

**ADUBAÇÃO SILICATADA VIA FOLIAR EM  
CULTIVO DE ROSEIRA, CULTIVAR VERSÍLIA<sup>®</sup>**

**MARCO LOCARNO**

**2008**

**MARCO LOCARNO**

**ADUBAÇÃO SILICATADA VIA FOLIAR EM CULTIVO DE ROSEIRA,  
CULTIVAR VERSÍLIA®**

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**

Locarno, Marco.

Adubação silicatada via foliar em cultivo de roseira, cultivar Versília® /  
Marco Locarno. -- Lavras : UFLA, 2008.

43 p. : il.

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

Orientador: Patrícia Duarte de Oliveira Paiva.

Bibliografia.

1. Silício. 2. Flor de corte. 3. Planta ornamental. I. Universidade Federal  
de Lavras. II. Título.

CDD – 635.933372

**MARCO LOCARNO**

**ADUBAÇÃO SILICATADA VIA FOLIAR EM CULTIVO DE ROSEIRA,  
CULTIVAR VERSÍLIA®**

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 11 de julho de 2008

Prof. Dr. Antônio Paulino da Costa Netto

FESP/ UEMG

Pesq. Dra. Elka Fabiana Aparecida Almeida

Pesquisadora/ EPAMIG

Profa. Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva

UFLA

Orientadora

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2008

***MEU SENHOR E MEU DEUS!!!***

***JO – 21,28***

A Deus pela força nos momentos difíceis;  
Aos meus pais, Oreste e Edina, exemplos de vida,  
amor, compreensão;  
A minha esposa, Adriana e aos meus filhos, Izabela e Rodolfo;  
**AMO TODOS VOCÊS!!!**

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pois sem Ele nada sou.

À UNIPAC, por meio do diretor do InBio, Professor Ronaldo Martins Ferreira, pela oportunidade e incentivo e à Universidade Federal de Lavras, pela 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 Oreste e Edina, aos meus irmãos e meus sobrinhos, pela alegria e sorrisos em todos os momentos.

A minha esposa, Adriana, pelo carinho, dedicação e paciência, sempre me acompanhando.

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

Ao Fernando Magri e sua família, pela oportunidade e confiança ao disponibilizar sua propriedade para a condução do experimento. A eles, meu respeito pela competência em seu trabalho e dedicação.

Aos colegas de laboratório, Flávio e Leo, pelas dicas, apoio e, principalmente, credibilidade. Muito obrigado.

Ao Luciano, Carlos Alexandre, Leandra, Elka e a Carol, que me ajudaram (e muito!) na realização dos experimentos.

Ao amigo e estatístico Paulo Cezar Resende, pelos conhecimentos e ajuda.

A todas as pessoas que participaram desta importante conquista.

## BIOGRAFIA

MARCO LOCARNO, filho de Oreste Locarno e Edina Maria Bianchetti Locarno, nasceu em 1º de fevereiro de 1968, em Barbacena, Minas Gerais.

Cursou o ensino fundamental na Escola Estadual Amilcar Savassi e o ensino médio na Escola de Aplicação da FUPAC, em Barbacena, MG.

Em 1986, iniciou o curso de graduação em Engenharia Agrônômica na Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em agosto de 1990. Em 1998, concluiu o curso de pós-graduação Lato Sensu em Fruticultura Comercial, pela FAEPE-UFLA. Atuou como responsável técnico de uma misturadora de adubo, gerente de fazenda de gado de leite e reflorestamento, supervisor de vendas. Atualmente, é técnico de nível superior da Universidade Presidente Antônio Carlos e professor no curso de Biotecnologia.

Ainda, é empresário rural e trabalha, atualmente, com avicultura de corte e cultivo de morango.

