

EFEITO DA ADUBAÇÃO SILICATADA EM SUBSTITUIÇÃO À CALAGEM SOBRE CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE MUDAS DE CAFEIEIRO CULTIVADAS EM DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS

Thatiane A. PEREIRA¹; José D. ALVES²; Evaristo G. GUERRA NETO²; Daniela D. FRIES²; Marcelo M. MAGALHÃES³; Darlan E. LIVRAMENTO⁴

¹ EMATER – MG; ² Setor de Fisiologia Vegetal/DBI/UFLA, Lavras, MG; ³ Bolsista Embrapa Café; ⁴ Unincor, Três Corações, MG

Resumo:

A capacidade das plantas de tolerar a seca existe em função de diversas características anatômicas, morfológicas e fisiológicas, de caráter constitutivo ou indutivo, que interagem permitindo a manutenção dos processos de crescimento e desenvolvimento. Diversos nutrientes têm a capacidade de interagir no metabolismo das plantas e com isso promover benefícios, que podem aumentar sua tolerância ao estresse. Dentre eles o Silício (Si), que pode estar intimamente associado aos constituintes da parede celular. Os resultados demonstram que, para o crescimento do cafeeiro, o calcário pode ser substituído com a mesma eficiência pelo silicato de cálcio, quando se tem um adequado suprimento de água. Os resultados observados para o crescimento vegetativo de plantas de café, até os 18 meses de idade, sugerem que a aplicação isolada de silicato de cálcio ou em substituição a 25% do calcário é benéfica para qualquer regime hídrico, principalmente, seca. A transpiração das plantas na capacidade de campo seguiu o padrão de abertura dos estômatos, permanecendo mais ou menos constante durante todo o período experimental. Sob imposição lenta de déficit hídrico, as plantas nas duas últimas avaliações, apresentaram uma baixa transpiração, semelhante à daquelas sob déficit hídrico severo, que já estava ocorrendo na avaliação anterior. Em relação à adição de calcário e silicato, de maneira geral, observou-se que, depois de 24 dias de déficit hídrico imposto mais lentamente, os valores de potencial hídrico foram menores nas plantas que receberam silicato na mistura. Em relação à resistência estomática e transpiração, não se detectou nenhuma diferença entre os tratamentos.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, estresse hídrico, silício.

EFFECT OF SILICATED FERTILIZATION IN SUBSTITUTION TO LIMING ON PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF COFFEE SEEDLINGS CULTIVATED IN DIFFERENT WATER STRESS

Abstract:

The plant capacity to tolerate to drought has some anatomical, morphological and physiological characteristics, which has constitutive and inductive nature, that interact among them permitting the process maintenance of growth and development. Diverse nutrients have the capacity to interact in plant metabolism also promote benefits, that can cause increase the stress tolerance. Among them, the Silicium (Si), that can be closely associated with the components of cell wall. The results showed that for coffee growth, the liming can be substituted with the same efficiency by calcium silicate, when it has the water supply. The results obtained for coffee plant vegetative growth, until 18 months of age, suggest that the isolated application of calcium silicate or in substitution of 25% of liming is beneficial for any kind of water stress, mainly the drought. The plant transpiration kept in field capacity conditions followed the pattern of stomata aperture, keeping approximately constant during the experimental period. Considering the slow water stress imposition, the plants in the last two evaluations, showed a low transpiration, similar to that ones on severe water stress, which was already occurring in the previous evaluation. In relation to liming and silicate addition, in a broad sense, it was verified that 24 days after imposing the water deficit slowly the water potential values were lower in plants which received silicate in mixture. In relation to stomatic conductance and transpiration, there were no differences among the treatments.

