

**EFEITO DA ADUBAÇÃO SILICATADA NA
ACLIMATIZAÇÃO DE CALANCHOE E
CRISÂNTEMO**

MARIA LEANDRA RESENDE

2008

MARIA LEANDRA RESENDE

**EFEITO DA ADUBAÇÃO SILICATADA NA ACLIMATIZAÇÃO DE
CALANCHOE E CRISÂNTEMO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora:
Profa. Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Resende, Maria Leandra.

Efeito da adubação silicatada na aclimatização de calanchoe e
crisântemo/ Maria Leandra Resende. -- Lavras : UFLA, 2008.

75 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Patrícia Duarte de Oliveira Paiva.

Bibliografia.

1. Crisântemo. 2. Calanchoe. 3. Produção de mudas. 4. Silício. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.93338

MARIA LEANDRA RESENDE

**EFEITO DA ADUBAÇÃO SILICATADA NA ACLIMATIZAÇÃO DE
CALANCHOE E CRISÂNTEMO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

Aprovada em 6 de março de 2008

Prof. Dr. Antônio Paulino da Costa Netto

FESP/ UEMG

Pesq. Dra. Schirley Fátima N. S. C. Alves

Pesquisadora/ FAPEMIG

Profa. Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva
UFLA
Orientadora

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

MEU SENHOR E MEU DEUS!!!

JO – 21,28

A Deus pela força nos momentos difíceis;
Aos meus pais Ézio e Josina, exemplos de vida,
amor, compreensão;
Aos meus irmãos Dehon, Edgar, Maria de Lourdes e Nivaldo, nosso
intercessor junto a Deus;
Ao meu noivo Emersom;
AMO TODOS VOCÊS!!!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem Ele nada sou.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado e à Universidade Federal de Lavras pela oportunidade, infra-estrutura e apoio aos aprendizados e trabalhos realizados em minha vida acadêmica.

Agradeço e dedico à minha orientadora Patrícia Duarte de Oliveira Paiva, pelos ensinamentos proporcionados.

Um agradecimento especial para minha família, meus pais Ézio e Josina, aos meus irmãos, meus sobrinhos pela alegria e sorrisos em todos os momentos: Ewerton, Evandro, Marcos, Felipe. E aos meus “filhinhos de coração”, meus afilhados Eduardo e Isabela.

Ao meu noivo Emerson pelo carinho, dedicação e paciência, sempre me acompanhando.

Aos amigos do NEPAFLOR (Núcleo de Estudos em Paisagismo e Floricultura) pela amizade, ajuda em todos os momentos. E, de maneira geral, a todos os colegas de pós-graduação.

Às minhas grandes amigas Elka e Simone pelo grande ensinamento, apoio e, principalmente, credibilidade. Muito obrigada.

Às meninas que me ajudaram, e muito, na realização dos experimentos: Cíntia, Carolina e Karina.

Aos laboratoristas Vantuil e Claret.

À Cyntia pela ajuda na realização dos cortes anatômicos.

Às minhas amigas de república, minha segunda família, Márcia e Beatriz, pela amizade, companheirismo e ótima convivência.

À minha irmã Maria de Lourdes, que, mesmo à distância, sempre esteve presente.

A todas as pessoas que participaram desta importante conquista.

BIOGRAFIA

MARIA LEANDRA RESENDE, filha de Ézio Resende e Josina Aparecida de Resende, nasceu em 24 de agosto de 1976, em Lavras, Minas Gerais.

Cursou o primeiro grau na Escola Estadual Tiradentes e o segundo grau, no Colégio Tiradentes da Polícia Militar de Lavras, MG.

Em 1999, iniciou o curso de graduação em Engenharia Agrônômica na Universidade Federal de Lavras, concluindo-o em janeiro de 2004. Durante o curso, foi bolsista no Laboratório de Análises de Sementes no período de 2001 a 2003. Atuou também como estagiária do Setor de Floricultura e Paisagismo durante o ano de 2004, acompanhando diversos trabalhos de pesquisa e projetos paisagísticos.

Iniciou o curso de Mestrado em Agronomia-Fitotecnia em março de 2005, nesta mesma instituição.

Durante o curso de mestrado, exerceu a vice-presidência do Núcleo de Estudos em Paisagismo e Floricultura - NEPAFLOR, participando da organização de eventos como o 2º Simpósio de Paisagismo e o 3º Simpósio Internacional de Paisagismo e, ainda, atuou na organização e ministração de cursos de arranjos florais.

SUMÁRIO

RESUMO	ii
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 A Floricultura no Brasil	2
2.2 A cultura de tecidos na produção de plantas ornamentais.....	3
2.2.1 Aclimatização de plantas.....	3
2.2.1.1 Aclimatização de plantas ornamentais.....	4
2.3 O silício.....	5
2.3.1. Essencialidade do silício.....	5
2.3.2 Absorção do silício.....	6
2.3.3 Fontes de Silício.	7
2.3.4 Benefícios do silício.....	7
2.3.5 Silício no crescimento e produtividade.....	8
2.3.6 Utilização do silício em via foliar, meio de cultura e em solução nutritiva.....	8
2.3.7 Silício e a resistência a estresses bióticos e abióticos.....	9
2.3.8 O silício na aclimatização de plantas.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1 Espécies utilizadas.....	11
3.1.1 Crisântemo.....	11
3.1.2 Calanchoe.....	12
3.2 Obtenção das mudas.....	12
3.3 Tratamentos.....	13
3.4 Avaliações.....	15
3.4.1 Caracteres agronômicos.....	15
3.4.2 Quantificação da clorofila.....	15
3.4.3 Análises anatômicas.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5 CONCLUSÕES.....	60
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

RESUMO

Resende, Maria Leandra. **Efeito da adubação silicatada na aclimatização de calanchoe e crisântemo.** 2008. 75p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, MG.¹

Para a obtenção de mudas e plantas ornamentais de boa qualidade, algumas técnicas são adotadas como a propagação utilizando cultura de tecidos, sendo essa, uma alternativa para a obtenção de um grande número de plantas, em curto espaço de tempo, garantindo uniformidade e qualidade fitossanitária. A aclimatização consiste em uma das etapas críticas do processo de micropropagação, pois representa um estresse para as plântulas, podendo essas também serem infectadas por fungos e bactérias nesse estágio. O silício é um nutriente que possui como função, entre outras, proporcionar resistência às plantas. O uso do silício na etapa de aclimatização pode minimizar o efeito do déficit hídrico tornando a planta mais resistente. Objetivou-se nesse trabalho verificar o efeito do silício na aclimatização de plantas micropropagadas, sendo testado seu efeito para crisântemo e calanchoe. Após o desenvolvimento *in vitro*, as plantas foram transferidas para bandejas de isopor com substrato comercial Plantmax[®] para as mudas de calanchoe e Rendmax[®] para as mudas de crisântemo. As plantas receberam em adubação foliar, silicato de potássio e silicato de sódio, separadamente, nas doses de 0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 mg. L⁻¹ de silício. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições e três plantas por parcela. As plantas foram mantidas em ambiente com e sem nebulização intermitente. O uso do silício não alterou a altura das plantas aos 30 dias quando se realizaram as avaliações. As fontes e doses de silício não influenciaram o pegamento das plantas, sendo esse de 100% para ambas as espécies. Analisando-se o teor de clorofila, o uso de silicato proporcionou maior teor de clorofila em plantas de calanchoe mantidas em ambiente sem nebulização. Para as plantas de crisântemo mantidas sob nebulização, a adubação silicatada influenciou no diâmetro de estômatos. Não houve variação na espessura das epidermes de ambas as espécies.

¹ Comitê Orientador: Patrícia Duarte de Oliveira Paiva – DAG/UFLA (Orientadora)

ABSTRACT

Resende, Maria Leandra. **Effect of silicate fertilization on both kalanchoe and chrysanthemum.** 2008. 75p. Dissertacion (Master Degree on Phitotechny) – Federal University of Lavras, MG.²

In order to obtain both quality, cuttings and ornamental plants the propagation through tissue culture technique was used for increases the number of plants and decreases time consumption. It also ensures both plant uniformity and phitosanitary quality. Acclimatization is one of the most critical phases of the micro propagation process as it not only is stressful for the seedlings but also make them vulnerable fungi and bacteria. Silicon is a nutrient whose function is, among others, to give plants resistance. Its use during the acclimatization phase may minimize the water stress, thus increasing plant resistance. This work as carried out with the objective of finding the silicon effect on the acclimatization of micro propagated plants with focus on chrysanthemum and kalanchoe. After being grown in vitro, plants transferred to trays containing commercial substrate Plantmax[®] for kalanchoe and Rendmax[®] for chrysanthemum. They were then were treated separately with leaf fertilizer, potassium silicate and sodium silicate in doses as follows: 0; 0,5; 1,0; 1,5 and 2,0 mg. L⁻¹ silicon. A randomized – block design in a 2 x 5 factorial arrangement with four replications and three plants per plot was used. Plants were kept in environment either with or without intermittent nebulization. Results show that silicon did not seem to affect plants height after a thirty-day-evaluation. Neither sources nor doses of silicon influenced on the plants budding being of 100% for two species. Silicates was found to increase the chlorophyll content in kalanchoe plants kept in environment with no nebulization. However, when this nutrient was used on chrysanthemum plants kept under nebulization it influenced on the stomata diameter of the plant as well as the parenchyma's thickness. No response for epidermis thickness.

²Guidance Committee: Patrícia Duarte de Oliveira Paiva – UFLA (Advisor).

1 INTRODUÇÃO

Para a obtenção de mudas e plantas ornamentais de boa qualidade, algumas técnicas são adotadas, como a propagação por meio da cultura de tecidos, sendo uma alternativa para a obtenção de um grande número de plantas em curto espaço de tempo, garantindo uniformidade genética e qualidade fitossanitária (Dublin, 1984).

A aclimatização consiste em uma das etapas críticas do processo de micropropagação, pois é um estresse para as plântulas, podendo serem infectadas por fungos e bactérias (Tombolato & Costa, 1998), levando à morte de plantas. Quando isso ocorre em grande escala, tem-se prejuízos econômicos consideráveis (Fior & Kampf, 1999).

Um dos fatores que dificulta o processo de aclimatização é o estresse hídrico sofrido pela planta. Esse processo pode ser amenizado pela irrigação, principalmente pelo uso da nebulização. O uso do silício pode minimizar os danos por estresse causados por fatores bióticos ou abióticos, como o déficit hídrico. O silício também tem sua atividade relacionada com características estruturais, bioquímicas e biológicas da planta, como na ativação de genes que atuam nas defesas das plantas (Filho, 1999).

Dessa forma, a utilização do silício durante a fase de aclimatização é alternativa para reduzir perdas e aumentar a resistência das plantas ao pegamento. Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito da adubação com silício na fase de aclimatização de plântulas micropropagadas de crisântemo e calanchoe.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Floricultura no Brasil

A floricultura no Brasil, embora presente no cotidiano desde o final do século XIX, era pouco expressiva até meados da década de 50. As flores eram cultivadas principalmente nos jardins das residências e, quando exploradas profissionalmente, era uma atividade paralela a outras (Salomé, 2007).

Com o tempo, a atividade aumentou principalmente por meio da participação de imigrantes japoneses e holandeses que, até nos dias atuais, vêm contribuindo de forma expressiva para a produção nacional (Buainain, 2007).

A floricultura brasileira constitui um setor muito competitivo, que está em plena expansão, e movimenta bilhões de dólares em todo o mundo, sendo a Holanda seu principal exportador, seguida pela Colômbia e Itália (Stringueta et al., 2002; Mota, 2007).

Até o primeiro semestre de 2007, o Brasil manteve o ritmo nas exportações atingindo o valor de US\$ 17,28 milhões, o que representou um crescimento de 5,38% em relação ao mesmo período no ano anterior (Junqueira & Peetz, 2007).

Segundo ainda Junqueira e Peetz (2007), o setor da floricultura responsável pelo maior crescimento das exportações foi o de mudas de plantas ornamentais (US\$ 8,79 milhões), com 50,85% do total exportado sendo os principais destinos destas mudas Holanda, EUA, Itália e Bélgica. Destacando assim a importância de obter mudas com qualidade para garantir mercado e confiabilidade dos compradores, pois a produção de flores e plantas ornamentais constitui uma atividade altamente promissora, porém, para que essa atividade traga benefícios satisfatórios é necessário o uso de tecnologias avançadas.

2.2 A cultura de tecidos na produção de plantas ornamentais

A floricultura é uma atividade agrícola dinâmica e exigente em relação à qualidade dos produtos pelo mercado consumidor, no entanto, essas exigências são mais evidentes para os produtos exportados (Buainain, 2007).

Nesse contexto, a produção de mudas *in vitro* apresenta vantagens sobre os métodos convencionais de propagação, como multiplicação rápida e obtenção de grande número de plantas com alta qualidade genética e fitossanitária. Soma-se a isso a possibilidade de obtenção de plantas matrizes sadias (Fachinello, 1999).

As principais espécies ornamentais micropropagadas são orquídeas, espatifilos, violetas e samambaias. No entanto, muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas com crisântemo, gérbera, gloxínia, copo-de-leite, entre outras (Tombolato & Costa, 1998).

A propagação *in vitro* é um processo complexo que envolve várias etapas: assepsia da planta-mãe para retirada dos explantes, seleção dos explantes, multiplicação *in vitro*, enraizamento e aclimatização. Entre essas etapas a aclimatização consiste a fase crítica do processo (Pasqual, 2004).

2.2.1 Aclimatização de plantas

A aclimatização de plantas é o processo no qual a planta cultivada *in vitro* é levada para a condição *ex vitro*, normalmente para casa de vegetação com o objetivo de se adaptar para superar as dificuldades que as plântulas obtidas por cultura de tecidos enfrentam, quando são removidas dos tubos de ensaio (Grattapaglia & Machado, 1990). Dentre essas dificuldades pode-se destacar a baixa umidade, em comparação com o ambiente *in vitro*.

O sucesso dessa técnica requer que as plantas que se desenvolveram heterotroficamente, sob condições de alta umidade, posteriormente se

desenvolvam autotroficamente, em condições de moderada ou baixa umidade, temperaturas e luminosidades elevadas (Zimmerman, 1988).

De acordo com Albert (2004), a micropropagação produz plantas com folhas mais finas, o que pode ser comprovado observando-se as estruturas foliares, nas quais os parênquimas aquífero e clorofiliano apresentam-se menos espessos em comparação com as plantas já aclimatizadas. Em consequência, pode ocorrer a morte de parte dessas plantas, com perda de vigor e subsequente dessecação uma vez que, com os parênquimas mais finos, essas plantas são mais sensíveis (Sutter & Hutzell, 1984).

Outra justificativa para o dessecação das plantas micropropagadas é o mecanismo de abertura e fechamento estomático, que é ineficiente.

No entanto, Grattapaglia e Machado (1990) citam também outros fatores limitantes da aclimatização como: a passagem de um ambiente com baixo fluxo respiratório (*in vitro*) para um ambiente que demanda elevada taxa respiratória; a passagem do meio heterotrófico (*in vitro*) para ambiente autotrófico; rápida absorção de sais; e o fato da planta passar de um ambiente asséptico para outro, em que estará sujeita ao ataque de microrganismos e de pragas.

Quando se trabalha em larga escala, mesmo com um percentual relativamente pequeno de morte dessas plantas, isso pode significar um prejuízo econômico considerável causado pelo alto investimento e emprego de mão-de-obra nessa técnica (Fior & Kampf, 1999).

2.2.1.1 Aclimatização de plantas ornamentais

A aclimatização é uma etapa indispensável para a micropropagação de plantas ornamentais. Para algumas espécies, a presença de raízes para a aclimatização não é limitante. Segundo Dunstan e Turner (1984), as plantas podem ser aclimatizadas com a presença de raízes, sendo essas formadas *in vitro*, ou sem raízes. Hatzilazarou et al. (2006) trabalhando com gardênia,

verificou que para essa espécie, a porcentagem de pegamento é pouco influenciada pela presença das raízes. Neste caso, o fator determinante para o pegamento das plantas são as condições necessárias para que as raízes desenvolvam-se como umidade, substrato e sombreamento.

O substrato é um fator de extrema importância na aclimatização. Em gérbera, Rezende (2005) obteve 100% de sobrevivência utilizando um substrato comercial 30/10 Vida Verde. Silva et al., (2003) verificaram que os substratos Plantmax[®] ou Plantmax[®] + vermiculita são ideais para a aclimatização de plantas de gloxínia obtendo também maior número de botões florais. Bosa et al., (2003) obtiveram de 90% a 98% de pegamento de mudas de gipsofila após aclimatização, e Rodrigues et al. (2005), trabalhando com helicônia (*Heliconia bihai*), verificaram melhor desenvolvimento e pegamento nas plantas quando aclimatizadas sob sombreamento entre 50% e 80%.

A umidade relativa também pode influenciar na porcentagem de pegamento. Segundo Wardle et al. (1983) a transferência das plantas de crisântemo para um ambiente com baixa umidade pode ocasionar a morte das plantas.

2.3 O silício

O silício é o segundo elemento mais abundante no solo (27%), apenas o oxigênio está em maior proporção (Malavolta, 1980), entretanto pode ocorrer a diminuição desse elemento no solo em cultivo intensivo e com uso de práticas contínuas de monocultura (Korndörfer, 2001).