Iniciou o mestrado em Agronomia/Fitotecnia na Universidade Federal de Lavras em março de 2006 e submeteu-se à defesa em 11 de julho de 2008.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Rosas da cultivar Versília®	<b>12</b>
<b>Figura 2.</b> Produção média de rosas cultivadas com adubação de silício e fosfóforo, em função das semanas de avaliação.	<b>19</b>
<b>Figura 3.</b> Comprimento médio das hastes de roseira, cultivar Versília® em função das doses de silício aplicadas.	<b>20</b>
<b>Figura 4.</b> Teores de S (g/kg) em folhas de roseira cultivar Versília® em função da adubação silicatada aplicada e do teor observado antes da implantação do experimento.	<b>23</b>
<b>Figura 5.</b> Teores de zinco foliar em função das doses e fontes de silício aplicadas.	<b>24</b>
<b>Figura 6.</b> Incidência de míldio nas roseiras tratadas durante o experimento em função da adubação silicatada.	<b>26</b>
<b>Figura 7.</b> Peso fresco em gramas das hastes florais ao longo dos dias.	<b>30</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Níveis foliares recomendados para roseiras em produção.	<b>5</b>
<b>Tabela 2.</b> Resultados Analíticos das características químicas do solo da área experimental.	<b>13</b>
<b>Tabela 3.</b> Níveis foliares das roseiras analisadas antes da instalação do experimento.	<b>14</b>
<b>Tabela 4.</b> Dosagens e tratamentos utilizados na condução do experimento.	<b>14</b>
<b>Tabela 5.</b> Produtividade de hastes comerciais em função da adubação silicatada	<b>18</b>
<b>Tabela 6.</b> Ângulo de inserção em função das doses aplicadas de silício.	<b>21</b>
<b>Tabela 7.</b> Teores médios foliares das roseiras cultivar Versília® tratadas com adubação silicatada coletadas no fim do período experimental.	<b>21</b>
<b>Tabela 8.</b> Teor de nitrogênio nas folhas após o desdobramento de fonte dentro da dose 0 (zero)	<b>22</b>
<b>Tabela 9.</b> Teor de ferro nas folhas em função das fontes de silício aplicadas.	<b>23</b>
<b>Tabela 10.</b> Teor de zinco nas folhas em função da adubação silicatada na dosagem de 0,25%.	<b>24</b>
<b>Tabela 11.</b> Influência das diferentes doses de silício aplicadas em roseira, sobre os teores de clorofila a e b.	<b>27</b>

## SUMÁRIO

<b>ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS</b>	i
<b>RESUMO</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
1 Introdução .....	1
2 Referencial teórico.....	3
2.1 Produção de flores no Brasil .....	3
2.2 A cultura da rosa .....	3
2.2.1 Variedade Versília® .....	5
2.3 O silício .....	5
2.3.1 Fontes .....	7
2.3.2 Funções na planta.....	8
2.3.3 Resistência a doenças.....	8
2.3.3.1 Barreira física .....	8
2.3.3.2 Barreira bioquímica e expressão gênica .....	10
2.4 O fosfito .....	11
3 Material e métodos .....	12
3.1 Descrição do local.....	12
3.2 Características químicas do solo e folhas.....	13
3.3 Tratamentos .....	14
3.4 Delineamento.....	15
3.5 Avaliações .....	15
3.5.1 Caracteres agronômicos .....	15
3.5.2 Teor de clorofila.....	16
3.5.3 Qualidade pós-colheita.....	17
4 Resultados e discussão.....	18
4.1 Caracteres agronômicos.....	18
4.2 Teor de clorofila.....	27
4.3 Pós-colheita.....	29
5 Conclusões.....	30
6 Referências bibliográficas .....	31
Anexo A.....	38

## RESUMO

LOCARNO, Marco. **Adubação silicatada via foliar, em cultivo de roseira cultivar Versília**. 2008. 43 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG<sup>1</sup>