Key words: *Coffea arabica*, water stress, silicium

Introdução

O déficit hídrico é uma das condições que mais limitam a produção primária dos ecossistemas e o rendimento das culturas, principalmente pelas restrições que impõem à fixação fotossintética do carbono. O estudo das relações hídricas no cafeeiro é de fundamental importância, uma vez que pequenas diminuições na oferta de água podem reduzir substancialmente o crescimento, ainda que não se observem características visíveis da deficiência hídrica. A deficiência hídrica nas folhas ocorre quando a taxa de transpiração excede a taxa de absorção de água e esta deficiência pode ser um componente de variados estresses, como por exemplo, a baixa disponibilidade hídrica do solo, solos salinos ou temperaturas muito baixas (Bray, 1997).

A capacidade das plantas de tolerar a seca existe em função de diversas características anatômicas, morfológicas e fisiológicas, de caráter constitutivo ou indutivo, que interagem permitindo a manutenção dos processos de crescimento e desenvolvimento.

Bioquimicamente, as plantas alteram o metabolismo de várias maneiras, para suportar o estresse ambiental, incluindo a produção e/ou acúmulo de compostos osmorreguladores. O Si pode agir como elemento capaz de induzir mecanismos de defesa da própria planta pela ativação de várias estratégias de defesa, incluindo síntese de compostos fenólicos e produção de lignina, suberina e calose na parede celular das plantas (Menzies et al, 1991; Epstein, 1999).

A crescente demanda nutricional por variedades de cafeeiros cada vez mais produtivos, assim como a expansão de lavouras para solos de baixa fertilidade natural, têm exigido uma melhor compreensão da dinâmica dos nutrientes nessa cultura.

Em adição aos nutrientes essenciais, os quais, na deficiência de apenas um deles, a planta é incapaz de completar seu ciclo de vida em todo seu potencial, existe um grupo de elementos que podem ser benéficos ao crescimento da planta. Um dos exemplos conhecidos é o Silício (Si), que pode estar intimamente associado aos constituintes da parede celular.

O tradicional calcário está cedendo lugar ao corretivo silicato de cálcio e magnésio. Essa substituição poderá ser vantajosa quando, em algumas regiões, os silicatos de cálcio ou escórias de siderurgia são facilmente obtidos.

O presente trabalho teve por objetivo verificar o efeito da adubação silicatada em substituição à calagem no crescimento de mudas de cafeeiro, e a capacidade de tolerância ao déficit hídrico desses cafês, comparando tratamentos irrigados na capacidade de campo, suspensão gradual da irrigação e suspensão total da irrigação.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação utilizando-se mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Catuaí com três pares de folhas transplantadas para vasos com capacidade de oito litros, cujo solo foi adubado previamente com as seguintes relações (%) de calcário dolomítico/silicato de cálcio (Agrosilício): 100/0, 75/25, 50/50, 25/75 e 0/100. A adubação foi realizada de acordo com resultados de análise de solo, cujo pH inicial apresentou valor de 4,6, teores de cálcio de 0,7 cmolc.dm⁻³ e de silício de 7 mg.dm⁻³. Antes do plantio foi adicionado 17 g de MAP/vaso para atender as necessidades iniciais de N e P. Até o período de avaliação foram feitas quatro adubações de cobertura com N/K, totalizando 10g de cada elemento.

Decorrido oito meses desde o início do experimento, as mudas que eram irrigadas diariamente, mantendo-se o nível de água no solo próximo à capacidade de campo, foram divididas em 3 grupos com os seguintes regimes hídricos (capacidade de campo - CC, suspensão gradual da irrigação - SGI e suspensão total da irrigação - STI). O experimento foi montado em um esquema fatorial sendo 5 combinações de silicato/silício x 3 regimes hídricos, totalizando 90 plantas em cada regime hídrico.

No início do estabelecimento dos regimes hídricos os vasos foram pesados e mantidos na CC. A cada 6 dias os vasos submetidos a CC eram pesados e a água perdida pela evapotranspiração, repostas. Para o regime de SGI, a reposição foi gradativamente decrescendo, ou seja, os vasos eram pesados e a quantidade de água perdida era repostas sendo reduzida 20% a cada seis dias. Para o regime de STI, a água foi totalmente suspensa a partir do primeiro dia do experimento.