2.3.1 Essencialidade do silício

Elemento essencial é aquele que, na sua ausência a planta não completa o seu ciclo e não pode ser substituído por outro (Malavolta et al., 1997). No entanto, segundo Furlani (2004), alguns elementos minerais estimulam o

crescimento da planta, mas não são essenciais, ou o são apenas para algumas espécies ou condições específicas. Esses elementos são considerados benéficos, mas, na sua ausência não são limitantes para o desenvolvimento da planta. Entre esses elementos citam-se o cobalto, sódio e silício (Korndörfer, 2006).

O silício foi recentemente incluído na Legislação Brasileira de Fertilizantes, como um micronutriente (BRASIL, 2004).

O silício é essencial para um pequeno número de espécies silicófilas, como *Equisetum arvense* ou cavalinha como é conhecida (Malavolta, 1980). Além de ornamental, a cavalinha é considerada também uma planta medicinal, e muito utilizada em composições com outras plantas próximo a fontes e lagos e também em arranjos florais.

2.3.2 Absorção do silício

Quando o silício é aplicado no solo, é absorvido pela planta na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4) e translocado por fluxo de massa, se acumulando principalmente nas áreas de maior transpiração, na forma de ácido silícico polimerizado, chamado também de sílica amorfa. Aproximadamente, 99% do silício presente na planta encontra-se na forma polimerizada e, menos de 1%, está na forma monomérica ou iônica (Korndörfer et al., 2005). Entretanto, a capacidade de absorção do silício é muito variável entre e dentro de espécies, variando também o teor desse elemento, nos diferentes órgãos da planta (Nable et al, 1990).

Desse modo, algumas plantas são consideradas acumuladoras de silício, e outras, não acumuladoras. De acordo com Ma et al. (2001), as plantas acumuladoras possuem em suas folhas um teor de silício maior que 1%, e as plantas não acumuladoras apresentam um teor de silício inferior a 0,5%. Entre as plantas acumuladoras destacam-se principalmente as gramíneas, como o arroz e cana-de-açúcar.

A maioria das eudicotiledôneas ou tricolpadas (dicotiledôneas) é considerada não acumuladora de silício (Faquin, 2005). As dicotiledôneas compreendem a maior parte das angiospermas e possuem dois cotilédones, raiz com crescimento secundário e folhas com nervação bastante variada.

2.3.3 Fontes de Silício

Existem muitas fontes de silício utilizadas na agricultura, incluindo desde produtos mais solúveis, especializados para a adubação foliar, até escórias industriais que são aplicadas diretamente no solo (Filho et al., 1999).

De acordo com De Datta (1981) e Pereira et al. (2003), a eficiência da adubação depende da fonte de silício utilizada e a dosagem da sua reatividade, do tipo de cultura e da quantidade de silício no solo (Martinati, 2007).

2.3.4 Benefícios do silício

Entre os inúmeros benefícios do silício na planta, Epstein (1994), destaca melhor eficiência fotossintética da planta, uma vez que sua presença proporciona a formação de folhas mais eretas, aumentando a penetração de luz.

O silício também confere às plantas a estruturação da parede celular de folhas, causada pela deposição junto à cutícula, conferindo resistência e também amenizando os efeitos de estresse biótico e abiótico (Epstein, 1999). Nesse contexto, Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) verificaram que o silício provoca efeitos indiretos que, no conjunto, contribuem para maior produtividade da cultura. Entre esses efeitos indiretos, o silício melhora a arquitetura das plantas, ao proporcionar folhas mais eretas, diminuindo desse modo, o auto-sombreamento. Ainda reduz o acamamento e aumenta a rigidez dos tecidos (Kornodörfer, 2006).

2.3.5 Silício no crescimento e produtividade vegetal

Prado (2005) trabalhando com resíduos industriais de silício na adubação de mudas de maracujazeiro, verificou um acréscimo na altura e número de folhas e diâmetro do caule dessas mudas. Entretanto Mello et al., (2003) não observaram aumento no teor de matéria seca e na produtividade de *Brachiaria*, quando utilizaram o silicato de cálcio.

Oliveira et al. (2006) estudando o efeito de diferentes doses de potássio e silício na produção de crisântemo, observaram que, para a maior dose de potássio utilizada (300 mg. dm⁻³), houve aumento de massa dose dependente de silício.

2.3.6 Utilização do silício em via foliar, meio de cultura e em solução nutritiva

Atualmente, é crescente o uso da adubação com silício (Si) em diversas culturas, principalmente por meio de fontes pouco solúveis como silicato de cálcio e silicato de magnésio. Mais recentemente, vêm sendo divulgadas pesquisas com resultados positivos do uso de fontes solúveis de Si aplicadas via foliar e em soluções nutritivas.

Rodrigues (2005) verificou que a adição de silício na solução de fertirrigação para crisântemo proporcionou maior resistência às plantas. Segundo a autora, nos horários mais quentes do dia, as plantas adubadas com as maiores concentrações de silício, apresentavam-se menos murchas e a presença do silício também proporcionou a formação de plantas de melhor qualidade.

O silício está sendo utilizado também em meio de cultura na produção *in vitro* de mudas. Zhou (1995) verificou que o uso do silicato de cálcio, adicionado ao meio de cultura, proporcionou formação de folhas maiores em *Phalaenopsis*.

O silicato de cálcio adicionado ao meio de cultura proporcionou a formação de plantas de gérbera com maior número de brotos, folhas e raízes enquanto que maior altura foi obtida com o uso de silicato de potássio (Silva, 2007).

Para orquídea, Soares et al. (2006a) verificaram maior número de brotos com a aplicação do Supa Potássio[®] adicionado ao meio de cultura e maior comprimento da parte aérea, número de raízes e comprimento médio de raízes com o Supa Potássio[®] associado à altas concentrações de silicato de sódio.

2.3.7 Silício e a resistência a estresses bióticos e abióticos

O acúmulo de Si junto à cutícula das folhas permite proteção às plantas e ameniza os efeitos de estresse hídrico, salino e do ataque de pragas e doenças (Epstein, 1999). Tuna et al. (2008) trabalhando com plantas de trigo, verificaram que o silício alivia o efeito da salinidade, diminuindo a absorção de sódio e, ao mesmo tempo, mantendo o transporte de potássio e cálcio. Liang et al. (2001) que observaram que o silício diminuiu a toxidez por alumínio em cevada e milho (Corrales et al. 1997), e teosinte (Barcelo et al.1993). Também, Voogt et al. (2005) avaliaram o efeito do silício no desenvolvimento em algumas plantas ornamentais como a poinsetia (*Euphorbia pulcherrima*) e verificaram, como consequência, melhor distribuição de manganês.

O silício ocorre com mais frequência nas regiões onde a água é perdida em maior quantidade na planta. Esses depósitos de sílica nos tecidos foliares, junto às células-guarda dos estômatos e outras células epidérmicas, promovem a redução na taxa de transpiração (Dayanandam et al., 1983), principalmente em gramíneas.

Mello et al. (2003) observaram que o silicato de cálcio não foi eficiente para regular a transpiração em plantas de *Brachiaria*, não havendo aumento na resistência ao déficit hídrico. Segundo os autores, isso ocorreu porque a

Brachiaria já apresenta resistência e, por isso, o silício não manifestou seu efeito.

Esse acúmulo de sílica, na parede das células, torna as plantas mais resistentes à ação de fungos e insetos (Dayanandam et al., 1983), causado pela sua associação com constituintes da parede celular, tornando-as menos acessíveis às enzimas de degradação. O mecanismo de defesa da planta pelo silício ainda não está bem elucidado. Segundo Korndörfer e Rodrigues (2007), essa defesa ocorre por modificações anatômicas na planta, com o aumento da espessura da epiderme. Outra hipótese é de o silício favorecer a produção de compostos de defesa, como as fitoalexinas, precursoras da lignina.

Isso foi observado também em plantas pouco acumuladoras de silício: na cultura da soja, o Si contribuiu de forma significativa para a redução da cercosporiose (Nolla et al., 2007) e também reduziu a severidade de incidência de ferrugem (Lima, 2006). Moraes et al. (2004) observaram que a aplicação de silício aumentou o grau de resistência das plantas de trigo diminuindo a ocorrência do pulgão-verde.

2.3.8 O silício na aclimatização de plantas

Soares et al. (2006) verificaram que o silício não é recomendado para aclimatização de orquídeas *Hadrolaelia lobatta* x *Hadrolaelia purpurata*. O silício foi aplicado em adubações foliares nas fontes de Silicato de Sódio, Supa Potássio® e na combinação dessas duas fontes. Porém o silício não promoveu bom desenvolvimento das plantas de orquídea, sendo observado menor número e comprimento de raízes e folhas, decréscimo na matéria seca com o aumento das doses e também menor altura de plantas.

No entanto, ainda são poucas as pesquisas relacionadas ao silício. Principalmente na fase de aclimatização. É importante que novas pesquisas

sejam realizadas a fim de se determinar a eficiência das fontes silicatadas e sua utilização bem como buscar elucidar com precisão a função do silício na planta.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na casa de vegetação do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras.

3.1 Espécies utilizadas

3.1.1 Crisântemo

No experimento foi utilizado o crisântemo *Dendranthema grandiflora* cv. Rage. Essa cultivar pertence ao grupo de crisântemos tipo margarida e é comercializada em vasos ou em hastes, para composição de arranjos florais (Van Zanten, 2006). Suas flores são vermelhas e chamativas, sendo muito apreciadas (Figura 1).



FIGURA 1: *Dendranthema grandiflora* cv. Rage - Fonte: Brasil Flor (2008).

3.1.2 Calanchoe

Para essa espécie foi utilizada a cultivar Mount Loa, a qual possui numerosas flores de tonalidades alaranjadas (Figura 2). Sua tonalidade forte é muito atrativa para decoração e canteiros.



FIGURA 2: *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln cv. Mount Loa.

3.2 - Obtenção das mudas

As mudas foram produzidas por meio de cultura de tecidos, utilizando como explantes segmentos nodais. Os explantes de crisântemo foram inoculados em meio MS (Murashige & Skoog, 1962) e, no caso do calanchoe, foi adicionado ao meio MS, 6 mg L^{-1} , de carvão ativado.

Após 60 dias de cultivo *in vitro*, as mudas foram transferidas para bandejas de isopor de 72 células, contendo substrato comercial e transferidas para casa de vegetação.

Para suprir as necessidades nutricionais, as mudas foram adubadas com Biofert Plus[®], em duas aplicações, a cada cinco dias, na dosagem de $2,5 \text{ ml L}^{-1}$.

3.3 Tratamentos

Após seis dias de estabelecimento em casa de vegetação, as mudas receberam os tratamentos constituídos de duas fontes de silício: silicato de sódio (Na_2O , 22% e SiO_2 , 20%) e silicato de potássio (SiO_2 , 21,5% e K_2O , 12,5%), em cinco doses: 0 (controle), 0,5 mg.L^{-1} ; 1,0 mg.L^{-1} ; 1,5 mg.L^{-1} e 2,0 mg.L^{-1} .

No entanto, para isolar o efeito do silício, foi feita uma adubação de correção para o potássio e sódio, utilizando uréia, nitrato de potássio e nitrato de sódio, conforme discriminado nas tabelas 1 e 2.

TABELA 1: Balanceamento do potássio para isolar o efeito nos tratamentos com aplicação de silicato de potássio. UFLA, Lavras, MG, 2006.

DOSE DE SILÍCIO	URÉIA (mg. L^{-1})	NITRATO DE POTÁSSIO (mg. L^{-1})
0,5	0	14,22
1,0	1,41	9,48
1,5	2,81	4,74
2,0	4,22	0

TABELA 2: Balanceamento do sódio para isolar o efeito nos tratamentos com aplicação de silicato de sódio. UFLA, Lavras, MG, 2006.

DOSE DE SILÍCIO	URÉIA (mg. L^{-1})	NITRATO DE SÓDIO (mg. L^{-1})
0,5	0	22,36
1,0	2,51	15,04
1,5	5,25	7,47
2,0	7,89	0

As plantas foram cultivadas sob sombreamento de 50%, proporcionado por tela sombrite, em casa de vegetação. Os tratamentos foram mantidos em dois ambientes diferentes: casa de vegetação com nebulização intermitente e com irrigação manual.

O delineamento experimental utilizado foi delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 (fontes de silício) x 5 (doses), com quatro repetições e três plantas por parcela.

Os experimentos realizados foram:

a) Experimento 1: efeito da adubação silicatada em plantas de crisântemo com nebulização intermitente

O experimento foi conduzido seguindo a metodologia anterior, sendo utilizado o substrato comercial Rendmax[®] e as plantas foram mantidas em casa de vegetação com nebulização intermitente.

b) Experimento 2: efeito da adubação silicatada em plantas de crisântemo com irrigação manual.

Para este experimento foi utilizado o substrato comercial Rendmax[®], e as plantas mantidas em casa de vegetação foram irrigadas de forma manual, a cada dois dias.

c) Experimento 3: efeito da adubação silicatada em plantas de calanchoe com nebulização intermitente

O experimento foi conduzido seguindo a metodologia anterior, sendo utilizado o substrato comercial Plantmax[®] e as plantas foram mantidas em casa de vegetação com nebulização intermitente.

d) Experimento 4: efeito da adubação silicatada em plantas de calanchoe com irrigação manual.

O experimento foi conduzido seguindo a metodologia anterior, sendo utilizado o substrato comercial Plantmax[®]. As plantas, mantidas em casa de vegetação, foram irrigadas de forma manual a cada três dias.

3.4 Avaliações

3.4.1 Caracteres agronômicos

Trinta dias após o estabelecimento das plantas na casa de vegetação, as mesmas foram avaliadas quanto ao incremento na altura e a porcentagem de pegamento.

3.4.2 Quantificação da clorofila

Para quantificar os teores de clorofila, foram utilizadas três amostras de 0,5 g cada, de tecido foliar fresco, utilizando folhas do terceiro par, retirando a nervura central. O material fresco pesado foi acondicionado em papel alumínio e armazenado em caixa de isopor com gelo para evitar a degradação da clorofila. No laboratório, as amostras foram maceradas em cadinho e pistilo de porcelana com aproximadamente 7 mL de acetona, diluída a 80%. Após a filtragem em papel filtro, o volume foi completado para 15 ml.

A quantificação da clorofila foi realizada em uma sala fechada utilizando apenas luz de coloração verde, para não ocorrer a degradação da clorofila.

As concentrações de clorofila *a*, *b* e total foram determinadas de acordo com o método de Arnon (1949). Os dados foram obtidos com base na leitura das amostras realizadas no espectrofotômetro de luz, em comprimentos de onda definidos em 663 nm para a clorofila *a* e 645 nm para a clorofila *b*.

Os cálculos de mg de clorofila por g de matéria fresca de tecido foliar foram realizados utilizando-se as equações:

Clorofila a = $[12,7 \times A663 - 2,69 \times A645] \times V/1000 W$

Clorofila b = $[22,9 \times A645 - 4,68 \times A663] \times V/1000 W$

Clorofila total= Clorofila a + Clorofila b

Sendo que:

A= absorvância dos extratos nos comprimentos de onda indicados

V= volume final do extrato clorofiliano-cetônico

W= matéria fresca, em gramas, do material vegetal utilizado

3.4.3 Análises anatômicas

Para a realização das análises anatômicas, foram coletadas oito folhas completamente expandidas, retiradas do segundo par a partir do ápice. O material coletado foi imediatamente fixado em solução FAA 70%, sendo essa composta por: formaldeído + ácido acético + álcool 70% por 72 horas, seguindo a metodologia de Johansen (1940). Após esse período, as folhas foram transferidas para a solução de álcool 70% permanecendo aí até a realização dos cortes.

Para o crisântemo e calanchoe, foram realizados cortes paradérmicos e transversais. Os cortes paradérmicos foram realizados manualmente no terço médio das folhas, na superfície abaxial, uma vez que as espécies são hipoestomáticas (Braga, 2006; Lessa, 2006).

Normalmente, é feita a clarificação do material cortado, utilizando hipoclorito de sódio 1%. O calanchoe, por apresentar epiderme bastante clara, não passou por esse processo. Para o crisântemo, clarificou-se toda a folha, por um período de 24 horas, utilizando hipoclorito de sódio na concentração de 1%. Após esse período, as folhas foram imersas em água destilada por um período de

48 horas, realizando troca da água após as primeiras 24 horas. Após este período realizou-se a montagem das lâminas. As lâminas semipermanentes foram preparadas corando os cortes paradérmicos com safranina em glicerina a 1% (v/v) e montadas em água glicerinada na proporção 1:1. Os cortes transversais também foram realizados no terço médio das folhas, utilizando um micrótomo de mesa.

Para a montagem da lâmina, os cortes foram corados com Safrablau (azul de astra (95%) e safranina (5%)), baseada na metodologia adaptada de Kraus e Arduin (1997), utilizando também água glicerinada na proporção de 1:1. Para esses cortes não foi realizada a clarificação para as duas espécies estudadas.

As fotomicrografias foram feitas no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras. Foi utilizada uma câmara fotográfica digital Cannon® PowerShot A620 acoplada a um microscópio KEN-A-VISION TT18.