A realização de estudo da adubação silicatada em roseiras justifica-se pelo intuito de reduzir o número de aplicações de defensivos agrícolas, podendo aumentar a produtividade e a qualidade dos botões florais na colheita e na pós-colheita. A absorção de silício difere entre as espécies vegetais. Há evidências de que o envolvimento dos silicatos na indução de resistência pode ocorrer pela participação do próprio silício, fortificando estruturas da parede celular e conferindo aumento da lignificação. Com base nos benefícios desse elemento, realizou-se o experimento visando avaliar o efeito da adubação silicatada em roseiras. O experimento foi instalado em casa de vegetação, em chácara comercial de produção de rosas, testando a variedade Versília<sup>®</sup>. Os tratamentos testados consistiram da aplicação de silício utilizando como fonte o silicato de potássio, acrescido ou não de fosfito. Utilizaram-se 4 doses de silício: 0; 427,5; 855 e 1.282,5 mg.L<sup>-1</sup>. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4 na parcela e subparcela no tempo. As variáveis analisadas foram produtividade, comprimento e diâmetro de haste, diâmetro de botão, ângulo de inserção de folha, incidência de míldio. Também se realizaram análises pós-colheita, verificando a durabilidade, qualidade pós-colheita, o peso fresco e a abertura dos botões florais. Os melhores resultados foram observados com a aplicação de silicato de potássio acrescido de fosfito na dosagem de 855 mg.L<sup>-1</sup> de Si. Não se observou efeito da adubação silicatada na qualidade pós-colheita das flores.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva – DAG/UFLA (Orientadora); Dra. Janice Guedes de Carvalho (co-orientadora) e Dr. Felipe C. Figueiredo (co-orientador)

## ABSTRACT

LOCARNO, Marco. **Silicate fertilization by foliar spray in rose cultivar Versília®**. 2008. 43 p. Dissertation (Master in Agronomy) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.<sup>2</sup>

The study of silicate fertilization in crop roses is justified with purpose to reduce the use of defensives, increase yield, quality of stem flowers in harvest and postharvest. The uptake of silicon is different among species. There are evidences that silicates involved in resistance induction, reinforce structures with cellular wall (apoplast) and increase lignification. Based on the benefits of this matter, the essay was done aiming to evaluate the effect of silicate fertilization in crop roses, cultivar Versília®, in commercial greenhouse. We tested the effect of potassium silicate with and without fosfite (1:1) in four silicon (Si) concentrations: 0; 427.5; 855 and 1285.5 mg.L<sup>-1</sup>. The treatments were laid out in randomized blocks in a factorial scheme (2x4) and split-plot on the time. The evaluable variables were: yield, stem length, stem diameter, floral button diameter, stem angle insertion and mildew incidence. Also, the postharvest analyses were evaluated: durability, quality, fresh weight, water absorption and diameter of the flower. The best results were observed with the use of potassium silicate with fosfite in 885 mg.L<sup>-1</sup> of Si. We did not observe effects of silicate fertilization in postharvest quality.

---

<sup>2</sup>Guidance Committee: Dr. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva – DAG/UFLA (Advisor); Dr. Janice Guedes de Carvalho (co-advisor) e Dr. Felipe C. Figueiredo (co-advisor)

## 1 INTRODUÇÃO

A floricultura brasileira teve maior destaque, como atividade economicamente lucrativa, a partir dos anos 1960. Com o tempo, essa atividade aumentou, principalmente pela participação de imigrantes japoneses e holandeses que, até nos dias atuais, vêm contribuindo de forma bastante expressiva para o desenvolvimento dessa atividade (Rodrigues, 2006).

O segmento da floricultura é um setor muito competitivo, que está em plena expansão e movimenta bilhões de dólares em todo o mundo. A Holanda é o principal exportador de flores, seguida pela Colômbia e pela Itália (Stringueta et al., 2002; Mota, 2007).

Dentre as espécies ornamentais, a rosa é a flor de corte mais produzida e comercializada no Brasil e no mundo. São as flores mais requisitadas nas floriculturas, principalmente em datas comemorativas, como dia das mães e dos namorados (Paiva et al., 2004).

No Brasil, a produção de rosas está concentrada nos estados de São Paulo, Minas Gerais e, atualmente, no estado do Ceará, que tem realizado grandes investimentos, e com excelentes resultados em produtividade e padrão de qualidade para exportação (Paiva et al., 2004). Entre esses estados, o mercado de produção e de comercialização de flores de Minas Gerais é bastante promissor, visto que o clima é propício e a região tem localização estratégica para o escoamento da produção (Landgraf & Paiva, 2005).