A avaliação do potencial hídrico de antemanhã (ψ_m máximo) foi realizado com o auxílio de uma câmara de pressão (Soil Moisture – Modelo 3005) entre 5:00 e 6:00 h, em folhas do quarto par totalmente expandidas, presentes no ramo ortotrópico em 5 mudas por tratamento. A transpiração, condutância estomática, radiação, temperatura foliar e umidade relativa foram avaliadas entre 9 e 10 h, nos mesmos dias, com o auxílio de um porômetro (Steady State Porometer, Licor. 1600M), utilizando a primeira folha do par totalmente expandido mais próximo do ápice do ramo ortotrópico, em 5 mudas por tratamento. No final do experimento foram avaliados a massa seca de caule, folhas e raízes.

Resultados e Discussão

Para o regime hídrico de solo na capacidade de campo, observa-se que as relações 100/0, 75/25 e 0/100 de calcário/silicato de cálcio, proporcionaram maior massa seca de folhas, raízes e caule, não diferindo entre si, quando comparadas com as relações 50/50 e 25/75 (Figura 1). Esses resultados demonstram que, para o crescimento do cafeeiro, o calcário pode ser substituído com a mesma eficiência pelo silicato de cálcio, quando se tem um adequado suprimento de água.

Sob condições de lenta imposição de déficit hídrico, as maiores massas secas de folha, raiz e caule ocorreram quando se aplicou calcário e silicato de cálcio nas relações 75/25 e 0/100 (Figura 1). A relação 50/50, apesar de ter proporcionado um pequeno crescimento de massa seca de folha (Figura 1A), mostrou ser eficiente para os crescimentos de raízes e caule (Figuras 1B e C). Quando a irrigação foi totalmente suspensa, caracterizando um déficit hídrico severo, verificou-se que somente a relação 0/100 promoveu um maior crescimento de raízes e de caule (Figura 2B e C).

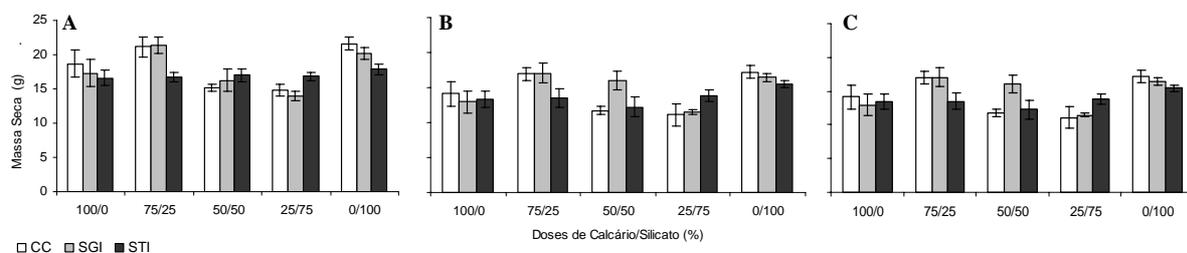


Figura 1. Produção de matéria seca de folhas (A), raiz (B) e caule (C) de mudas de cafeeiro da cv. Catuaí de oito meses de idade, após 30 dias de cultivo nos regimes hídricos, capacidade de campo (CC), suspensão gradual da irrigação (SGI) e suspensão total da irrigação (STI) em solo com diferentes relações calcário/silicato de cálcio. As barras representam o erro padrão da média de 4 repetições.

Os resultados observados para o crescimento vegetativo de plantas de café, até os 18 meses de idade, sugerem que a aplicação isolada de silicato de cálcio ou em substituição a 25% do calcário é benéfica para qualquer regime hídrico, principalmente, seca. Essa maior produção de matéria seca nos tratamentos com 100% de silício poderia estar relacionado ao fato desse elemento estar aumentando a taxa fotossintética das plantas, pois o acúmulo de Si nas células da epiderme mantém as folhas mais eretas aumentando a penetração da luz no dossel (Pozza, 2004).