As variáveis analisadas para os cortes paradérmicos foram: densidade estomática (número de estômatos por mm^2), diâmetros polar e equatorial dos estômatos e sua relação. E, para os cortes transversais, foram realizadas a medição das epidermes adaxial e abaxial, do parênquima paliçádico e esponjoso para o crisântemo e parênquima clorofiliano para o calanchoe. O Software de Medição utilizado foi o Sigma Pro.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, constituído de 20 repetições para os paradérmicos de calanchoe e 15 repetições para o crisântemo. Para os cortes transversais, foram utilizadas 6 repetições para cada uma das duas espécies. Após a análise de variância, utilizou-se o teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade, e análise de regressão polinomial, com auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito da adubação silicatada em plantas de crisântemo

4.1.1 Incremento na altura e porcentagem de pegamento de plantas

Analisando o incremento na altura das plantas, não foi observada diferença em relação aos tratamentos testados tanto para as plantas aclimatizadas com nebulização intermitente, quanto para a irrigação manual (Tabela 3).

TABELA 3: Efeito de diferentes fontes de silício sobre o incremento médio na altura de plantas de crisântemo. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Fontes	Médias	
	Nebulização	Irrigação manual
Silicato de Potássio	0,48 a	0,29 a
Silicato de Sódio	0,55 a	0,32 a

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Esses resultados corroboram com os de Franzote et al. (2005), que não verificaram efeito da aplicação do silício no incremento em altura do feijoeiro. No entanto, Silva (2007), avaliando a adubação silicatada na aclimatização de plantas de gérbera, verificou maior altura quando foi utilizado o silicato de potássio.

As plantas em aclimatização com irrigação manual apresentaram menor incremento na altura quando comparadas com as plantas que ficaram sob nebulização intermitente, no entanto, essa diferença na altura não comprometeu o bom desenvolvimento nas mudas de crisântemo mantidas sob irrigação manual.

A porcentagem de pegamento não foi influenciada, sendo de 100% em todos os tratamentos testados tanto para as plantas mantidas sob nebulização intermitente ou com irrigação manual.

4.1.2 Teor de clorofila

Nas análises de clorofila *a* e *b* e clorofila total, os maiores teores foram observados em plantas que receberam silicato de sódio e, para a relação clorofila *a/b*, ocorreu o inverso, sendo o silicato de potássio superior ao de sódio, em plantas de crisântemo, com nebulização intermitente e com irrigação manual (Tabela 4).

TABELA 4: Teores de clorofila e relação clorofila *a/b* em plantas de crisântemo adubadas com diferentes fontes de silício, em ambiente com nebulização intermitente e com irrigação manual. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Clorofila ($\mu\text{g. L}^{-1}$)	Nebulização intermitente		Irrigação manual	
	Silicato de potássio	Silicato de sódio	Silicato de potássio	Silicato de sódio
<i>a</i>	1,100 b	1,307 a	1,704 b	2,353 a
<i>b</i>	0,628 b	1,017 a	0,697 b	2,045 a
<i>a/b</i>	1,749 a	1,400 b	2,409 a	1,192 b
Total	1,727 a	2,324 a	2,401 b	4,398 a

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A maior relação *a/b* para as plantas aclimatizadas sob irrigação manual, ocorreu pelo aumento de teor da clorofila *b* quando utilizou-se o silicato de sódio, resposta essa bastante interessante, pois segundo Carpentier (1997), a

clorofila *b*, transfere energia para a clorofila *a*, e tem uma taxa de fotooxidação muito mais baixa do que a clorofila *a*, exercendo maior efeito protetor ao aparato fotossintético. Segundo o autor, isso ocorre quando o local é mais sombreado, como o utilizado na aclimatização. Em locais com alta irradiância a clorofila *b* tem uma taxa de fotooxidação maior. O aumento da quantidade de clorofila *b* em relação à clorofila *a* estaria relacionada a uma maior proporção do fotossistema II, que é mais rico em clorofila *b* que *a*, em relação ao fotossistema I (Critchley 1999; Nakazono et al., 2001), fato que favorece a capacidade adaptativa das plantas a ambientes com pouca radiação, como durante a aclimatização.

O conteúdo de clorofila tem relação direta com a eficiência fotossintética que a planta apresenta. Em geral, a proporção entre a quantidade de clorofila *a* e *b* é de 3:1, mas alterações podem ocorrer de acordo com a intensidade luminosa e condições ambientais estressantes (Castro, 2002).

Elawad et al. (1982) e Savant et al. (1999) observaram resultados semelhantes para cana-de-açúcar, no qual o silício aumentou o teor de clorofila total nas plantas.

4.1.3 Análises anatômicas

4.1.3.1 Cortes paradérmicos

Na realização dos cortes paradérmicos do crisântemo, foi observada maior rigidez das folhas que continham as maiores dosagem de silício (1,5 e 2,0 mg. L⁻¹) para as duas fontes avaliadas, apresentando o aspecto de “areia fina”, quando cortadas.

Na clarificação desses cortes, as folhas que estavam nas menores doses de silicato de sódio (0; 0,5; e 1,0 mg. L⁻¹) começaram a desmanchar, comprovando a deposição do silício nas folhas esses resultados corroboram com o trabalho de Melo (2005), no qual a autora afirma que o depósito de silício é muito importante por promover a proteção mecânica da planta.

Estômatos

As folhas de *Dendranthema grandiflora* cv. Rage possuem estômatos do tipo anomocíticos e as células-guarda de formato elíptico (Figura 3).

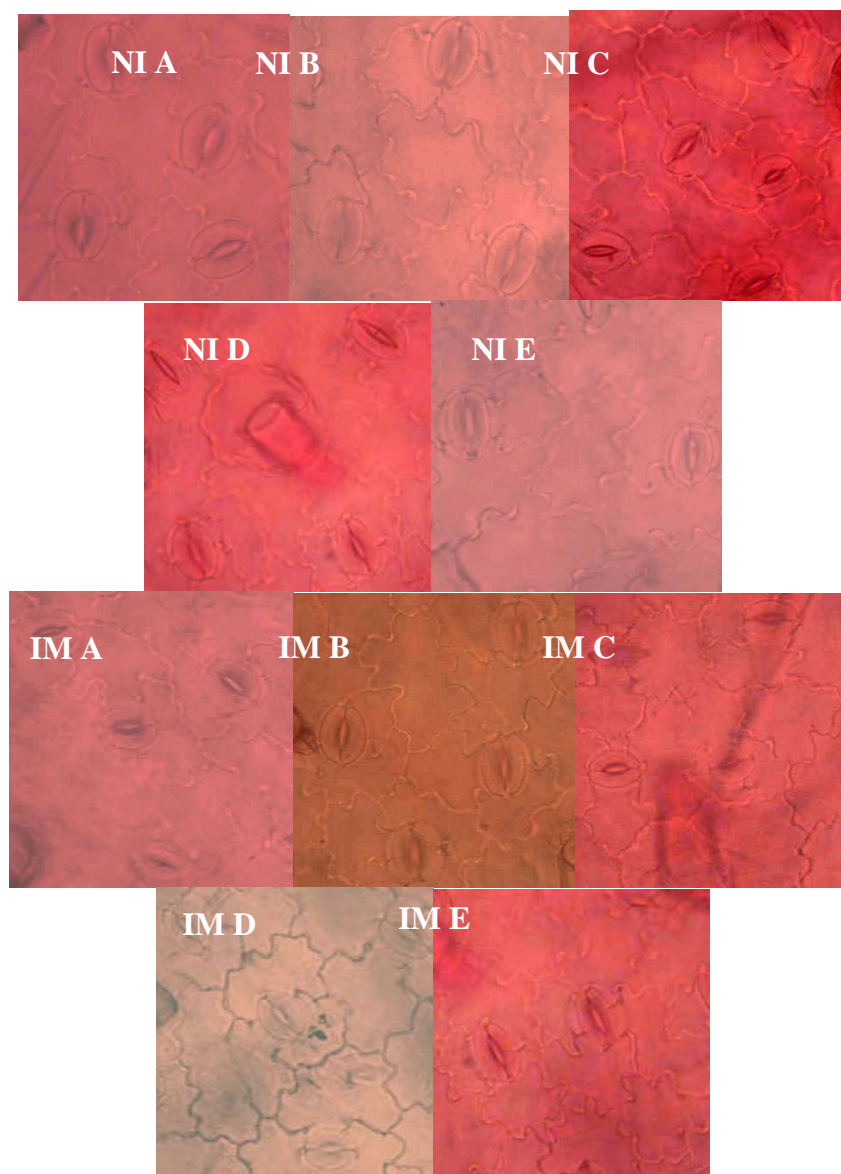


FIGURA 3: Secção paradérmica de folhas de crisântemo, aclimatadas com nebulização intermitente (NI) e com irrigação manual (IM) para; controle (A); silicato de potássio $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ (B); silicato de sódio $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ (C); silicato de potássio $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ (D) e silicato de sódio $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ (E). UFLA, Lavras, MG, 2008.

Diâmetro polar

Analisando a Figura 4 referente a plantas de crisântemo com nebulização intermitente, maior valor para o diâmetro polar foi observado para as plantas que não receberam o silicato de potássio. Com o aumento das doses, os valores dos diâmetros diminuíram até a dose de 1,2 mg. L⁻¹. Quando a fonte utilizada foi o silicato de sódio, observou-se maior diâmetro polar (32,8 µm), para a dose de 0,5 mg. L⁻¹ e menor diâmetro polar (28 µm), para o controle e a dose de 1,5 mg. L⁻¹.

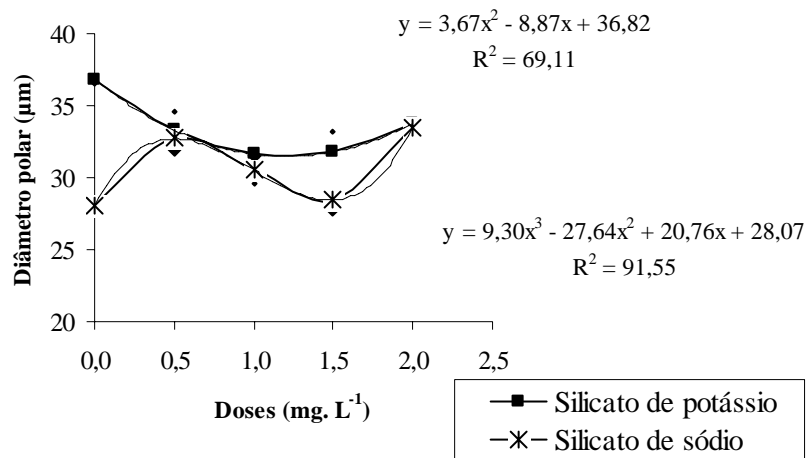


FIGURA 4: Diâmetro polar (µm) dos estômatos de plantas de crisântemo aclimatizadas com nebulização intermitente em função das doses e fontes de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Para as plantas de crisântemo mantidas com irrigação manual, Figura 5, o diâmetro polar máximo (32,94 µm), para o silicato de potássio, foi observado na dose de 1,5 mg. L⁻¹ e para o silicato de sódio, na dose de 1,0 mg. L⁻¹.

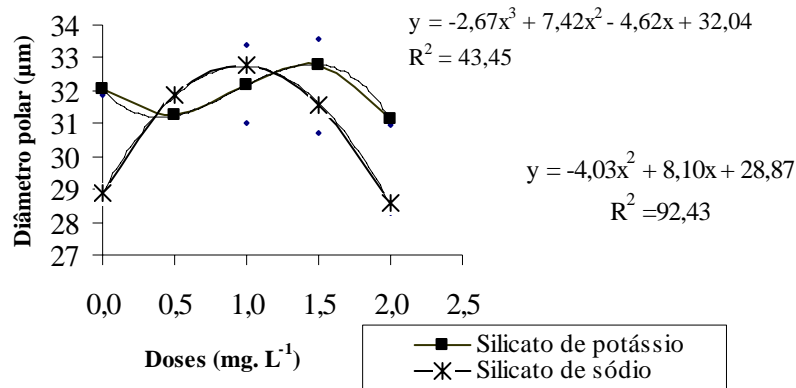


FIGURA 5: Diâmetro polar (μm) de estômatos de plantas de crisântemo aclimatizadas com irrigação manual, em função das doses de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Comparando as plantas na aclimatização tanto com nebulização intermitente ou com irrigação manual observou-se que o uso de silicato de sódio promoveu maior diâmetro polar dos estômatos. Os estômatos mais funcionais são aqueles que permitem a troca gasosa com o meio, porém sem grandes perdas de água (Ketellappe, 1963), assim são os estômatos que possuem maior diâmetro polar sendo também mais elipsóides (Rocha, 2005). Pereira (2007) avaliando a produção de mudas de cafeeiro em diferentes regimes hídricos em casa de vegetação verificou aumento no diâmetro polar dos estômatos quando a irrigação foi suspensa totalmente e quando a suspensão lenta da irrigação houve uma diminuição dos diâmetros em função das doses de silício aplicadas tornando os estômatos mais elipsóides. O silicato de sódio promoveu a formação de estômatos mais elipsóides em crisântemo, pois esses apresentavam maior diâmetro polar.

Diâmetro equatorial

Para o diâmetro equatorial, houve diferença significativa apenas entre as fontes de silício utilizadas para as plantas mantidas com nebulização intermitente. Sendo que o maior diâmetro foi observado com o uso do silicato de potássio, de acordo com os resultados apresentados na Tabela 5.

TABELA 5: Diâmetro equatorial médio das folhas de crisântemo, aclimatizadas com nebulização intermitente em diferentes fontes de silício. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Fontes de Silício	Diâmetro equatorial*
Silicato de potássio	23,18 a
Silicato de sódio	21,52 b

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Para as plantas de crisântemo conduzidas com irrigação manual, o diâmetro equatorial foi significativo apenas para as doses de silício aplicadas, independente da fonte. O maior diâmetro polar (22,8 μm) foi obtido na dose de 1,4 mg. L⁻¹ (Figura 6).

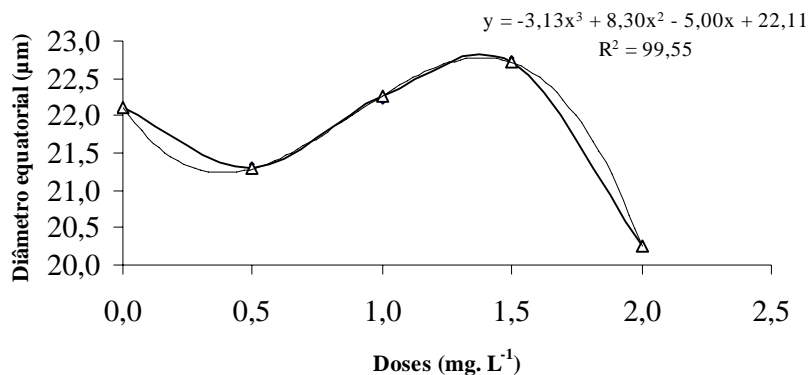


FIGURA 6: Diâmetro equatorial de estômatos de plantas de crisântemo aclimatizadas sob irrigação manual, em função das doses de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Relação DP/DE (Diâmetro polar/ diâmetro equatorial)

A análise da densidade estomática não é um parâmetro muito confiável para indicar a funcionalidade estomática. A eficiência dos estômatos é melhor definida pelo formato das células-guarda e a relação entre o diâmetro polar e equatorial dos estômatos (Rocha, 2005). Essa relação é maior quando os estômatos possuem maior diâmetro polar, desse modo serão mais elipsóides e maior será sua funcionalidade.

Para a relação DP/DE para as plantas de crisântemo sob aclimatização com nebulização intermitente, foi observado diferenças apenas para as doses utilizadas, independentemente da fonte de silício. A maior relação DP/DE (1,58) foi observada para a dose de 2,0 mg. L⁻¹ (Figura 7).

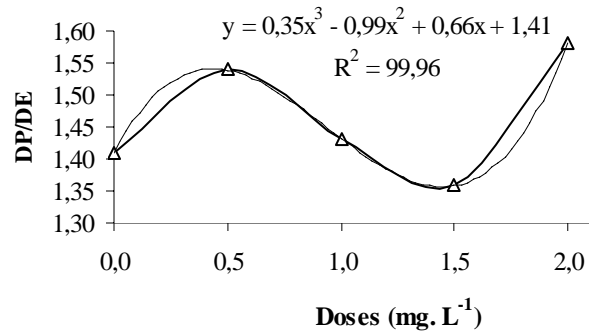


FIGURA 7: Relação DP/DE de estômatos de plantas de crisântemo aclimatizadas sob nebulização intermitente, em função das doses de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Paras as plantas de crisântemo aclimatizadas com irrigação manual, foi observada maior relação DP/DE (1,57), para a fonte silicato de sódio na dose 0,62 mg. L⁻¹, e para o silicato de potássio, a relação foi crescente a partir da dose 0,75 mg. L⁻¹, sendo que a maior relação DP/DE (1,55), foi observada na dose de 2,0 mg. L⁻¹, (Figura 8).