No estado de Minas Gerais, as principais localidades produtoras de rosas para corte são Barbacena, Munhoz, Alfredo Vasconcelos, Senador Amaral e Andradas (Landgraf & Paiva, 2005). Barbacena é uma das principais produtoras de rosas do Brasil, conhecida internacionalmente como “Cidade das Rosas”, título recebido na década de 1970, quando era a maior localidade produtora do Brasil. Entretanto, nos últimos anos, ocorreu diminuição da produção,

consequência da falta de incentivos e da falta de atualização técnica e comercial, levando ao declínio da produção. Ainda assim, a floricultura tem grande importância para a cidade e a região, gerando, aproximadamente, cinco mil empregos diretos e indiretos (Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas-SEBRAE, 2005).

Iniciativas têm surgido para resgatar o cultivo utilizando novas variedades, fertirrigação e medidas fitossanitárias, além de aspectos comerciais, criando um associativismo forte com capacitação em gestão empresarial, entre outras medidas.

Devido à importância econômica da floricultura, muitas pesquisas relacionadas à produção já foram realizadas. Existem tecnologias para o cultivo de rosas com qualidade, precocidade de colheita e para todas as estações do ano, para as condições brasileiras (Casarini, 2000).

Segundo Epstein (1999), plantas cultivadas em ambiente com silício apresentam diferenças das crescidas em locais com ausência desse elemento principalmente quanto à composição química, à existência mecânica das células, às características de superfície foliar, à tolerância ao estresse abiótico e à ocorrência de pragas e doenças. A adubação silicatada vem sendo utilizada em muitos países, aumentando a produtividade e reduzindo a incidência de pragas e doenças.

O estudo da adubação silicatada em roseiras é justificado no intuito de reduzir o número de aplicações de defensivos agrícolas e aumentar a produtividade e a qualidade dos botões, na colheita e na pós-colheita.

O presente estudo objetivou avaliar: a influência de diversas fontes e doses de silício na produção e na qualidade de hastes comerciais de roseira; a incidência de míldio na cultura e, ainda, a absorção e ou a acumulação de Si na planta.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Produção de flores no Brasil**

A produção de flores, no Brasil, movimentou cerca de US\$ 1,3 bilhão/ano (Anuário Brasileiro de Flores, 2007), o que tem possibilitado destaque nacional a este setor agrícola. No primeiro trimestre de 2008, as exportações do setor de floricultura acumularam US\$ 7,63 milhões, registrando um decréscimo de 5,4% em relação ao mesmo período de 2007, quando o total chegou a US\$ 8,07 milhões (Balança Comercial Brasileira, 2008).

Os produtos da floricultura brasileira exportados no ano de 2007 foram destinados a 24 países, tendo 75,5% do valor negociado se concentrado em dois países: Holanda, no equivalente a US\$ 9,7 milhões (56% do total) e Estados Unidos, com US\$ 3,4 milhões, correspondendo a 19,5% do total (Anuário Brasileiro de Flores, 2007).

### **2.2. A cultura da rosa**

O gênero *Rosa* SP. tem sua origem na Ásia, tendo sido distribuído para a Europa e a América. Pertence à Classe das Angiospermas, Subclasse Dicotiledônea, Ordem Rosales e Família Rosaceae (Urculu, 1953). O número de espécies é motivo de controvérsia entre autores, sendo citadas até 4.266 espécies (Starr & Bruneau, 2002). Existem mais de 30 mil cultivares de rosas, produtos de cruzamentos e retrocruzamentos, dos quais apenas cerca de 20 mil estão classificadas (Barbosa et al., 2005).

A roseira é uma planta arbustiva perene, com hábito de crescimento ereto, caule lenhoso e normalmente espinhoso. As folhas são pinadas, caducas e compostas de cinco a sete folíolos ovalados. Emite ramos basais na primavera e

em condições de casa de vegetação, local em que a temperatura é mais alta, durante todo o ano. Os ramos basais são mais grossos, permitindo à planta formar sua estrutura e produzir hastes florais para comercialização. As flores se desenvolvem no ápice das hastes, contendo, normalmente, cinco sépalas com lóbulos laterais (Bañon Arias et al., 1993).