As plantas cultivadas na capacidade de campo apresentaram valores constantes de potencial hídrico durante os 30 dias do experimento demonstrando com isso, o bom controle ambiental sobre a irrigação sem variações significativas em função das combinações de silicatos e calcário (Figura 2).

Os valores de potencial hídrico das plantas sob gradual imposição do déficit hídrico, permaneceram em torno de -0,5 MPa até os 18 dias, caindo para -1,0 a -1,5 MPa, aos 24 dias. Ao final do experimento, a exceção das plantas do tratamento 100/0, todas as outras atingiram valores na faixa de -1,8 a -2,5 MPa. As plantas sob suspensão total da irrigação, apresentaram uma queda brusca no potencial hídrico, atingindo valores de -2,5 MPa já aos 24 dias, independente dos tratamentos.

As plantas que receberam os tratamentos 100/0, 75/25 e 0/100 mostraram os maiores crescimentos aos 30 dias de experimento (Figura 1). Considerando que -2,5 MPa é o valor considerado crítico para o crescimento e desenvolvimento do cafeeiro, esses resultados demonstram que esse crescimento positivo ocorreu até os 24 dias, quando as plantas apresentaram um potencial hídrico de -1,5 MPa ou maior, ou seja, um déficit hídrico moderado.

Os valores de potencial hídrico refletiram no movimento estomático das plantas, aqui caracterizado pela resistência estomática (Figura 3). Para as plantas na capacidade de campo e sob imposição de lento déficit hídrico, os estômatos permaneceram proporcionalmente abertos, até os 30 dias de experimento, apesar dos baixos valores de potencial hídrico das plantas sob desse último tratamento. Quando da suspensão total da irrigação, os estômatos apresentaram para todos os tratamentos aos 18 dias, um súbito fechamento (Figura 3). Nesse período, o potencial hídrico das plantas, a exceção daquelas do tratamento 50/50 que apresentaram um potencial hídrico de -2,0 MPa, permanecia abaixo de -1,4 MPa. Aos 24 dias quando o potencial hídrico de todas as plantas ficou abaixo de -2,5 MPa, os mecanismos de controle de abertura e fechamento estomático aparentemente perderam a funcionalidade, uma vez que eles abriram e fecharam totalmente aos 30 dias.

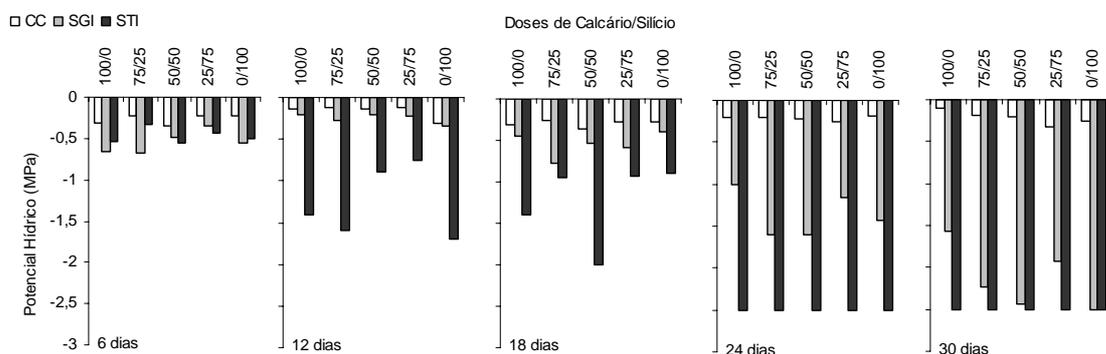


Figura 2. Potencial hídrico foliar de plantas de cafeeiro da cv. Catuaí, submetidas a 5 combinações de calcário/silício, e três regimes hídricos (capacidade de campo – CC, suspensão gradual da irrigação – SGI e suspensão total da irrigação - STI) em cinco épocas de avaliação: 23/11(6 dias), 29/11(12 dias), 05/12(18 dias), 11/12(24 dias) e 17/12(30 dias). As barras representam o erro padrão da média de 3 repetições.