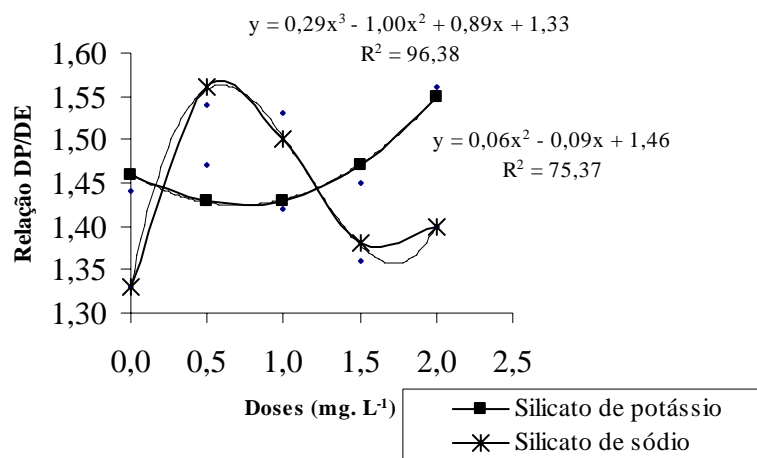


FIGURA 8: Relação DP/DE de estômatos de plantas de crisântemo aclimatizadas com irrigação manual, em função das doses e fontes de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Silva (2007) trabalhando *in vitro* com gérbera cultivada em meio com adição de silício, observou influência das fontes, de silício no formato dos estômatos. Quando foi utilizado silicato de potássio, silicato de cálcio e ácido silícico, os estômatos apresentaram formas mais circulares em relação ao uso de silicato de sódio que proporcionou a formação de estômatos mais elípticos. No caso do crisântemo maior relação DP/DE foi verificada com a utilização do silicato de sódio (Figuras 7 e 8).

Densidade estomática

Para as plantas que foram aclimatizadas sob nebulização intermitente, houve aumento na densidade estomática, para as duas fontes de silício avaliadas. Para o silicato de potássio, a maior densidade estomática (100 estômatos) foi obtida na dose de 1,7 mg. L⁻¹, para o silicato de sódio essa densidade foi de 94,5 estômatos e foi obtida na dose de 1,11 mg. L⁻¹ (Figura 9).

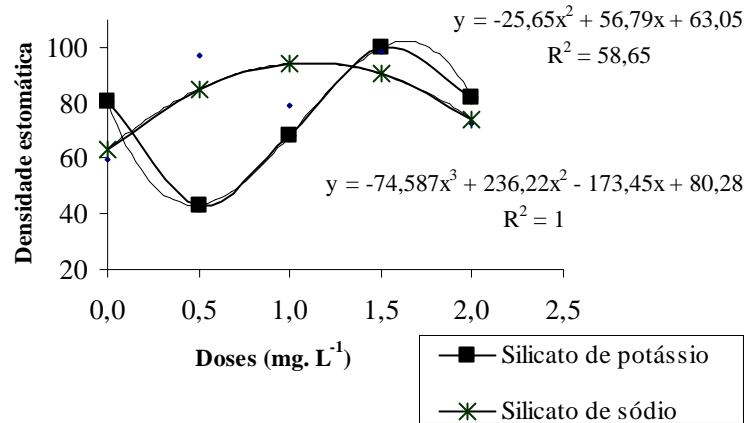


FIGURA 9: Densidade estomática nas plantas de crisântemo aclimatizadas sob nebulização intermitente, em função das doses e fontes de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Entretanto, resultados opostos foram obtidos por Braga (2006), que verificou redução na densidade de estomática na aclimatização de plantas de crisântemo em casa de vegetação. Esse fato evidencia a importância do silício para essa espécie, uma vez que, o uso desse proporcionou maior densidade estomática.

Quando a aclimatização das plantas de crisântemo foi com irrigação manual, a maior densidade estomática (93,6 estômatos) também foi obtida com o uso de silicato de potássio, na dose de 0,4 mg. L⁻¹. A partir desse ponto, o número de estômatos diminuiu até a dose de 1,5, voltando a aumentar após. Com o uso de silicato de sódio, a densidade estomática diminuiu, com o aumento das doses, até a dose de 0,8 mg. L⁻¹ (92,9 estômatos), aumentando a partir daí (Figura 10) até a dose de 2,0 mg. L⁻¹, apresentando 83 estômatos.

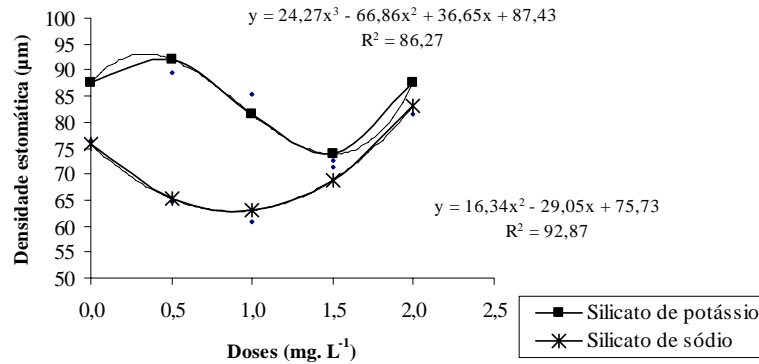


FIGURA 10: Densidade estomática de plantas de crisântemo aclimatizadas com irrigação manual em função das doses e fontes de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

A redução na densidade de estômatos durante o período de aclimatização é um processo bem característico e, segundo Donnelly e Vidaver, (1984), isso ocorre porque as células da epiderme e os demais tecidos foliares apresentam elevada taxa de crescimento, durante o período de aclimatização.

Tanto para as plantas que tiveram sua aclimatização com nebulização intermitente quanto em irrigação manual, o uso de silicato de potássio foi a fonte que promoveu maior número de estômatos por mm² e a diferença no número de estômatos entre os ambientes foi pequena. Segundo Cutter (1971), a variabilidade na densidade estomática está relacionada à umidade relativa do ambiente, sendo que maior umidade relativa está associada à maior densidade estomática. Portanto, é possível observar, com os resultados apresentados, que o silício pode estar associado a esta pequena diferença na densidade estomática das plantas que tiveram sua aclimatização com nebulização intermitente, em relação às mantidas com irrigação manual.

4.1.3.2 Cortes transversais

Nos cortes transversais, em folhas de crisântemo aclimatizadas com nebulização intermitente ou com irrigação manual, foi possível observar que o mesofilo foliar apresentou parênquima paliçádico na face superior da lâmina (adaxial) e parênquima esponjoso na face inferior (abaxial), tendo também grande quantidade de tricomas multicelulares tectores não ramificados em toda região do limbo foliar (Figura 11).

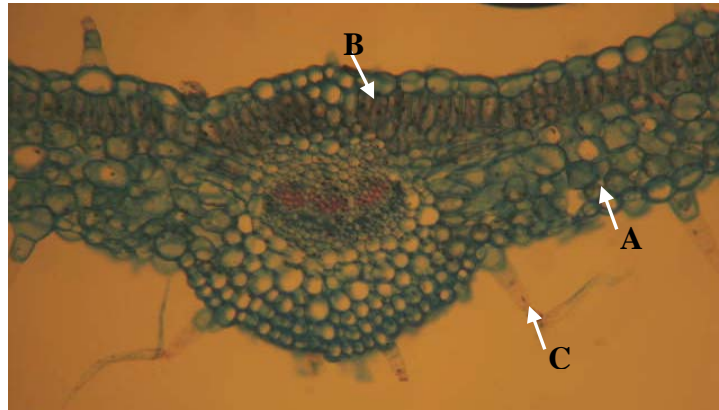


FIGURA 11: Secção transversal de folhas de crisântemo apresentando parênquima esponjoso (A), parênquima paliçádico (B) e presença de tricomas (C). UFLA, Lavras - MG, 2008.

Tanto as epidermes abaxiais quanto a adaxial apresentaram células com formato uniformes. O mesmo foi observado em células do parênquima paliçádico, que se apresentavam justapostas e organizadas; o parênquima esponjoso apresentou poucos espaços intercelulares, conforme as Figuras 12 e 13.

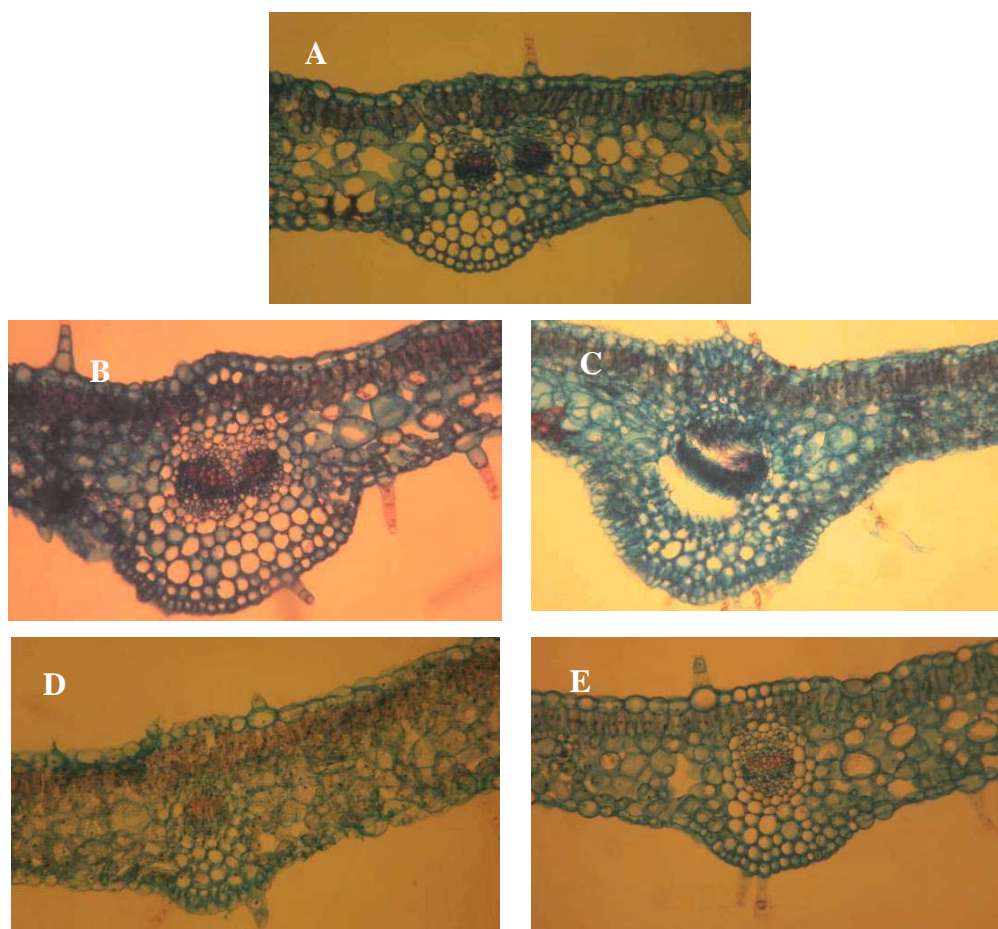


FIGURA 12: Secção transversal de folhas de crisântemo aclimatizadas com nebulização intermitente - controle (A), silicato de potássio 1,0 mg L⁻¹ (B), e silicato de sódio 1,0 mg L⁻¹ (C), silicato de potássio 2,0 mg L⁻¹ (D), silicato de sódio 2,0 mg L⁻¹ (E). UFLA, Lavras - MG, 2008.

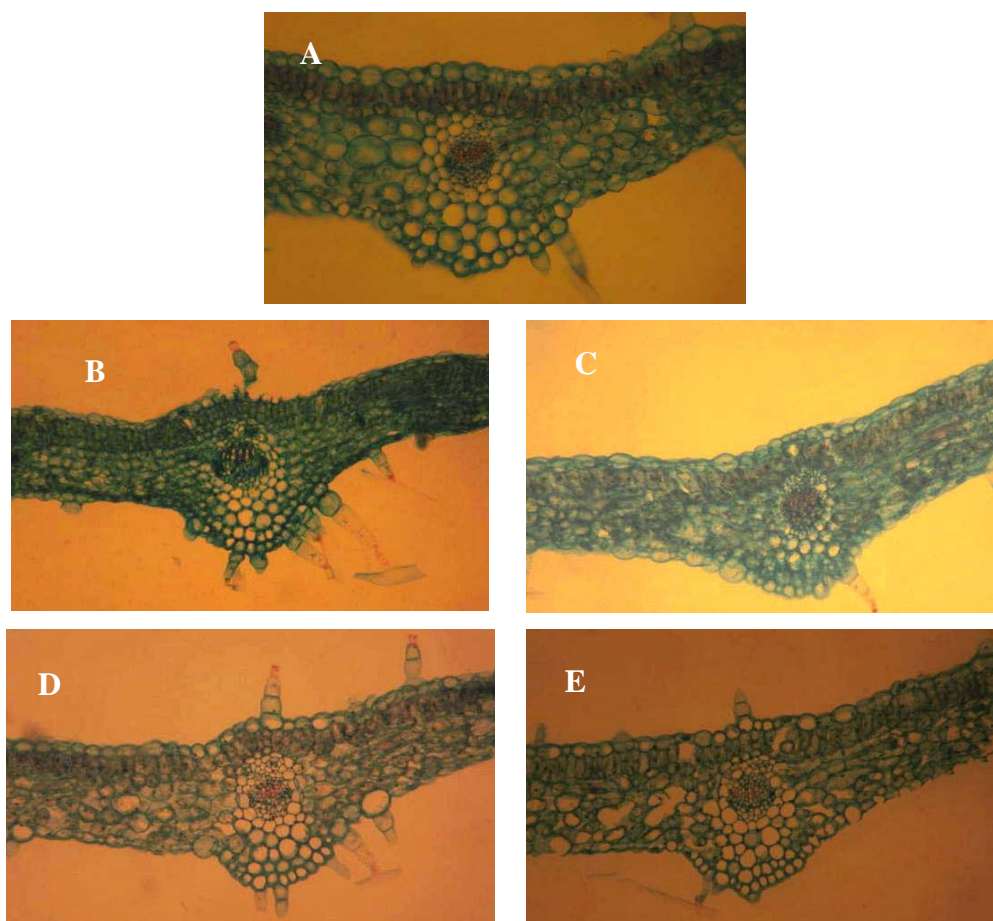


FIGURA 13: Secção transversal de folhas de crisântemo aclimatizadas com irrigação manual - controle (A), silicato de potássio 1,0 mg L⁻¹ (B), e silicato de sódio 1,0 mg L⁻¹ (C), silicato de potássio 2,0 mg L⁻¹ (D), silicato de sódio 2,0 mg L⁻¹ (E). UFLA, Lavras - MG, 2008.

Epidermes

Epiderme adaxial

Na aclimatização de plantas de crisântemo com nebulização intermitente, a maior espessura da epiderme adaxial (28,02µm) foi observada

com a utilização do silicato de potássio na dose de 0,8 mg L⁻¹, diminuindo a espessura a partir dessa dosagem. Quando a fonte utilizada foi o silicato de sódio, a espessura da epiderme adaxial oscilou entre as doses de silício utilizadas, apresentando espessura máxima (27,3 µm) na dose de 0,4 mg L⁻¹ (Figura 14).

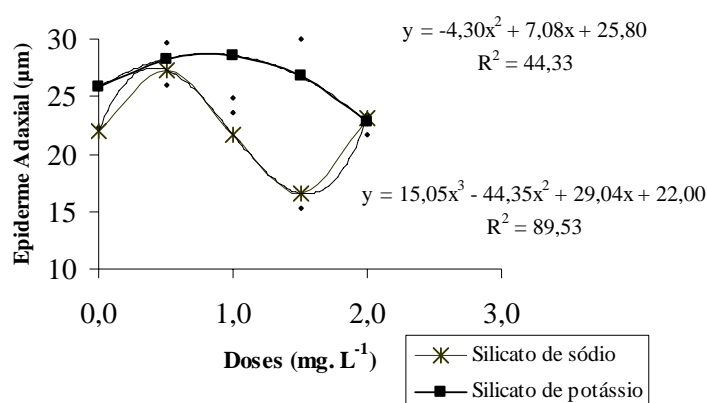


FIGURA 14: Espessura da epiderme adaxial de plantas de crisântemo aclimatizadas com nebulização intermitente, em função das doses e fontes de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Quando a aclimatização das plantas de crisântemo foi com irrigação manual, não houve efeito significativo para as fontes e doses de silício testadas na espessura da epiderme adaxial.

Pereira (2007) avaliando a adubação silicatada na produção de mudas de cafeeiro em diferentes regimes hídricos observou aumento na espessura da epiderme adaxial para as plantas que não receberam irrigação e para as plantas mantidas na capacidade de campo.

Epiderme abaxial

Para as plantas de crisântemo que foram aclimatizadas sob nebulização intermitente e tratadas com silicato de potássio, a maior espessura da epiderme abaxial (20.66 μm) foi observada na dose 0,9 mg L^{-1} , e para a fonte silicato de sódio, a epiderme abaxial foi mais espessa para o controle com 20,57 μm , diminuído a espessura até a dose de 1,3 mg L^{-1} , na qual foi observada a menor espessura (15,78 μm), conforme a Figura 15.

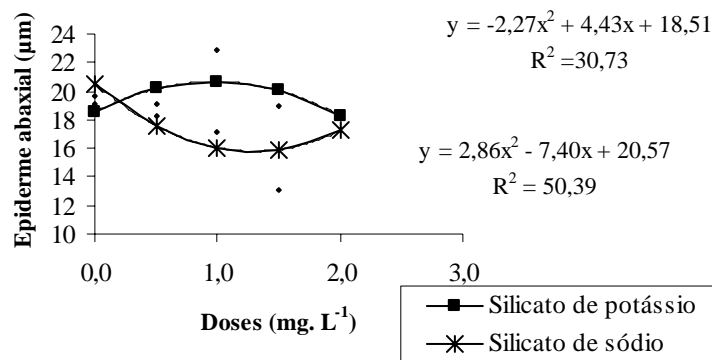


FIGURA 15: Espessura da epiderme abaxial de plantas de crisântemo aclimatizadas com nebulização intermitente, em função das doses e fontes de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Nas doses utilizadas, o silicato de sódio não promoveu acréscimos na espessura da epiderme abaxial. Esse mesmo resultado foi observado por Silva (2007), em gérbera, para a qual o silício não promoveu aumento da espessura das epidermes.