A faixa ótima de temperatura para crescimento da roseira está entre 17°C e 26°C. Temperaturas acima de 25°C aceleram o florescimento, deixando as flores pequenas e de coloração pálida, enquanto temperaturas baixas podem atrasar o crescimento e floração (Salinger, 1991).

Em relação à radiação solar, Mastalerz (1987) cita que a luminosidade, em ambiente protegido, é um fator limitante para a produção de rosas. Quanto maior a disponibilidade de luz, maior a taxa fotossintética. No entanto, quando as folhas atingem o máximo em absorção de luminosidade, não há mais incremento na fotossíntese, permanecendo estável. Com isso, quanto maior o número de folhas, maior será a área foliar para realização da fotossíntese, elevando a produtividade e a qualidade das hastes de rosas (Mastalerz, 1987; Paiva et al., 2005).

De acordo com Bañon Arias et al. (1993), a umidade relativa do ar ideal para a cultura da roseira está entre 70% e 75%; para o período de brotação das gemas e crescimento dos brotos, é aconselhável entre 80% e 90%. A permanência de alta umidade relativa do ar no interior do ambiente protegido pode provocar doenças, como podridão de botrytis e a umidade baixa (<60%) induz à ocorrência de distúrbios fisiológicos.

Mastalerz (1987) considera que a alta umidade do solo com nível adequado de adubação contribui para o rápido crescimento e o bom tamanho de folhas para a ocorrência da fotossíntese. Segundo o autor, o estresse hídrico, juntamente com uma frequência de irrigação inadequada, restringe essa expansão foliar.

Em relação à nutrição mineral da roseira, Eymar et al. (1998) citam que a maior taxa de absorção de nutrientes pelas raízes ocorre durante o desenvolvimento das hastes florais e folhas, visando aumentar as reservas da planta. Durante a brotação das gemas, até o crescimento da haste floral, não há absorção de nutrientes, sendo utilizada a energia armazenada pela planta. Quando se realiza a colheita, diminui a quantidade de hastes, folhas e flores, diminuindo também a absorção até o desenvolvimento das novas hastes e folhas. Com isso, o ritmo de absorção é descontínuo, dependendo das podas realizadas e do corte de flores. Os níveis foliares recomendados para roseiras estão descritos na Tabela 1.

**TABELA 1** - Níveis foliares de nutrientes recomendados para roseiras em produção.

<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>Fe</b>
%					mg/kg				
2,5-3,5	0,25-0,35	1,5-2,5	0,25-0,8	0,2-0,6	5 -40	5-20	20-200	25-100	50-250

Fonte: Kadar (2000)

### 2.2.1 Variedade Versília®

É uma espécie de rosa do tipo híbridas-de-chá. São muito perfumadas e têm coloração champanhe das pétalas, com características de alta produtividade e comprimento de médio (0,4 – 0,5 m) a longo (>0,6 m) das hastes florais (Casarini et al., 2007).

### 2.3 O silício

O silício (Si), depois do oxigênio, é o elemento mineral mais abundante da crosta terrestre. Mesmo não sendo considerado elemento essencial para o desenvolvimento das plantas, sua absorção pode trazer inúmeros benefícios,

principalmente para culturas acumuladoras de Si, como, por exemplo, o arroz (Mengel & Kirkby, 1987; Belanger et al., 1995; Korndörfer, 1999).

As plantas absorvem o silício da solução do solo na forma de ácido monossilícico  $H_4SiO_2$  (Tisdale et al., 1993), por fluxo de massa, e ele se acumula principalmente nas áreas de maior transpiração, como espinhos e tricomas, na forma de ácido silícico polimerizado, também chamado de sílica amorfa (Rodrigues, 2006). Aproximadamente 99% da sílica presente na planta está sob forma polimerizada e apenas 1% está na forma monomérica ou iônica (Korndörfer, 1999). Estes depósitos de sílica nos tecidos foliares, junto às células-guarda dos estômatos e outras células epidérmicas, promovem a redução na taxa de transpiração (Rodrigues, 2006).

