso para estas culturas.

Dados de pesquisa em campo obtidos por Carvalho-Pupatto et al. (2004) evidenciam que a aplicação de escória ricas em silício promovem maior crescimento radicular em profundidade e sua melhor distribuição no perfil do solo e, maior produtividade de grãos em arroz. Para Carvalho-Pupatto et al. (2004), algumas culturas são acumuladoras de silício e apresentam aumento de produtividade com sua aplicação, e atribuem esse aumento ao maior crescimento de raízes em profundidade, aliado à sua melhor distribuição no perfil, propiciando às plantas exploração de maior volume de solo. Mauad et al. (2003) relataram que

a adubação silicatada em arroz aumentou a massa de grãos, porém, não houve diferenças na produtividade.

Carvalho et al. (2003) em estudo com aplicação de silício em *Eucalyptus grandis* observaram que as mudas absorveram pouco silício na fase inicial de crescimento e a eficiência de translocação foi máxima aos 60 dias, ficando a maior parte do elemento retida nas raízes a partir dessa época. De acordo com os autores, o eucalipto não é uma planta acumuladora de Si, embora seja responsiva ao mesmo. Os dados observados neste trabalho corroboram com os citados pelo autor em relação ao maior crescimento das mudas, porém observou-se que também ocorre sua acumulação no tecido foliar, apresentando os maiores valores do elemento com a aplicação na dose de 2,6 g.m⁻³. Aos 60DAA, do mesmo modo que para o ferro, observa-se redução no incremento em altura das mudas. Como verificado por Carvalho et al. (2003) a idade das mudas pode influenciar a absorção e translocação do silício em eucalipto.

Para as maiores doses de silício testadas observa-se efeito na redução do incremento em altura e no menor teor do nutriente, podendo indicar efeito de fitotoxicidade.

Conclusões

Para *Eucalyptus urograndis* a aplicação de 3,6 g.m⁻³ de quelato de ferro e de 2,6 g.m⁻³ de silício promoveram o maior incremento em altura e maior teor desses elementos.

Referências

ABRAF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. Anuário Estatístico da ABRAF 2013/ABRAF. Brasília, 2013. 142 p.

AGARIE, S.; AGATA, W.; KAUFMAN, P.B. Involvement of silicon in the senescence of rice leaves. **Plant Production Science**, v.1, p.104-105, 1998.

ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. Clonagem e doenças do eucalipto. Viçosa: UFV, 2004. 442 p.

ARTIGIANI, A.C.C.A.; CRUSCIOL, C.A.C.; NASCENTE, A.S.; ARF, O.; ALVAREZ, R.C.F. Adubação silicatada no sulco e nitrogenada em cobertura no arroz de sequeiro e irrigado por aspersão. **Bioscience Journal**, v.30, p.240-251, 2014.

BARBOSA FILHO, M.P.; SNYDER, G.H.; FAGERIA, N.K.; DATNOFF, L.E.; SILVA, O.F. Silicato de cálcio como fonte de silício para o

arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, n.2, p.325-330, 2001.

BOTELHO, C.E.; SOUZA, P.E. Intensidade da cercosporiose em mudas de cafeeiro em função de fontes e doses de silício. **Fitopatologia Brasileira**, v.30, n.6, p.582-588, 2005.

BRAGA, J.L.P. **Estabilidade Fenótica de clone de *Eucalyptus urograndis*, na Fazenda Bom Jardim, Aparecida/SP**. 2008. Ano de obtenção: 2008. 137p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica-RJ. 2008.

BRAGA, F.T.; NUNES, C.F.; FAVERO, A.C.; PASQUAL, M.; CARVALHO, J.G.; CASTRO, E.M. Características anatômicas de mudas de morangueiro micropropagadas com diferentes fontes de silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.2, p.128-132, 2009.

CAMARGO, P.N. Princípios de nutrição foliar. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres. 1970, 118p.

CARVALHO-PUPATTO, J.A.; BÜLL, L.T.; CRUSCIOL, C.A.C. Atributos químicos do solo, crescimento radicular e produtividade do arroz de acordo com a aplicação de escórias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.12, p.1213-1218, 2004.

CARVALHO, S.P.; MORAES, J.P.; CARVALHO, J.G. Efeito do Silício na Resistência do Sorgo (*Sorghum bicolor*) ao Pulgão-Verde (*Schizaphis graminum*) (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, n.3, p.505-510, 1999.

CARVALHO, R.; FURTINI NETO, A.E.; CURL, N.; RESENDE, A.V. Absorção e translocação de silício em mudas de eucalipto cultivadas em latossolo e cambissolo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.3, p.491-500, 2003.