Para a aclimatização das plantas de crisântemo com irrigação manual, as fontes de silício não foram significativas ocorrendo diferenças apenas entre as dosagens utilizadas indiferente da fonte testada (figura 16), sendo que a maior

espessura da epiderme (20 μ m) foi observada para plantas cultivadas no tratamento controle.

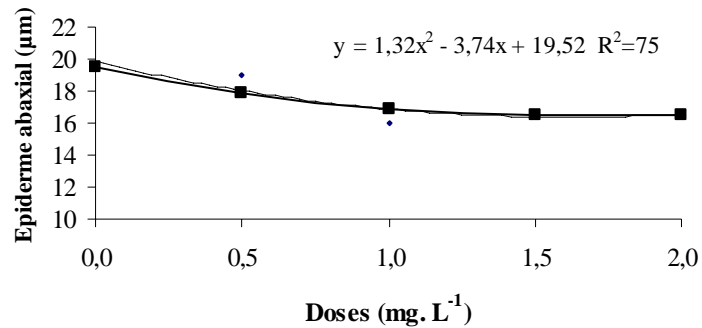


FIGURA 16: Espessura da epiderme abaxial de plantas de crisântemo aclimatizadas com irrigação manual, em função das doses de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Assim como o observado para as plantas que tiveram sua aclimatização sob nebulização intermitente quando foi utilizado o silicato de sódio, as plantas que receberam irrigação manual também apresentaram maior espessura da epiderme abaxial no tratamento controle.

Epidermes mais espessas são determinadas pelo grau de exposição ao sol (Withner et al., 1974), no entanto, com o uso do silicato de potássio, observou-se espessamento da epiderme abaxial nas plantas que tiveram a aclimatização com nebulização intermitente. Pozza (2004) também verificou aumento desta epiderme para as plantas de cafeeiro, tornando-as mais resistentes.

Parênquimas

Parênquima paliçádico

Na aclimatização de plantas de crisântemo, sob nebulização intermitente, não foram observadas diferenças significativas para a espessura do parênquima paliçádico. No entanto, quando essas foram aclimatizadas com irrigação manual, a maior espessura do parênquima paliçádico (50 µm) foi observada na ausência de silicato de potássio (Figura 17).

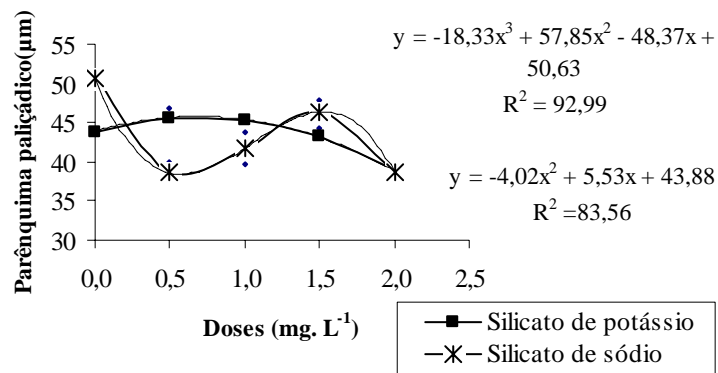


FIGURA 17: Espessura do parênquima paliçádico de plantas de crisântemo aclimatizadas com irrigação manual, em função das doses e fontes de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Parênquima esponjoso

A espessura do parênquima esponjoso, formado nas plantas de crisântemo aclimatizadas com nebulização intermitente, foi maior para o controle quando foi utilizado o silicato de sódio, ou na presença de 0,6 mg. L⁻¹ de silicato de potássio (Figura 18).

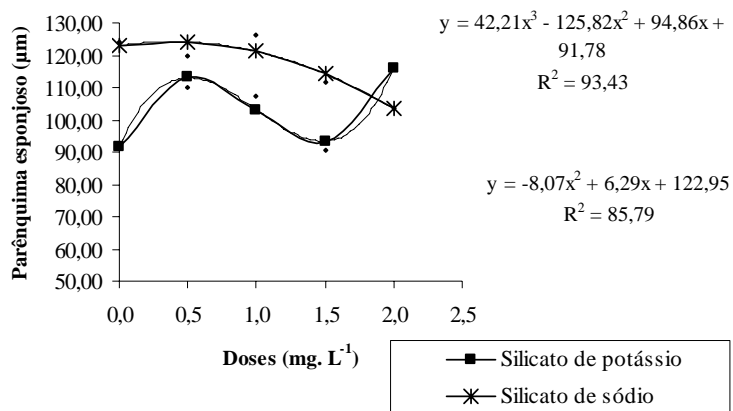


FIGURA 18: Espessura do parênquima esponjoso de plantas de crisântemo aclimatizadas com nebulização intermitente, em função das doses e fontes de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Para as plantas de crisântemo aclimatizadas com irrigação manual não houve diferenças significativas entre os tratamentos para o parênquima esponjoso.

De acordo com Azevedo (2003) o aumento na espessura do parênquima esponjoso está relacionado no aumento da eficiência fotossintética, implicando em facilitação na realização das trocas gasosas na folha. Silva (2007) também verificou aumento da espessura do parênquima esponjoso para as fontes silicato de sódio, silicato de potássio e silicato de cálcio.

Para as plantas de crisântemo, o uso de silicato de potássio promoveu maior espessura do parênquima esponjoso.

4.2 Efeito do silício na aclimação de plantas de calanchoe

4.2.1 Incremento na altura e porcentagem de pegamento de plantas

A aplicação do silício não promoveu incremento na altura das plantas de calanchoe aclimatizadas sob nebulização intermitente ou com irrigação manual (Tabela 6).

TABELA 6: Efeito de diferentes fontes de silício sobre o incremento médio na altura de plantas de calanchoe aclimatizadas sob diferentes sistemas de irrigação. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Fontes	Incremento de altura (m)	
	Nebulização	Irrigação manual
Silicato de Potássio	1,65 a	2,34 a
Silicato de Sódio	1,87 a	2,53 a

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, 5% de probabilidade.

Comparando o incremento médio da altura das plantas, em diferentes sistemas de irrigação, observou-se que as plantas irrigadas manualmente apresentaram maior altura e melhor arquitetura das plantas quando receberam as maiores doses de silício (1,5 e 2,0 mg. L⁻¹), apresentando mais arqueadas, com as folhas voltadas para cima (Figura 19).



FIGURA 19: Arquitetura das plantas de calanchoe, aclimatizadas com irrigação manual ausentes em adubação silicatada (A) e adubadas com silicato de sódio, 2,0 mg. L⁻¹ (B) e silicato de sódio, 2,0 mg. L⁻¹ (C). UFLA, Lavras, MG, 2007.

Este resultado evidencia as indicações de Kornodörfer (2006), segundo o qual, o silício melhora a arquitetura das plantas. Este mesmo resultado também foi observado em rosas e crisântemo (Rodrigues et al. 2008).

Também as plantas de calanchoe aclimatizadas com irrigação manual e que receberam as doses maiores de silício (1,5 e 2,0 mg. L⁻¹), tanto da fonte silicatos de sódio como do silicato de potássio, apresentaram o limbo foliar com o aspecto de concha (Figura 20).



FIGURA 20: Aspecto do limbo foliar das plantas de calanchoe aclimatizadas com irrigação manual, na ausência (A) e presença (B) de silício. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Segundo Bone et al. (1985), esta curvatura nas folhas aumenta a eficiência para a captação de luz e a densidade do fluxo luminoso no interior da lâmina foliar, melhorando a eficiência fotossintética das plantas.

A porcentagem de pegamento não foi influenciada, sendo de 100% para todos os tratamentos testados, para as plantas mantidas com nebulização intermitente ou com irrigação manual.

4.2.2 Teor de clorofila

Para as plantas de calanchoe aclimatizadas com nebulização intermitente, e com irrigação manual, maiores teores de clorofila *a*, *b* e total foram observados com a aplicação de silicato de sódio (Tabela 7).

TABELA 7: Teores de clorofila e relação clorofila *a/b* em plantas de calanchoe adubadas com diferentes fontes de silício, em ambiente com nebulização intermitente e com irrigação manual, na fase de aclimatização. UFLA, Lavras, MG, 2007.

Clorofila ($\mu\text{g. L}^{-1}$)	Nebulização intermitente		Irrigação manual	
	Silicato de potássio	Silicato de sódio	Silicato de potássio	Silicato de sódio
<i>a</i>	0,381 b	0,614 a	0,272 b	0,379 a
<i>b</i>	0,512 b	0,922 a	0,185 b	0,308 a
<i>a/b</i>	0,725 a	0,852 b	1,782 a	1,901 a
Total	0,893 a	1,536 a	0,439 b	0,687 a

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A eficiência fotosintética é proporcional ao teor de clorofila das plantas e também com a melhor distribuição da luz no dosel das plantas (Engel e Poggiani, 1991). Com a arquitetura mais ereta, há melhor penetração da luz (Epstein, 1994) e por isso, maior teor de clorofila das plantas.

Segundo Elawad et al. (1982) e Savant et al. (1999), a aplicação de 15 t ha^{-1} de silicato aumentou os teores de clorofila em 78 e 65 % em cana-planta e cana-soca, respectivamente, cultivadas em campo. Lima (2006) também observou aumento no teor de clorofila *b* em plantas de soja cultivadas em casa de vegetação com o uso do silicato de potássio. Ao observar a tabela 7 verifica-se que, para as plantas aclimatizadas com nebulização intermitente, houve maior teor desta clorofila na presença de silicato de potássio. Em geral, as clorofilas *a* e *b* ocorrem em razão aproximada de 3:1, entretanto, em diferentes ambientes e condições de estresse, essa relação pode variar e, neste caso, as plantas passam a ter maior teor de clorofila *b* (Castro, 2002). Esse tipo de clorofila está

relacionado ao fotossistema II que possui maior quantidade da mesma (Critchley 1999; Nakazono et al., 2001). É a clorofila *b* que garante uma eficiência maior na absorção de energia em ambientes com pouca radiação (Lüttge 1997), enquanto que a clorofila *a* é facilmente degradada.

4,2.3 Análises anatômicas

4.3.2.1 Cortes paradérmicos

Estômatos

As folhas de *Kalanchoe blossfeldiana* cv. Mount Loa possuem estômatos do tipo anisocítico e as células-guarda de formato elíptico, sendo também do tipo hipoestomática (Figura 21).

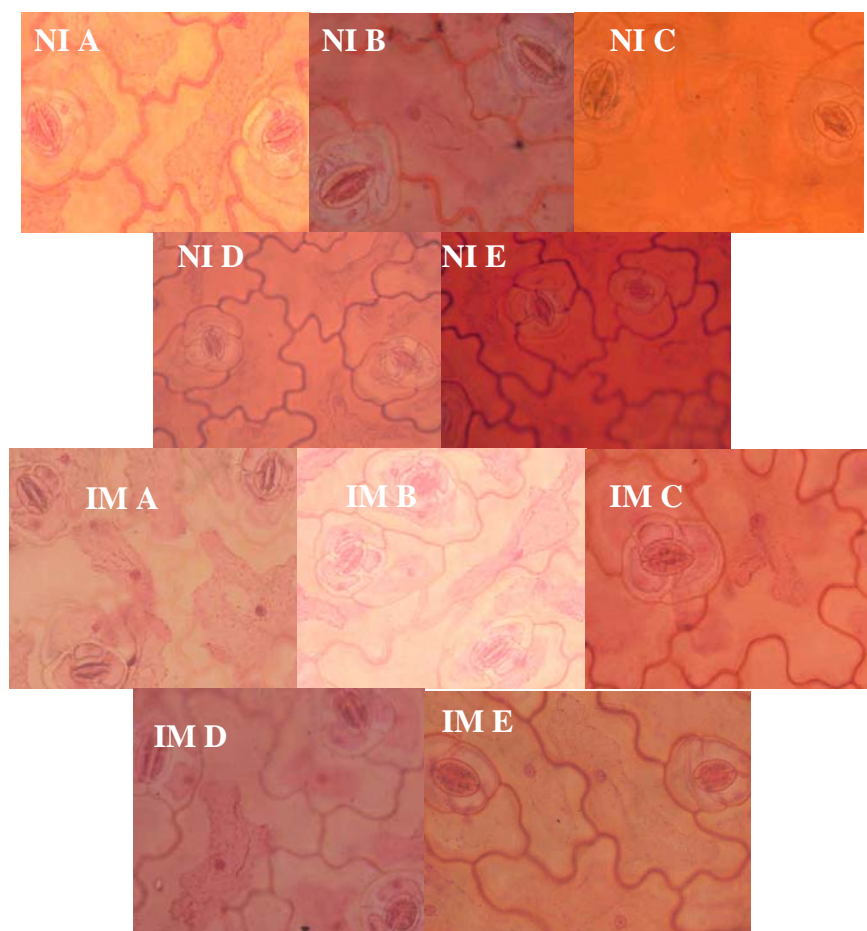


FIGURA 21: Secção paradérmica de folhas de calanchoe, aclimatizadas com nebulização intermitente (NI) e com irrigação manual (IM) para: controle (A); silicato de potássio $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ (B); silicato de sódio $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ (C); silicato de potássio $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ (D) e silicato de sódio $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ (E). UFLA, Lavras, MG, 2008.

Diâmetro polar

As plantas de calanchoe aclimatizadas sob nebulização intermitente apresentaram maiores diâmetros polares ($37, 45$ e $37,9 \mu\text{m}$) para as doses $0,4$ e

2,0 mg.L⁻¹ respectivamente, quando a fonte utilizada foi o silicato de sódio e para a fonte silicato de potássio, o maior diâmetro polar (37,8 µm) foi observado para o controle (Figura 22).

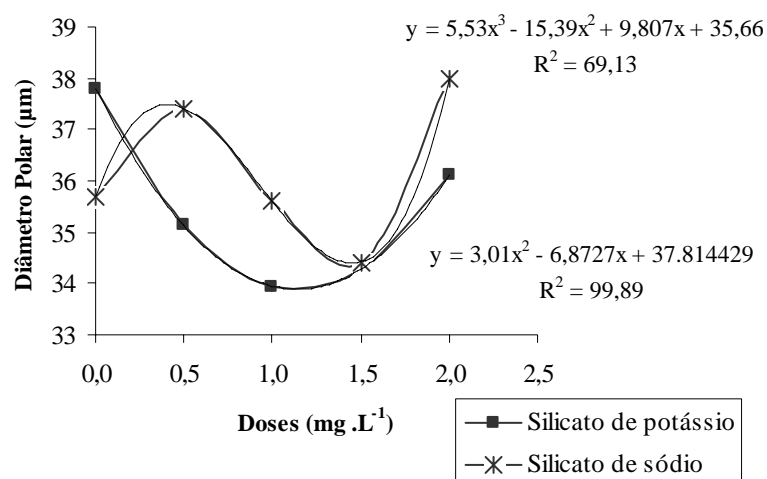


FIGURA 22: Diâmetro polar (µm) dos estômatos de plantas de calanchoe aclimatizadas com nebulização intermitente em função das doses e fontes de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Quando as plantas foram aclimatizadas com irrigação manual e a fonte silicato de sódio foi utilizada, maior diâmetro polar (34,4 µm) foi observado para o controle e, para a fonte silicato de potássio, maior diâmetro (33,90 µm) foi observado na dose 0,7 mg.L⁻¹ (Figura 23).

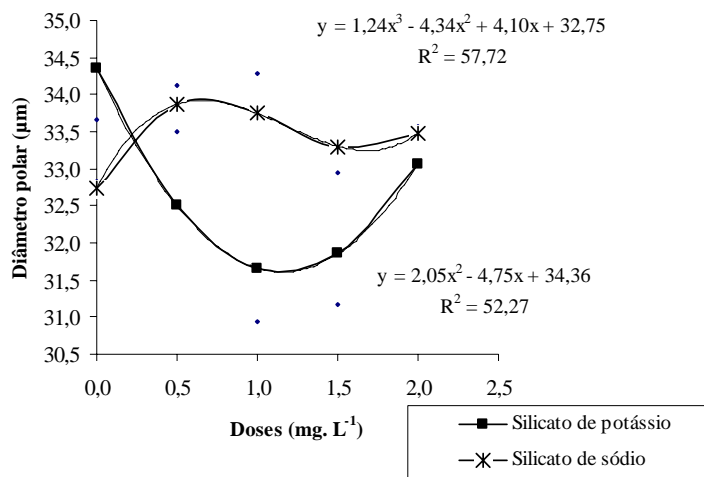


FIGURA 23: Diâmetro polar dos estômatos de plantas de calanchoe aclimatizadas com irrigação manual, em função das doses e fontes de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

De acordo com Ketellappe (1963) e Rocha (2005), os estômatos mais funcionais são aqueles que permitem a troca gasosa com o meio, porém sem grandes perdas de água, sendo assim os estômatos que possuem maior diâmetro polar sendo também mais elipsóides. Assim, o silicato de sódio promoveu a formação de estômatos mais elipsóides, ocorrendo maior diâmetro polar para os estômatos de calanchoe, tanto para as plantas aclimatizadas com nebulização intermitente quanto com irrigação manual. Entretanto, Silva (2007), não observou resposta do diâmetro polar em relação ao uso do silício, independente da fonte, em meio de cultura para gérbera.