A absorção de silício difere entre as espécies de plantas (Ma & Yamaji, 2006). Segundo esses autores, o Si é acumulado em vários tecidos e, por não ser móvel dentro da planta, a velocidade de absorção é mediada por um transportador dependente de energia; as velocidades também variam de acordo com a espécie. Em estudos com arroz, abóbora e tomate, espécies que acumulam alta, média e baixas quantidades de silício, respectivamente, foi possível observar que as velocidades de absorção seguiram essa mesma ordem (Bélanger et al., 1995).

O óxido de silício ( $SiO_2$ ) é o mineral mais abundante dos solos, constituindo a base da estrutura da maioria dos argilominerais; entretanto, em razão do avançado grau de intemperismo em que se encontram os solos tropicais, o Si é encontrado, basicamente, na forma de quartzo ( $SiO_2.nH_2O$ ) e outras formas não disponíveis às plantas (Barbosa Filho et al., 2001).

Segundo Ma & Yamaji (2006), as plantas consideradas acumuladoras de Si possuem teor foliar acima de 1%, enquanto nas não acumuladoras os teores são inferiores a 0,5%.

### 2.3.1 Fontes

O silício apresenta-se em determinados compostos (silicatos/escórias de alto forno) fortemente ligados ao mineral e, portanto, pouco solúvel para as plantas. Assim, os teores de Si nem sempre indicam seu potencial de uso como fertilizante silicatado (Pereira et al., 2003a). A determinação de Si “disponível” em fertilizantes e corretivos não é executada pelos laboratórios no Brasil (Pereira et al., 2003b). Estes autores avaliaram diferentes extratores e concluíram que a extração em escórias e fertilizantes no Brasil, utilizando  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NH}_4\text{NO}_3$ , na concentração de  $10 + 16 \text{ g.dm}^{-3}$  e tempo de repouso de 5 dias, pode ser utilizada na caracterização da solubilidade do Si disponível para as plantas, com alto grau de confiabilidade.

O silício, como fertilizante, é muito utilizado em vários países, como Japão, Ilhas Maurícius, EUA e, atualmente, está sendo bastante pesquisado na Austrália e na África do Sul (Korndörfer et al., 2000). Na Flórida, mais de 150.000 toneladas de silicato de cálcio são, anualmente, utilizadas nas culturas de arroz e cana-de-açúcar. Os EUA já incorporaram a adubação com Si nas culturas de arroz e cana-de-açúcar, utilizando, principalmente, o silicato de cálcio e magnésio, um subproduto da indústria siderúrgica e da produção de fósforo elementar. No Brasil, já existem várias marcas comerciais de produtos contendo Si. Por exemplo, o adubo fosfatado termofosfato possui aproximadamente 22% de  $\text{SiO}_2$  na sua composição (Korndörfer et al., 2000). Outra fonte bastante utilizada atualmente é o silicato de potássio aplicado principalmente via foliar (Hwang et al., 2005; Figueiredo et al., 2007).

Recentemente, o silício foi incluído na legislação brasileira como micronutriente (Brasil, 2004) e, entre os principais benefícios que proporciona, pode-se destacar o aumento da tolerância ao estresse biótico e abiótico (Liang et al., 2006).

### **2.3.2 Funções na planta**

Mesmo não sendo essencial, do ponto de vista fisiológico, ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas, o Si, em várias situações, demonstrou efeito benéfico sobre o aumento de produção de diversas culturas, como, por exemplo, a cana-de-açúcar, o arroz e outras gramíneas (Epstein, 1994). O uso de Si tem promovido melhoria na arquitetura da planta e aumento na fotossíntese (Mauad et al., 2003), resultado do menor ângulo foliar, que torna as folhas mais eretas, diminuindo o auto-sombreamento, sobretudo em condições de altas densidades populacionais e altas doses de N (Mauad et al., 2003). Além disso, promove o aumento da resistência da planta à incidência de doenças fúngicas, por ser esse elemento depositado na folha, nos tecidos da epiderme logo abaixo da cutícula, precisamente nas paredes celulares mais externas (Mauad et al., 2003), conferindo-lhe resistência mecânica à penetração das hifas (Barbosa Filho et al., 2001).