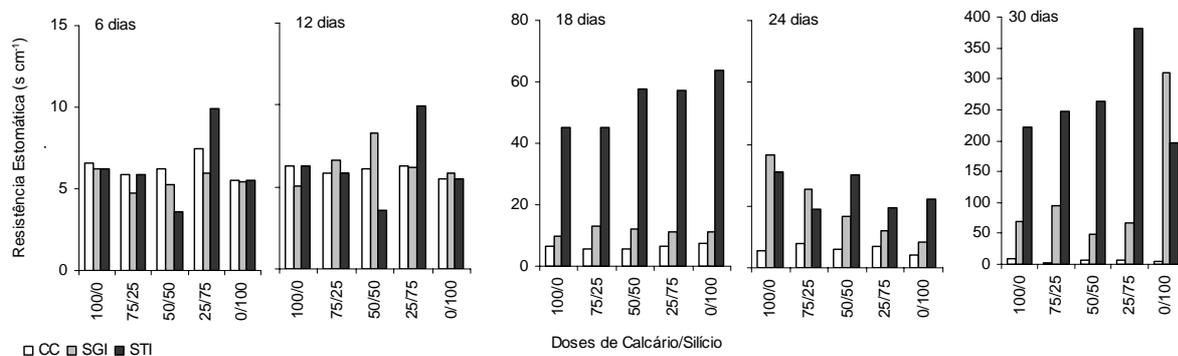


Figura 3. Resistência estomática de plantas de cafeeiro da cv. Catuaí, submetidas a 5 combinações de calcário/silício, e três regimes hídricos (capacidade de campo – CC, suspensão gradual da irrigação – SGI e suspensão total da irrigação - STI) em cinco épocas de avaliação: 23/11(6 dias), 29/11(12 dias), 05/12(18 dias), 11/12(24 dias) e 17/12(30 dias). As barras representam o erro padrão da média de 3 repetições.

A transpiração das plantas na capacidade de campo seguiu o padrão de abertura dos estômatos, permanecendo mais ou menos constante durante todo o período experimental (Figura 4). Sob imposição lenta de déficit hídrico, as plantas nas duas últimas avaliações, apresentaram uma baixa transpiração, semelhante à daquelas sob déficit hídrico severo, que já estava ocorrendo na avaliação anterior. Esses resultados refletem mais a influência do déficit hídrico no fechamento estomático (figura 3), que ocorreu por ocasião da terceira avaliação, do que do padrão de crescimento das plantas.

Em relação à adição de calcário e silicato, de maneira geral, observou-se que, depois de 24 dias de déficit hídrico imposto mais lentamente, os valores de potencial hídrico foram menores nas plantas que receberam silicato na mistura (Figura 2). Em relação à resistência estomática e transpiração, não se detectou nenhuma diferença entre os tratamentos.

DaMatta et al (1991), estudando o uso da água e a tolerância à seca em *Coffea canephora*, observaram que, nos genótipos sensíveis, o Ψ_w foi consideravelmente menor que nos tolerantes à seca, indicando menor capacidade de recuperação do status hídrico foliar ao longo do período da deficiência hídrica.

Em condições de baixos potenciais hídricos foliares, o fechamento dos estômatos parece ser uma das primeiras estratégias utilizadas pelas plantas do cafeeiro para minimizar as perdas de água ocorridas com a transpiração. Porém, os estômatos também respondem às variações no déficit de pressão de vapor (Barros, 1997). Reduções na abertura estomática em resposta a baixos potenciais hídricos foliares têm sido relatadas por diversos trabalhos e, em geral, evidenciam a relação com diminuições na transpiração e taxa fotossintética (DaMatta, 1991).