Diâmetro equatorial

As plantas de calanchoe aclimatizadas com nebulização intermitente apresentaram maior diâmetro equatorial dos estômatos (26,20 µm) para o tratamento controle quando a fonte utilizada foi o silicato de potássio, no

entanto, para a fonte silicato de sódio os maiores diâmetros (25,7 e 26,30 μm) foram observados para as doses 0,4 e 2,0 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ respectivamente (Figura 24).

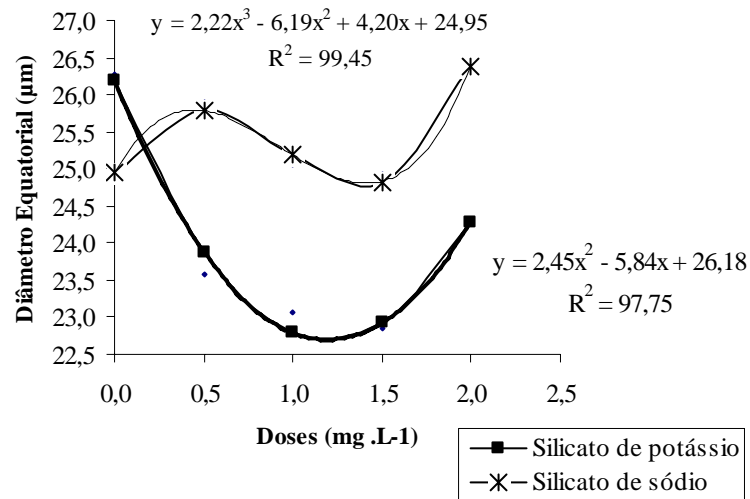


FIGURA 24: Diâmetro equatorial dos estômatos de plantas de calanchoe aclimatizadas com nebulização intermitente em função das doses e fontes de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Para as plantas que foram aclimatizadas sob irrigação manual, maiores diâmetros polares para o silicato de potássio (23,95 μm) e para o silicato de sódio (25,08 μm) foram observados para as doses 0,45 e 0,95 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ respectivamente (Figura 25).

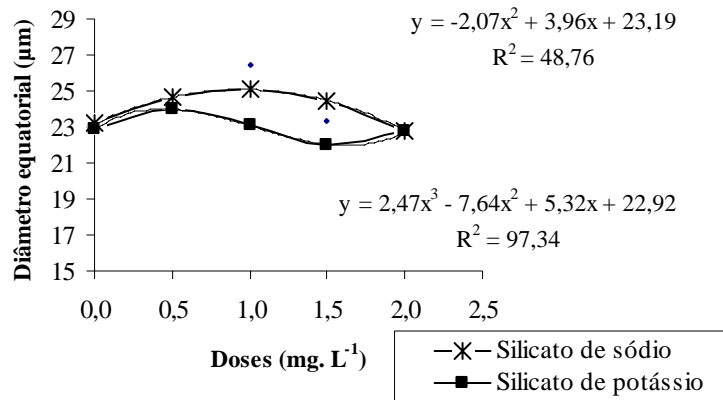


FIGURA 25: Diâmetro equatorial dos estômatos de plantas de calanchoe aclimatizadas com irrigação manual em função das doses e fontes de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Analisando as figuras 24 e 25 verifica-se que as plantas de calanchoe aclimatizadas com nebulização intermitente tiveram maior variação no diâmetro equatorial dos estômatos com a utilização do silício comparadas com as plantas aclimatadas com irrigação manual.

Pereira (2007) avaliando a produção de mudas de cafeeiro em diferentes regimes hídricos em casa de vegetação, verificou aumento no diâmetro polar dos estômatos quando a irrigação foi suspensa totalmente. Quando a suspensão da irrigação foi gradual não verificou alteração no diâmetro equatorial dos estômatos com o uso de silício.

Relação DP/DE (Diâmetro polar/ diâmetro equatorial) Somente foi verificada diferença significativa entre as fontes de silício utilizadas, para as plantas que foram aclimatizadas com nebulização intermitente sendo que o uso de silicato de potássio proporcionou maior relação DP/DE (Tabela 8).

TABELA 8: Relação DP/DE de estômatos de plantas de calanchoe aclimatizadas com nebulização intermitente para as diferentes fontes de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Fontes	Médias
Silicato de potássio	1,49 a
Silicato de sódio	1,43 b

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade.

Quando as plantas foram aclimatizadas com irrigação manual, houve efeito apenas das doses de silício testadas, independente da fonte. Maior relação DP/DE (1,48) foi observada na maior dosagem utilizada, 2 mg. L⁻¹, sendo observado também um ponto onde a relação foi mínima (1,37) para a dose de 1,0 mg. L⁻¹ (Figura 26).

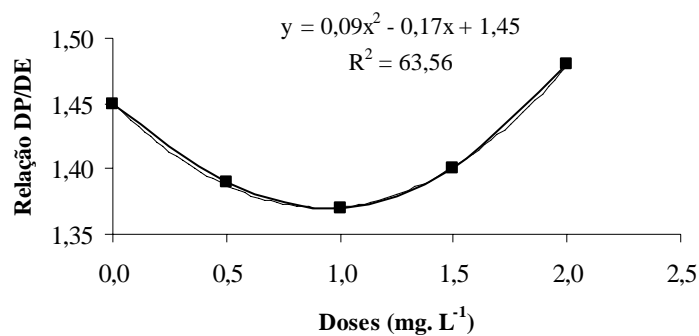


FIGURA 26: Relação DP/DE dos estômatos de plantas de calanchoe aclimatizadas com irrigação manual em função das doses de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Comparando-se as plantas aclimatizadas com nebulização intermitente e irrigação manual, não houve variações nas relações DP/DE dos estômatos.

Pereira (2007) também não verificou alteração nesta relação para mudas de cafeeiro mantidas em casa de vegetação sob diferentes regimes hídricos.

Os valores dos diâmetros polares e equatoriais é que determinam o tamanho dos estômatos, no entanto, a relação diâmetro polar/ diâmetro equatorial é que melhor determina a funcionalidade dos estômatos.

Densidade estomática

Analisando-se os dados de densidade estomática, verificou-se que houve respostas inversas entre as duas fontes de silício utilizadas, para as plantas aclimatizadas com nebulização intermitente. A densidade máxima (37,3 estômatos) observadas em plantas tratadas com silicato de potássio foi observada para a dose de 1,4 mg. L⁻¹, enquanto que, com a utilização de silicato de sódio, a maior densidade (34,4 estômatos) foi observada na dose 2,0 mg. L⁻¹ (Figura 27).

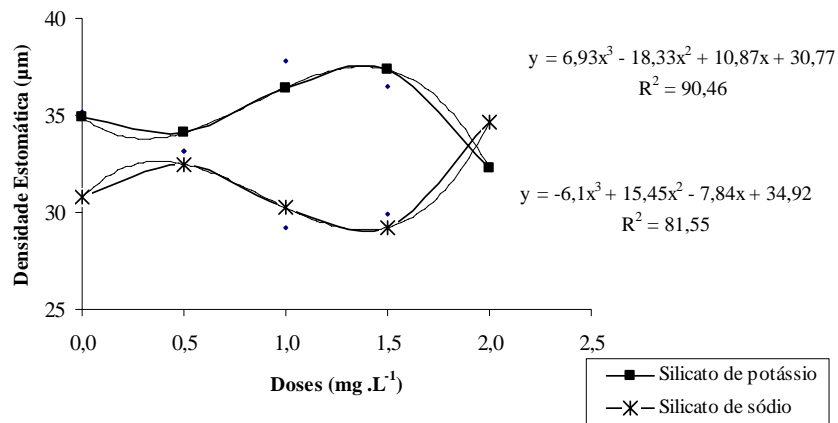


FIGURA 27: Densidade estomática de plantas de calanchoe aclimatizadas com nebulização intermitente em função das doses e fontes de silício utilizadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Para as plantas de calanchoe aclimatizadas com irrigação manual, não se observou diferenças entre as fontes de silício para a densidade estomática. Houve efeito sim das doses de silício utilizadas, sendo maior densidade estomática (31,2 estômatos) observada para a dose de 1,7 mg. L⁻¹ (Figura 28).

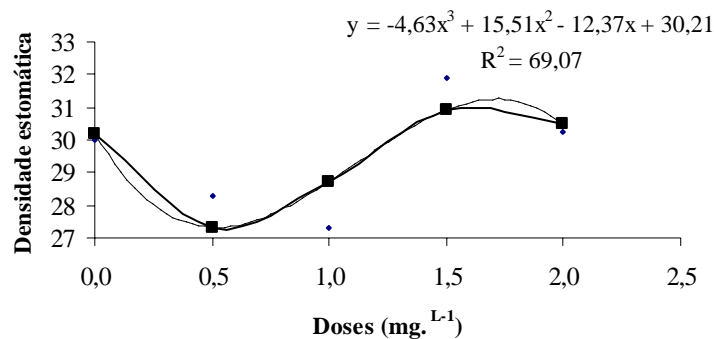


FIGURA 28: Densidade estomática de plantas de calanchoe aclimatizadas com irrigação manual em função das doses de silício utilizadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

O aumento na densidade estomática das plantas é desejável, pois segundo Moraes et al.(2004) e Castro (2002), altas densidades estomáticas representam maior condutância estomática e maior taxa fotossintética, principalmente em condições ambientais estressantes, melhorando assim o desenvolvimento das plantas.

Neste caso, a tendência é que, nessas condições, a aplicação de silicato de potássio seja mais indicada, uma vez que proporcionou maior densidade estomática em todas as doses testadas, comparando com o uso de silicato de sódio.

4.2.3.2 Cortes transversais

As plantas de calanchoe apresentam a epiderme uniestratificada com o mesofilo uniforme, constituído pelo parênquima clorofiliano, não apresentando tricomas, tanto para as plantas aclimatizadas com nebulização intermitente (figura 29) quanto para as aclimatizadas com irrigação manual (Figura 30).

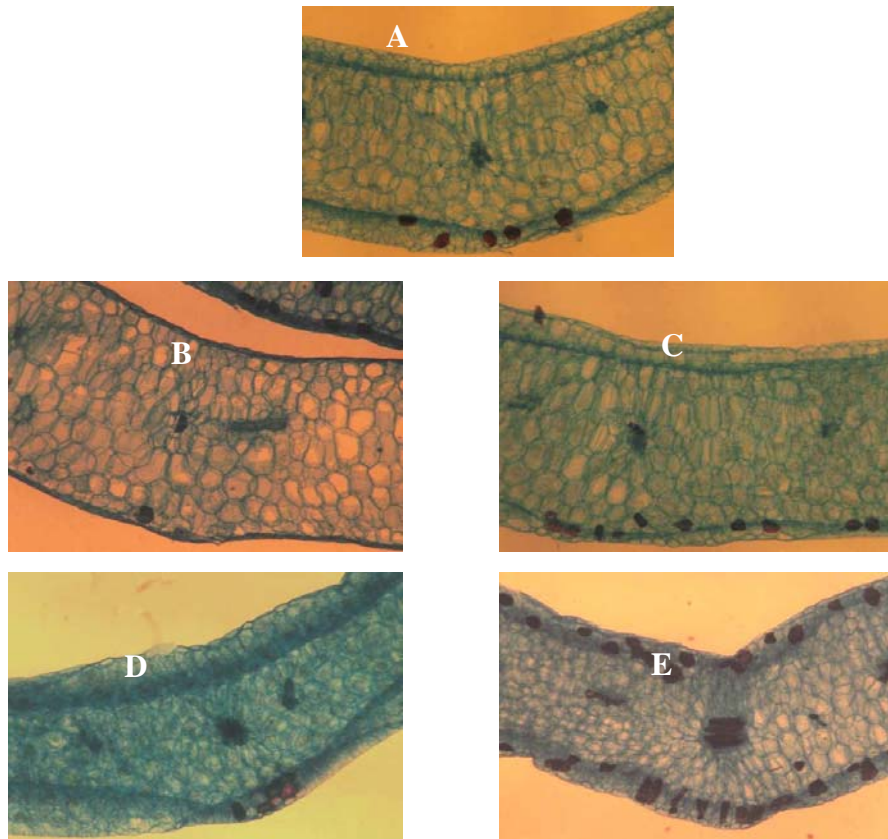


FIGURA 29: Secção transversal de folhas de calanchoe aclimatizadas com nebulização intermitente - controle (A), silicato de potássio 1,0 mg L⁻¹ (B), e silicato de sódio 1,0 mg L⁻¹ (C), silicato de potássio 2,0 mg L⁻¹ (D), silicato de sódio 2,0 mg L⁻¹ (E). UFLA, Lavras - MG, 2008.

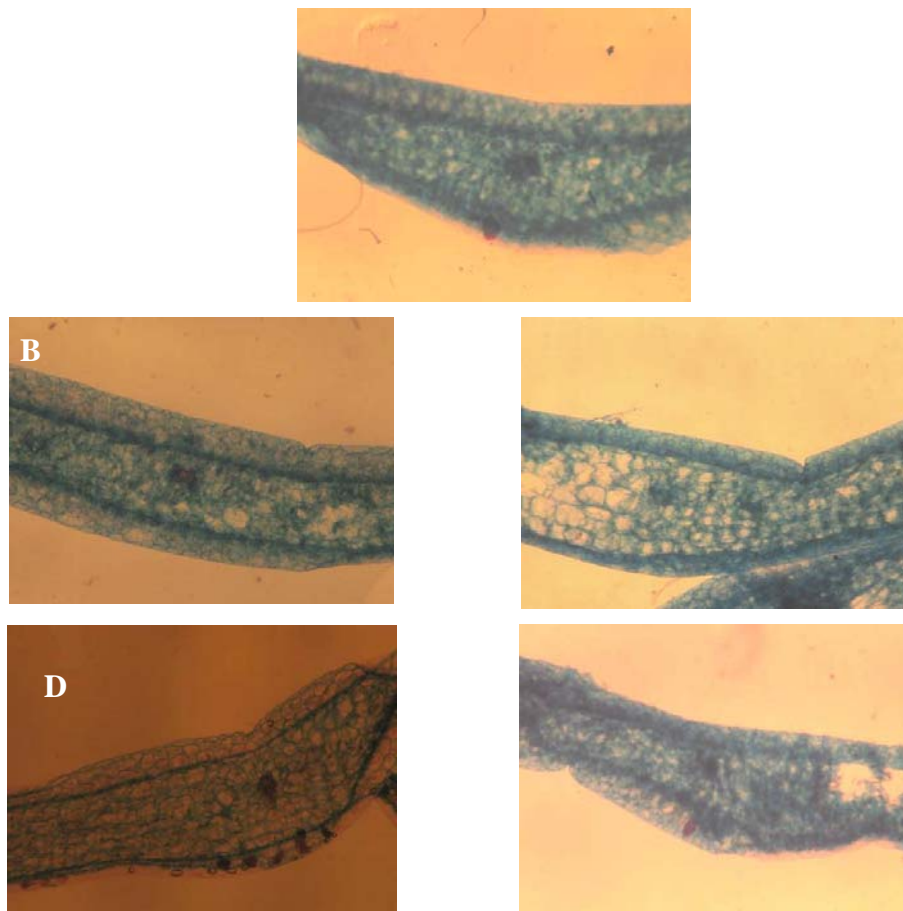


FIGURA 30: Secção transversal de folhas de calanchoe aclimatizadas com irrigação manual - controle (A), silicato de potássio 1,0 mg L⁻¹ (B), e silicato de sódio 1,0 mg L⁻¹ (C), silicato de potássio 2,0 mg L⁻¹ (D), silicato de sódio 2,0 mg L⁻¹ (E). UFLA, Lavras - MG, 2008.

Epidermes

Epiderme adaxial

Para as plantas de calanchoe aclimatizadas com nebulização intermitente, foi observado que, independente da fonte, utilizada com o aumento das doses, ocorreu diminuição da espessura da epiderme adaxial, (Figura 31).

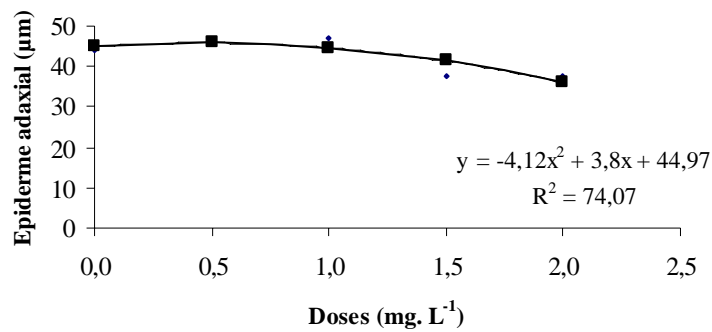


FIGURA 31: Espessura da epiderme adaxial de plantas de calanchoe aclimatizadas com nebulização intermitente em função das doses de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Para as plantas aclimatizadas com irrigação manual, a espessura da epiderme adaxial também diminuiu com o aumento das doses de silício, sendo que, maior espessura da epiderme (37,15 µm), foi observada na ausência do silicato (Figura 32).