CARVALHO, M.P.; ZANÃO JUNIOR, L.A.; GROSSI, J.A.S.; BARBOSA, J.G. Silício melhora produção e qualidade do girassol ornamental em vaso. **Ciência Rural**, v.39, p.2394-2399, 2009.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; CASTRO, G.S.A.; COSTA, C.H.M.; FERRARI NETO, J. Aplicação foliar de ácido silícico estabilizado na soja, feijão e amendoim. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.2, p.404-410, 2013.

DEMATTE, J.L.I.; PAGIARO, C.M.; BELTRAME, J.A.; RIBEIRO, S.S. Uso de silicatos em cana-de-açúcar. **Informações Agronômicas**, n.133, p.7-12, 2011.

- DUARTE, I.N.; COELHO, L. Uso do silício no cultivo de mudas de eucalipto. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.12, p.1-12, 2011.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. 2ª ed. Londrina-PR, 2006, 335p.
- EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.50, p.641-664, 1999.
- FERRAREZI, R.S.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; SCHAMMASS, E.A. Iron sources for citrus rootstock: development grown on pine bark/vermiculite mixed substrate. **Scientia Agricola**, v.64, n.5, p.520-531, 2007.
- FERREIRA, R.L.F.; SOUZA, J.R.; CARVALHO, J.G.; ARAÚJO NETO, S.E.; YURI, J.E. Produção e rendimento de cultivares de alface adubadas com Silifertil. In: 43º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2003, Recife/PE. **Anais... 43º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2003**, v.1, p.75-78.
- IPEF-Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Aspectos nutricionais envolvidos na ocorrência de doenças com ênfase para o eucalipto. 2003. Disponível em <http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr200.pdf>. Acesso em: 21/04/2010.
- KAMENIDOU, S.; CAVINS, T.J.; MAREK, S. Silicon supplements affect horticultural traits of greenhouse-produced ornamental sunflowers. **Hort Science**, v.43, p.236-239, 2008.
- KERBAUY, G.B.A. Fisiologia Vegetal. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2008, 432p.
- KORNDORFER, G.H.; DATNOFF, L.E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agronômicas**, n.89, p.1-8, 2000.
- LIMA FILHO, O.F.; LIMA, M.T.G.; TSAI, M. Silício pode aumentar a resistência de plantas a doenças. **Boletim de Informações**, n.87, p.8-12, 1999.
- LUCENA, J.J., MANZANARES, M., GÁRATE, A. A teste to evaluate the efficacy of commercial Fe-chelates using a new test. **Journal of Plant Nutrition**, v.15, n.10. p.1995-2006, 1992.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MAUAD, M.; CRUSCIOL, C.A.C.; GRASSI FILHO, H.; CÔRREA, J.C. Nitrogen and silicon fertilization of upland rice. **Scientia Agricola**, v.60, n.4, p.761-765, 2003.
- MORAES, L.A.C.; GARCIA, T.B.; MOREIRA, A. Limitações nutricionais de mudas de mangostãozeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.7, p.1205-1208, 2006.
- MA, J.F.; MIYAKE, J.F.; MIYA, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. **Studies in Plant Science**, v.1, p.17-39, 2001.
- OLIVEIRA, I.P.; ARAÚJO, R.S.; DUTRA, L.G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: Potafos, 1996, cap. 7, p.169-221.
- OLIVEIRA, R.P.; ROCHA, P.S.G.; GULARTE, V.F.; SCIVITTARO, W.B. Micropropagação de framboeseira em diferentes concentrações de ferro. **Ciência Rural**, v.40, n.12, 2010.
- OLIVEIRA, R.M.; RIBEIRO, R.C.F.; XAVIER, A.A.; PIMENTA, L.; KORNDORFER, G.H. 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, n.2, p.409-415, 2012.
- OLIVEIRA, J.T.L., CAMPOS, V.B., CHAVES, L.H. G., GUEDES FILHO, D.H. Crescimento de cultivares de girassol ornamental influenciado por doses de silício no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.2, p.123-128, 2013.
- RESENDE, G.M.; YURI, J.E.; MOTA, J.H.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C.; SOUZA, R.J.; CARVALHO, J.G. Produção de alface americana em função de doses e épocas de aplicação de Supa Potássio®. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.2, p.174-178, 2005.
- RODRIGUES, T. M. **Produção de crisântemo cultivado em diferentes substratos fertirrigados com fósforo, potássio e silício**. Lavras-MG: Universidade Federal de Lavras, 2006. 84 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras, 2006.
- SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; CASTRO, G.S.A.; COSTA, C.H.M.; FERRARI NETO, J. Leaf application of silicic acid to white oat and wheat. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1538-44, 2012.
- TEODORO, P.E.; RIBEIRO, L.P.; CORRÊA, C.C.G.; TORRES, F.E. Desempenho de híbridos de milho sob aplicação foliar de silício no cerrado sul-mato-grossense. **Bioscience Journal**, v.30, p.224-231, 2014.