DaMatta et al (1993) observaram, em *Coffea arabica* cv Catuaí Vermelho, que a redução na fotossíntese, nas fases iniciais da seca, é governada, principalmente, por fatores não estomáticos, enquanto em *Coffea canephora* cv Conilon fatores estomáticos estariam associados com a redução do seu desempenho fotossintético.

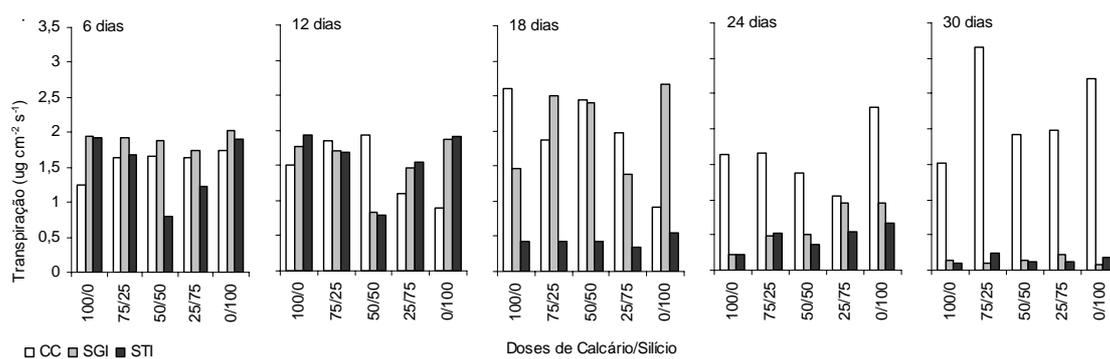


Figura 4. Transpiração de plantas de cafeeiro da cv. Catuaí, submetidas a 5 combinações de calcário/silício, e três regimes hídricos (capacidade de campo – CC, suspensão gradual da irrigação – SGI e suspensão total da irrigação - STI) em cinco épocas de avaliação: 23/11(6 dias), 29/11(12 dias), 05/12(18 dias), 11/12(24 dias) e 17/12(30 dias). As barras representam o erro padrão da média de 3 repetições.

Conclusões

Em relação ao crescimento do cafeeiro, o calcário pode ser substituído com eficiência pelo silicato de cálcio, quando se tem um adequado suprimento de água.

A aplicação isolada de silicato de cálcio ou em substituição a 25% do calcário é benéfica para qualquer regime hídrico, principalmente, seca.

Referências Bibliográficas

BARROS, I. de. Produção das variedades caturra e mundo novo de café em função do espaçamento, número de plantas por cova e condução das plantas. Piracicaba, SP, 1997 82 p. Tese - Mestrado em Fitotecnia

BRAY, E. A Plant responses to water deficit. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 2, n. 2, p. 48-54, Feb, 1997.

DaMATTA, F. M. Alguns aspectos das relações hídricas em cultivares de *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora*. 1991. 45p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

DA MATTA, F. M. et al.; Water relations of coffee leaves (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*) in response to drought. **Journal of Horticultural Science**. London, v. 68, n. 5, p. 741-746, Sept, 1993.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 641-664, 1999.

MENZIES, J. G.; EHRET, D. L.; GLASS, A D. M.; HELMER, T.; KOCH, C.; SEYWERD, F. The influence of silicon on cytological interactions between *Sphaerotheca fuliginea* and *Cucumis sativus*. **Physiology Molecular Plant Pathology**, London, v. 39, n. 4, p. 403-414, Apr. 1991.

POZZA, A. A. A. Silício em mudas de cafeeiro: efeito na nutrição mineral e na susceptibilidade à cercosporiose em três variedades. Lavras: UFLA, 2004. 83p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).