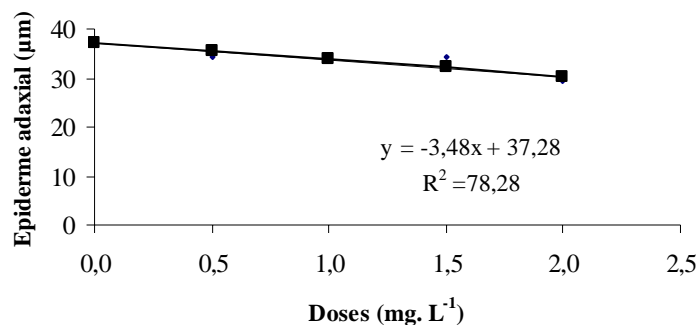


FIGURA 32: Espessura da epiderme adaxial de plantas de calanchoe aclimatizadas com irrigação manual em função das doses de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Para os dois ambientes de aclimatização, o uso de silício não aumentou a espessura da epiderme adaxial. Resultados semelhantes foi observado por Silva (2007), em gérbera. No entanto, Pereira (2007), em mudas de cafeeiro, verificou aumento dessa epiderme para as plantas que tiveram suspensão da irrigação e para as plantas cultivadas na capacidade de campo.

Epiderme abaxial

Quando as plantas de calanchoe foram aclimatizadas com nebulização intermitente, a espessura da epiderme abaxial observada com o uso de silicato de sódio diminuiu com o aumento das doses de silício, sendo que maior espessura desta epiderme (38,84 µm) foi observada para o controle ou para o uso de silicato de potássio, foi observada na dose de 2,0 mg. L⁻¹ com o valor de 32,78 µm (Figura 33).

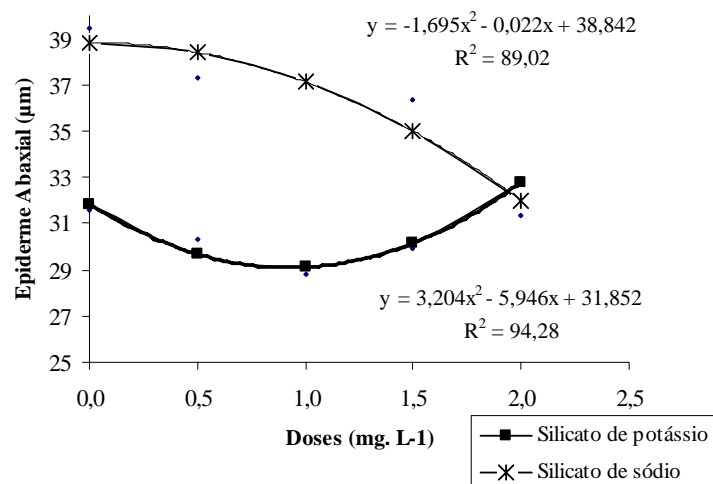


FIGURA 33: Espessura da epiderme abaxial de plantas de calanchoe aclimatizadas com nebulização intermitente em função das doses e fontes de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Quando as plantas de calanchoe foram aclimatizadas com irrigação manual, maior espessura da epiderme abaxial (34,7 µm) foi observado na ausência de silicato de potássio, ou com 0,55 mg. L⁻¹ de silicato de sódio (Figura 34).

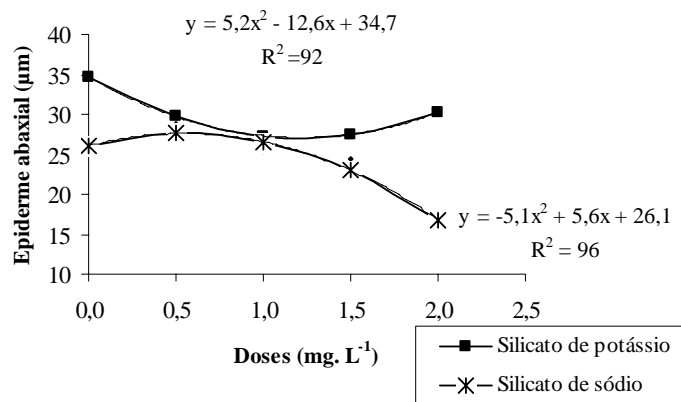


FIGURA 34: Espessura da epiderme abaxial de plantas de calanchoe aclimatizadas com irrigação manual em função das fontes e doses de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Comparando os dois ambientes de aclimatização das plantas de calanchoe, observa-se que maior espessura da epiderme abaxial para as plantas mantidas com nebulização, independente da adubação silicatada. Silva (2007) verificou que o uso de silício em gérbas produzidas *in vitro* não aumentou a espessura da epiderme. O mesmo foi observado por Pereira (2007) em mudas de cafeeiro.

Parênquimas

Parênquima paliçádico

Para as plantas de calanchoe aclimatizadas com nebulização intermitente, com o uso de silicato de potássio houve aumento da espessura do parênquima clorofiliano a medida que as doses de silício foram aumentando, sendo que a maior espessura (789,05 µm) foi observado para a dose de 2,0 mg. L⁻¹, de silicato de potássio ou de 1,4 mg. L⁻¹ de silicato de sódio (figura 35).

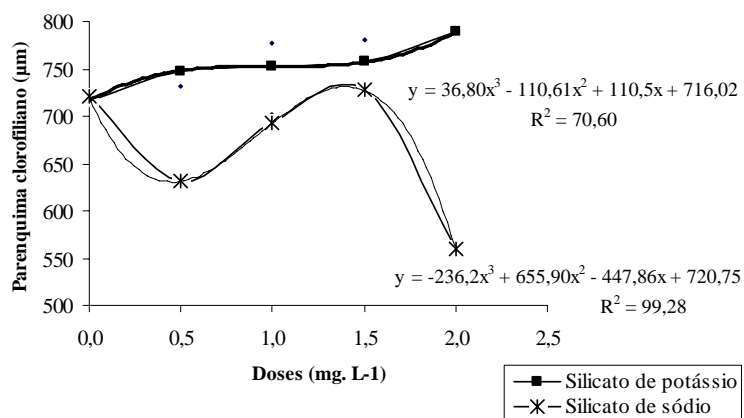


FIGURA 35: Espessura do parênquima clorofiliano de plantas de calanchoe aclimatizadas com nebulização intermitente em função das doses e fontes de silício aplicadas. UFLA, Lavras - MG, 2008.

Quando as plantas foram aclimatizadas com irrigação manual, maior espessura do parênquima clorofiliano (554,92 µm) foi obtido para a dose 1,25 mg L⁻¹ de silicato de sódio, e para o silicato de potássio, a maior espessura (523,30 µm) foi observada para a dose de 0,3 mg L⁻¹ (Figura 36).

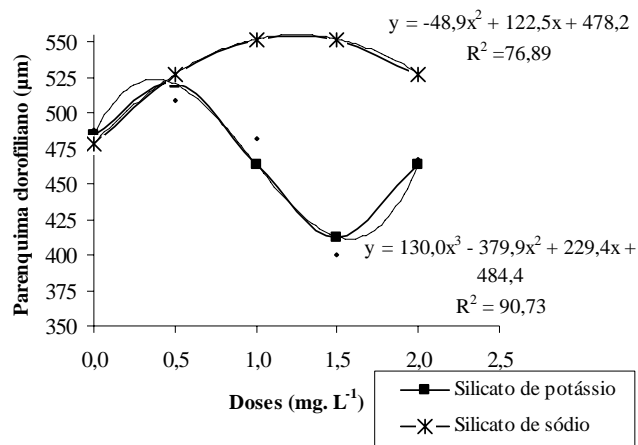


FIGURA 36: Espessura do parênquima clorofiliano de plantas de calanchoe aclimatizadas com irrigação manual em função das doses e fontes de silício aplicadas. UFPA, Lavras - MG, 2008.

Comparando-se as plantas de calanchoe aclimatizadas nos dois ambientes verifica-se maior espessura do parênquima clorofiliano para as plantas mantidas com nebulização. Silva (2007), também verificou aumento da espessura dos parênquimas com o uso de silicato de sódio na aclimatização de gérberras.

5 CONCLUSÕES

- O uso de silício não interfere na altura e no pegamento das plantas de crisântemo e calanchoe.
- O uso de silicato de sódio na fase de aclimatização aumenta o teor de clorofila das plantas de crisântemo e calanchoe.
- O uso de silicato de potássio aumenta a relação DP/DE dos estômatos das plantas de crisântemo e calanchoe.
- Maior espessura das epidermes de crisântemo e calanchoe é observado com o silicato de sódio.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERT, L. H. de B. **Aspectos morfo-anatômicos de mudas de abacaxizeiro "Smooth Cayenne" micropropagadas**. 2004. 54 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ARNON, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplast. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, p. 1-15, 1949.

AZEVEDO, K. de S. **Indução e análise bioquímicas de calos e aspectos da anatomia foliar de copaiba (*Copaifera langsdorffii* Desf.)**. 2003 86 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

BARBOSA, J. G. **Crisântemos: produção de mudas–cultivo para corte de flor – cultivo em vaso–cultivo hidropônico**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 234 p.

BARCELO, J.; GUEVARA, P.; POSCHENRIEDER, C. Silicon amelioration of aluminium toxicity in teosinte (*Zea mays* L. ssp. Mexicana). **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 54, n. 2, p. 249-255, 1993.

BONE, R. A.; LEE, D. W.; NORMAN, J. M. Epidermal cells functioning as lenses in leaves of tropical rain-forest shade plants. **Applied Optics**, v.24, p.1408-1412, 1985.

BOSA, N.; CALVETE, E. O.; NIENOW, A. A.; SUZIN, M. Enraizamento e aclimatização de plantas micropropagadas de gipsófila. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 207-210, abr./jun. 2003.

BRAGA, F. T. **Ambiente de cultivo na propagação in vitro de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev cv. Rage)/ características anatômicas e fisiológicas**. 2006. 119 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BRASIL. Decreto n. 2954. Aprova o regulamento da lei n° 6894 de 16 de janeiro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura e dá outras providências. **Normas jurídicas: texto integral** – DEC 004954, 14 jan., 2004, 27 p.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. **Cadeias Produtivas de Flores e Mel**. Brasília: MAPA, 2007. p. 142. (Série agronegócios, 9).

CARPENTIER, R. Influence of high light intensity on photosynthesis :photoinhibition and energy dissipation. In : PESSARAKLI, M. (Ed.). **Handbook of photosynthesis**. New York: Marcel Dekker, 1997. p. 443-450.

CASTRO, E. M. **Alterações anatômicas, fisiológicas e fitoquímicas em plantas de *Mikania glomerata* Sprengel (guaco) sob diferentes fotoperíodos e níveis de sombreamento**. 2002. 221 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CORRALES, I.; POSCHENRIEDER, C.; BARCELÓ, J. Influence of silicon pretreatment on aluminium toxicity in maize roots. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 190, n. 2, p. 203-209, 1997.

CRITCHLEY, C. Molecular adaptation to irradiance: the dual functionality of photosystem II. In: SINGHAL, G.S. et al. (Ed) **Concepts in photobiology: photosynthesis and photomorphogenesis**. New Delhi: Narosa publishing House, 1999. p. 573-587.

CUTTER, E. G. **Plant anatomy: experiments and interpretation**. Massachusetts: A. Wesley, 1971. 343 p.

DAYANANDAM, P.; KAUFMAN, P. B.; FRAKIN, C. I. Detection of silica in plants. **American Journal of Botany**, v. 70, p. 1079-1084, 1983.

DE DATTA, S. K. **Principles and practices of rice production**. New York: J. Willey, 1981. p. 618.

DONNELLY, D. J.; VIDAVER, W.E. Leaf anatomy of red raspberry transferred from culture to soil. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 109, n. 2, p. 172-176, Mar. 1984.

DUBLIN, P. Techniques de reproduction végétative "in vitro" et amelioration génétique chez les caféiers cultivés. **Café, Cacao, Thé**, Paris, v. 28, n. 4, p. 231-44, oct./dec. 1984.

DUNSTAN, D. I.; TURNER, K. E. The acclimatization of micropropagated plants. In: VASIL, I. K. (Ed.). **Cell culture and somatic cell genetics of plants: laboratory procedures and applications**. Orlando: Academic, 1984. v. 1, p. 123-129.

ELAWAD, S. H.; STREET, J. J.; GASCHO, G. J. Response of sugarcane to

silicate source: and rate. I. Growth and yield. **Agronomy Journal**, v. 3, n. 74, p. 481-484, 1982.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 3, p. 39-45, 1991.

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

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, p. 11-17, 1994.

FACHINELLO, J. C. Produção de mudas certificadas de morangueiro na Itália. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MORANGO, 1., 1999, Pouso Alegre. **Anais de resumo...** Pouso Alegre: [s.n.], 1999. p. 73-92.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 183 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIOR, C. S.; KAMPF, A. N. Substrato e nutrição na aclimatização *ex vitro* de *Limonium platyphyllum* Kuntze. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. Campinas, v. 5, n. 1, p. 78-86, 1999.

FONSECA, J. A.; MEURER, E. J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 21, p.47-50, 1997.

FRANZOTE, B. P.; SILVEIRA, L. de S. M. da; ANDRADE, M. J. B. de; VIEIRA, N. M. B.; SILVA, V. M. P. e; CARVALHO, J. G. de. Aplicação foliar de silício em feijoeiro comum. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. Disponível em: < <http://www.cnpaf.embrapa.br/conafe/pdf/conafe2005-0087.pdf> > Acesso em: 23 mar. 2007.

FURLANI, A. M. C. Nutrição Mineral. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2004. p. 40-75.

GRATTAPLAGIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S. (Ed.). **Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas**. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CNPH, 1990. v. 1, p. 89-164.

HATZILAZAROU, S. P.; SYROS, T. D.; YUPSANIS, T. A.; BOSABALIDIS, A. M.; ECONOMOU, A. S. Peroxidases, lignin and anatomy during in vitro and ex vitro rooting of gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) microshoots. **Journal of Plant Physiology**, v.163, p.827-836, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 15 dez. 2007.

JANDEL SCIENTIFIC. **User's manual**. California, 1991. 280p.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. 3. ed. N. York: Paul B. Hoeber, 1940. 790 p.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. da. **Evolução das exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais até agosto de 2004**. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com.br>>.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. da. **Exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais**: projeções indicam novo recorde para 2007. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com.br>> Acesso em: 15 maio 2007.

KETELLAPPER, H. J. Stomatal physiology. **Annual Review of Phytopathology**, v. 14, p. 249-270, 1963.

KORNDÖRFER, G. H. Elementos benéficos. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: SBCS, 2006. p.355-374.

KORNDÖRFER, G. H.; NOLLA, A.; OLIVEIRA, L. A. de. **Silício no solo e na planta**. 2. ed. Uberlândia: GPSi-ICIAG/UFU, 2005. 22 p.

KORNDORFER, G. H.; LEPSCH, I. Effect of silicon on plant growth and crop yield. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. (Ed.). **Silicon in Agriculture**. 2001. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B8GY9-4P0VG0D-C/2/24d5d3c1071d62f55246ed59a96daabc>>

KORNDÖRFER, G. H.; RODRIGUES, F. de Á. **Importância do silício na incidência e na resistência às doenças de plantas.** Disponível em: <[http://web.cena.usp.br/apostilas/Boaretto/2006/YAMADA/POTAFOS%20\(E\)/Gaspar%20Korndorfer/Anais%20do%20Gaspar%20Korndorfer.doc](http://web.cena.usp.br/apostilas/Boaretto/2006/YAMADA/POTAFOS%20(E)/Gaspar%20Korndorfer/Anais%20do%20Gaspar%20Korndorfer.doc)> Acesso em: 15 maio 2007.

KRAUS, J. E. ; ARDUIM, M. **Manual Básico de métodos em morfologia vegetal.** Seropédica: EDUR, 1997. 198 p.

LESSA, M. A. **Desenvolvimento de *Kalanchoe luciae* cultivado em diferentes substratos e condições de sombreamento.** 2006. 111 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LIANG, Y.; SHEN, Q.; SHEN, Z.; MA, T. Effects of silicon on growth and mineral composition of barley grown under toxic levels of aluminium. **Journal of plant Nutrition**, New York, v. 24, n. 2, p. 229-243, 2001.

LIMA FILHO, O. F. de; LIMA, M. T. G. de; MUI TSAI, S. **O Silício na Agricultura.** Piracicaba: [s.n.], 1999. p. 1-7. (Encarte Técnico - Informe Agrônômico, n. 87).

LIMA, L. M. **Manejo da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow) com fungicidas e silício.** 2006. 81 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MA, J. F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plant. In: DATNOFF, L. E.; KORNDÖRFER, G. H.; SNYDER, G. **Silicon in Agriculture.** New York: Elsevier science, 2001. p. 17-39.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARTINATI, J. C.; LACAVA, P. T. ; MIYASAWA, S. K. S.; GUZZO, S. D.; AZEVEDO, J. L.; TSAI, S. M. Redução dos sintomas causados pela *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* por meio de aplicação de benzotriazolone e silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 8, ago. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 29 jan. 2008.

MELO, S. P. **Silício e fósforo para estabelecimento do capim-marandu num latossolo vermelho-amarelo**. 2005. 110 p. Tese (Doutor em Agronomia/Solos e nutrição de plantas)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

MELO, S. P. de; KORNDÖRFER, G. H.; KORNDÖRFER, C. M.; LANA REGINA, M. Q.; SANTANA, D. G. de. Silicon accumulation and water deficit tolerance in *Brachiaria* Grasses. **Scientia Agricola**, v. 60, n.4, p.755-759, 2003.

MENEZES, N. L.; SILVA, D. da C.; PINHA, G. F. de M. (Ed.). **Anatomia vegetal**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 438 p.

MORAES, J. C., GOUSSAIN, M. M., BASAGLI, M. O. A. B., CARVALHO, G. A., ECOLE, C. C., SAMPAIO, M. V. Silicon influence on the tritrophic interaction: wheat plants, the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), and its natural enemies, *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Aphidius colemani* viereck (Hymenoptera: Aphidiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 5, 2004 . Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 15 maio 2007.

MORAIS, H., MEDRI, M.E., MARUR, C.J., CARAMORI, P.H., RIBEIRO, A.M.A. & GOMES, J.C. 2004. Modifications on leaf anatomy of *Coffea arabica* caused by shade of Pigeonpea (*Cajanus cajan*). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 47: 863-871.

MOTA, P. R. D' A.; BÔAS, R.L.V.; SOUSA, V. F. de; RIBEIRO, V. Q. Desenvolvimento de plantas de crisântemo cultivadas em vaso em resposta a níveis de condutividade elétrica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 11 jan. 2008.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, p. 473-497, 1962.

NABLE, R. O.; LANCE, R. C. M.; CARTWRIGHT, B. Uptake of boron and silicon by barley genotypes with differing susceptibilities to boron toxicity. **Annals of Botany**, London, v. 66, n. 1, p. 83–90, 1990.

NAKAZONO, E.M. et al. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.173-179, 2001.

NOLLA, A.; KONRDÖRFER, G. H.; ARRUDA, D. G.; LEMES, E. M.; KAHLAU, J. **Eficiência de silicato de cálcio e calcário no controle de cercospora sojina na cultura da soja.** Disponível em: <http://agronelli.locaweb.com.br/enviados/_Controle_da_Cercospora_Sojina_na_Cultura_da_Soja_6.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2007.

OLIVEIRA, B. D. de; BARROS, E. M. S.; MONTEIRO, A. de P.; HURTADO, S. M. C.; GUEDES, J. de C. Producción de crisantemos en función de diferentes dosis de silicio y potasio. In: CONGRESO ARGENTINO DE FLORICULTURA, 3., JORNADAS NACIONALES DE FLORICULTURA, 8., La Plata, 2006. **Anais...** Disponível em: <http://www.maa.gba.gov.ar/agricultura_ganaderia/floricultura/MACRO%20MICRO%20PROPAG/63%5B1%5D.Abubacao_com_silicio_de_orquidea_FINAL.doc> Acesso em: 23 mar. 2007.

PAPAFOTIOU, M.; SCHWABE, W. W. Studies on the long-day inhibition of flowering in *Xantium* and *Kalanchoe*. **Physiologia Plantarum**, Sweden, v. 80, n. 2, p. 177-184, 1990.

PASQUAL, M. **Propagação de plantas ornamentais.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 106 p. Texto Acadêmico.

PEREIRA, H. S.; VITTI, G. C.; KORNDÖRFER, G. H. Comportamento de diferentes fontes de silício no solo e na cultura do tomateiro. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, n. 27, p. 101-108, 2003.

PEREIRA, T. A. **Crescimento, anatomia e relações hídricas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) adubados com diferentes combinações de silicato de cálcio e calcário.** 2007. 45 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, 2007.

POZZA, A. A. A. **Silício em mudas de cafeeiro: efeito na nutrição mineral e na suscetibilidade à cercosporiose em três variedades.** Universidade Federal de Lavras. Tese (Doutorado), 2004 88 p.

PRADO, R. de M.; NATALE, W. Efeito da aplicação de silicato de cálcio no crescimento, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 185-190, 2005, Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662005000200006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 maio 2007.

PRAKASH, J. Studies on acclimatization, establishment and tuberization of *Zantedeschia* (Callalilly) micropropagules. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ACCLIMATIZATION AND ESTABLISHMENT OF MICROPROPAGATED PLANTS, 2., 2007, Leuven, Belgium. **Acta Horticulturae 748...** Leuven, Belgium: ISHS, 2007. p. 107-114.

ROCHA, H. S. **Luz e sacarose na micropropagação da bananeira ‘prata anã’**: alterações morfoanatômicas. 2005. 98 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RODRIGUES, P. H. V. ; LIMA, A. M. L. P.; AMBROSANO, G. M. B.; DUTRA, M. de F. B. Aclimatização de mudas micropropagadas de *Heliconia bihai* Heliconiaceae). **Scientia agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 3, 2005 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162005000300016&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 14 fev. 2008.

SALOMÉ, J. R. **Mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais**. 2007. Disponível em: http://www.aptaregional.sp.gov.br/artigo.php?id_artigo=511. Acesso em: 22 fev. 2007.

SAVANT, N. K.; KORNDÖRFER G. H.; SNYDER, G. H.; DATNOFF, L. E. Silicon Nutrition and Sugarcane Production. **Journal Plant Nutrition**, New York, v. 12, n. 22, p. 1853-1903, 1999.

SILVA, A. B. da; PASQUAL, M.; MACIEL, A. L. de R.; DUTRA, L. F. BAP E Substratos na aclimatização de plântulas de gloxínia (*Sinningia speciosa* Lood. Hiern.) provenientes de cultura de tecidos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 255-260, mar./abr. 2003.

SILVA, D. P. C. da. **Meios de cultura e fontes de silício no desenvolvimento *in vitro* de gébera**. 2007. 84 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOARES, F. P. **Aspectos do cultivo *in vitro* da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes)**. 2005. 121 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOARES, J. D. R.; VILLA, F.; RODRIGUES, F. A.; PASQUAL, M.; CARVALHO, J. G. Fontes de Silício na propagação *in vitro* de orquídea. In: CONGRESO ARGENTINO DE FLORICULTURA, 3.; JORNADAS NACIONALES DE FLORICULTURA, 8., 2006a, La Plata. **Anais...** Disponível

em: <http://www.maa.gba.gov.ar/agricultura_ganaderia/floricultura/MACRO%20MICRO%20PROPAG/70%5B1%5D.Fontes_de_silicio_na_propagacao_de_orquidea.doc>. Acesso em: 23 mar. 2007.

SOARES, J. D. R.; MORAES, D.N.; VILLA, F.; RODRIGUES, F. A.; PASQUAL, M. Adubação com Silício no desenvolvimento de orquídea. In: CONGRESO ARGENTINO DE FLORICULTURA,3.; JORNADAS NACIONALES DE FLORICULTURA, 8., 2006b, La Plata. **Anais...** Disponível em: http://www.maa.gba.gov.ar/agricultura_ganaderia/floricultura/MACRO%20MICRO%20PROPAG/63%5B1%5D.Abubacao_com_silicio_de_orquidea_FI_NAL.doc . Acesso em: 23 mar. 2007.

STRINGUETA, A. C. O.; LÍRIO, V. S.; SILVA, C. A. B.; REIS, B. S.; AGUIAR, D. R. D. Diagnóstico do segmento de produção da cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 8, n. 1/2, p. 77-90, 2002.

SUTTER, E. G.; HUTZELL, M. Use of humidity tents and antitranspirants in the acclimatization to tissue-cultured plants to the greenhouse. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 23, n. 4, p. 303-312, 1984.

TOMBOLATO, A. F. C.; COSTA, A. M. M. **Micropropagação de plantas ornamentais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1998. (Boletim Técnico 174).

TUNA, A. L.; KAYA, C.; HIGGS, D.; MURILLO-AMADOR, B.; AYDEMIR, S.; GIRGIN, A. R. Silicon improves salinity tolerance in wheat plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 62, p. 10-16, 2008.

VAN ZANTEN. **Catálogo da Empresa Irmãos Van Zanten Schoenmaker Ltda**. Disponível em: <<http://www.vanzanten.com>>. Acesso em: 27 mar. 2006.

VOOGT, W.; WUBBEN, J. P.; STRAVER, N. A. The effect of silicon application on some ornamental plants. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2005. p. 128.

WITHNER, C.L.; NELSON, P.K.; WEJKSNORA, P.J. The anatomy of orchids. In: WITHNER, C.L. (Ed.). **The orchids: scientific studies**. New York: J. Wiley, p.267-334, 1974.

ZIMMERMAN, R. H. Micropropagation of wood plants: post tissue culture aspects. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 227, p. 489-499, 1988.

ZHOU, T. S. The detection of the accumulation of silicon in *Phalaenopsis* (Orchidaceae). **Annals of Botany**, v. 75, p. 605-607, 1995.

ANEXOS

Página

Tabela 1-	Resumos da análise de variância para a variável incremento na altura de plantas de crisântemo, em cm, adubadas com diferentes fontes e doses de silício e aclimatizadas com nebulização intermitente e com irrigação manual. UFLA, Lavras, 2007.	72
Tabela 2-	Resumos da análise de variância para os teores de clorofila, de plantas de crisântemo, adubadas com diferentes fontes e doses de silício e aclimatizadas com nebulização intermitente e com irrigação manual. UFLA, Lavras, 2007.	72
Tabela 3-	Resumos da análise de variância para os diâmetros dos estômatos de plantas de crisântemo adubadas com diferentes fontes e doses de silício e aclimatizadas com nebulização intermitente e com irrigação manual. UFLA, Lavras, 2008.	73
Tabela 4-	Resumo da análise de variância para as espessuras das epidermes abaxial e adaxial, e para os parênquimas paliçádico e esponjoso, estômatos de plantas de crisântemo adubadas com diferentes fontes e doses de silício e aclimatizadas com nebulização intermitente e com irrigação manual. UFLA, Lavras, 2008.	73
Tabela 5-	Resumos da análise de variância para a variável incremento na altura de plantas de calanchoe em cm, adubadas com diferentes fontes e doses de silício e aclimatizadas com nebulização intermitente e com irrigação manual. UFLA, Lavras, 2007.	74
Tabela 6-	Resumos da análise de variância para os teores de clorofila, de plantas de calanchoe, adubadas com diferentes fontes e doses de silício e aclimatizadas com nebulização intermitente e com irrigação manual. UFLA, Lavras, 2007.	74
Tabela 7-	Resumos da análise de variância para os diâmetros dos estômatos de plantas de calanchoe adubadas com diferentes fontes e doses de silício e aclimatizadas com nebulização intermitente e com irrigação manual. UFLA, Lavras, 2008.	75
Tabela 8-	Resumo da análise de variância para as espessuras das epidermes abaxial e adaxial, e para os parênquimas paliçádico e esponjoso, estômatos de plantas de crisântemo adubadas com diferentes fontes e doses de silício e aclimatizadas com nebulização intermitente e com irrigação manual. UFLA, Lavras, 2008.	75

TABELA 1: Resumos da análise de variância para a variável incremento na altura de plantas de crisântemo em cm, adubadas com diferentes fontes e doses de silício e aclimatizadas com nebulização intermitente e com irrigação manual. UFLA, Lavras, 2007.

FV	GL	Quadrados médios	
		Nebulização	Irrigação
Fontes (F)	1	0.4796	0.0070
Doses (D)	4	0.1227	0.0333
F x D	4	0.0647	0.0580
Resíduo	20	0.1598	0.0278
CV(%)		22,69	54,69

*Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 2: Resumos da análise de variância para o teor de clorofila, do experimento de diferentes concentrações de silício em plantas de crisântemo com nebulização intermitente. UFLA, Lavras, 2007.

FV	GL	Quadrados médios							
		Nebulização			Irrigação				
		Cl a	Cl b	a/b	Cl Tot	Cl a	Cl b	a/b	Cl Tot
F	1	0.2721	0.8368	0.0803	2.0672	0.0855	0.1137	0.1072	0.4612
D	4	0.1080	0.3673	0.0125	0.8716	0.0386	0.0694	2.8824	0.2053
F X D	4	0.2066*	0.6782	0.0290	1.6297	0.0453*	0.0762*	2.2219	0.2044*
RESÍDUO	10	0.0551	0.2202	0.0393	0.4918	0.0040	0.0370	1.9497	0.0234
CV (%)		47,20	65,45	25,15	57,74	19,63	49,60	75,82	27,21

*Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 3: Resumos da análise de variância para os diâmetros dos estômatos de plantas de crisântemo adubadas com diferentes fontes e doses de silício e aclimatizadas com nebulização intermitente e com irrigação manual. UFLA, Lavras, 2008.

FV	GL	Quadrados médios							
		Nebulização				Irrigação			
		Diâm. polar	Diam. equ.	DP/DE	Dens. estom.	Diâm. polar	Diam. equ.	DP/DE	Dens. estom.
F	1	199.0921*	69.0561*	0.0000	1108.8900*	36,6025*	1.6384	0.0324	4395.6900*
D	4	41.9722*	18.7674	0.2536*	2972.1400*	26.4071*	18.8686 *	0.0540	635.4400*
F X D	4	86.8533*	5.8606	0.1038	4149.0900*	26.9832*	2.5996	0.0704	652.3400*
RESÍDUO	90	14.0934	8.8822	0.0449	141.5455	6.6874	3.6703	0.0244	123.3700
CV (%)		11,71	13,33	14,60	15,25	8,27	8,82	10,78	14,27

*Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 4: Resumo da análise de variância para as espessuras das epidermes abaxial e adaxial, e para os parênquimas paliçádico e esponjoso, estômatos de plantas de crisântemo adubadas com diferentes fontes e doses de silício e aclimatizadas com nebulização intermitente e com irrigação manual. UFLA, Lavras, 2008.

FV	GL	Quadrados médios							
		Nebulização				Irrigação			
		Ep. Abax.	Ep. Adax.	Par. Pal.	Par. Esp.	Ep. Abax.	Ep. Adax.	Par. Pal.	Par. Esp.
F	1	63.8601	273.4935*	51.5226	2813.9801	0.0166	0.0081	0.5415	236.4135
D	4	27.5664	56.2190*	92.8990	446.6544	26.2869	15.8295	138.8460	163.0733
F X D	4	36.8872*	116.9876*	49.1560	853.3247*	6.6162*	6.3569*	90.6444*	389.7151
RESÍDUO	50	11.2423	14.1352	39.4988	213.8625	7.8539	11.5895	28.2329	154.3389
CV (%)		18,13	15,48	13,61	13,26	16,04	16,12	12,27	14,60

*Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 5: Resumos da análise de variância para a variável incremento na altura de plantas de calanchoe em cm, adubadas com diferentes fontes e doses de silício e aclimatizadas com nebulização intermitente e com irrigação manual. UFLA, Lavras, 2007.

FV	GL	Quadrados médios	
		Nebulização	Irrigação
Fontes (F)	1	0.4796	0.3744
Doses (D)	4	0.1227	0.0480
F x D	4	0.0647	0.2917
Resíduo	30	0.1598	0.2218
CV(%)		21,67	19,32

*Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 6: Resumos da análise de variância para a teor de clorofila, do experimento de diferentes concentrações de silício em plantas de calanchoe com nebulização intermitente. UFLA, Lavras, 2007.

FV	GL	Quadrados médios							
		Nebulização				Irrigação			
		Cl a	Cl b	a/b	Cl Tot	Cl a	Cl b	a/b	Cl Tot
F	1	0.3213	1,1380*	0.9128*	2.6688	3.1642*	13.6242*	13.0218*	29.9180
D	4	0.3275	0,1897	0.1263	0.4931	0.3571	0.4307	0.1494	1.4718
F X D	4	1.0836*	0,2237*	0.0299	0.9708*	0.6138	0.4191	0.1494	2.0090
RESÍDUO	20	1.3100	0,0700	0.0961	0.2089	0.4054	0.1688	0.0476	1.0179
CV (%)		21,27	32,18	19,69	22,57	31,39	29,98	11,80	29,68

*Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 7: Resumos da análise de variância para os diâmetros dos estômatos de plantas de calanchoe adubadas com diferentes fontes e doses de silício e aclimatizadas com nebulização intermitente e com irrigação manual. UFLA, Lavras, 2008.

FV	GL	Quadrados médios							
		Nebulização				Irrigação			
		Diâm. polar	Diam. equ.	DP/DE	Dens. estom.	Diâm. polar	Diam. equ.	DP/DE	Dens. estom.
F	1	29.0322	100.5362	0.1573*	626.5800	27.6768	58.6444	0.0468	273.7800
D	4	66.3289	22.8923	0.0184	2.9000	20.4526	31.9735	0.1250*	127.2800*
F X D	4	43.6180*	23.8388*	0.0437	195.1300	31.5544*	17.5582	0.0046*	107.2300
RESÍDUO	190	7.9145	3.9150	0.0222	55.6778	11.0519	4.9970	0.0318	49.2210
CV (%)		7,85	8,00	10,23	22,44	10,06	9,52	12,58	23,76

*Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 8: Resumo da análise de variância para as espessuras das epidermes abaxial e adaxial, e para o parênquima clorofiliano de plantas de calnchoe adubadas com diferentes fontes e doses de silício e aclimatizadas com nebulização intermitente e com irrigação manual. UFLA, Lavras, 2008.

F V	GL	Quadrados médios					
		Nebulização			Irrigação		
		Epid. abaxial	Epid. adaxial	Par. clorofiliano	Epid. abaxial	Epid. adaxial	Par. clorofiliano
F	1	464.2601	705.2081	111922.5660	519.2041	1229.4426	51088.3440
D	4	19.4348	59.6385	10500.1380	91.9068	115.9231	7833.6606
F x D	4	49.0401	73.5923*	25680.7630*	85.2116*	24.5943	9345.5723*
Resíduo	50	16.5777	20.0141	3148.8530	19.4454	19.4213	1120.7172
CV (%)		12,16	11,43	7,91	16,36	13,04	6,72

*Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.