Segundo Liang et al. (2007), o silício é capaz de mitigar os efeitos de estresse abióticos, como toxidez por manganês, alumínio e metais pesados, e bióticos, como salinidade e ao déficit hídrico.

### **2.3.3 Resistência a doenças**

#### **2.3.3.1 Barreira física**

Muitos trabalhos foram realizados visando esclarecer os possíveis mecanismos pelos quais o silício afeta a suscetibilidade de plantas às doenças. No entanto, esses mecanismos não estão totalmente esclarecidos (Fawe et al., 2001). O silício solúvel absorvido pelas plantas tende a acumular-se no apoplasto, particularmente na epiderme da parede celular (Samuels et al., 1991; Epstein, 1994; Marschner, 1995).

Esta observação levou muitos pesquisadores a deduzirem a hipótese do efeito do Si na inibição do crescimento das hifas dos fungos por barreira física

criada pelo elemento sobre a epiderme, inibindo a penetração do tubo germinativo do fungo (Datnoff et al., 1997; Bowen et al., 1992; Belanger et al., 1995; Pozza et al., 2004).

Conforme observado por Pozza & Pozza (2003), com o fornecimento contínuo de Si às plantas, ocorre enrijecimento da camada cuticular, dificultando a penetração de patógenos via estômatos e diretamente pela cutícula.

Kanto et al. (2004) estudaram o efeito supressivo de silicato de potássio sobre oídio em morango hidropônico. Os teores minerais nas folhas variaram significativamente e a severidade da doença diminuiu também significativamente quando o teor foliar foi maior que 1,5%.

Posteriormente, Pozza et al. (2004), estudando o efeito do silício (17 mM de SiO<sub>2</sub>) na intensidade da cercosporiose em café por meio da técnica de microanálise de raios X e do mapeamento para Si, indicaram distribuição uniforme do elemento em toda superfície abaxial das folhas de cafeeiro. Uma camada de cera bem desenvolvida na face abaxial das folhas tratadas com Si foi observada. Os autores também atribuíram a menor intensidade da doença à cutícula mais espessa, com a camada de cera epicuticular mais desenvolvida.

Outro estudo avaliando a severidade de oídio em plantas de pepino, melão e abobrinha, após aplicações foliares de silicato de potássio, foi realizado por Menzies et al. (1992). As avaliações demonstraram que aplicações em concentrações de 17 mM Si, pulverizados sete dias antes da inoculação, reduziram a colonização do fungo *Sphaerotheca fuliginea*.

No entanto, a alteração da nutrição da planta promovida pela adubação silicatada e o aumento da atividade de compostos fenólicos, polifenoloxidasas e peroxidases, em plantas tratadas com Si, levaram alguns autores, em trabalhos recentes, a levantarem a hipótese de que este elemento esteja envolvido na indução de reações de defesa da planta (Samuels et al., 1991; Chérif et al., 1992a,b; Chérif et al., 1994a,b).

### **2.3.3.2 Barreira bioquímica e expressão gênica**

Há evidências de que o envolvimento dos silicatos na indução de resistência pode ocorrer pela participação do próprio silício, fortificando estruturas da parede celular, conferindo aumento da lignificação, ativação de mecanismos específicos, como a produção de fitoalexinas (Fawe et al., 2001) e a síntese de proteínas relacionadas à patogênese, como as quitinases.

Embora o mecanismo de deposição de sílica amorfa nos espaços intercelulares das folhas (apoplasto) explique a prevenção dos efeitos profiláticos do Si, a forma monomérica é também considerada biologicamente ativa nas defesas da planta. Esta hipótese foi primeiramente proposta em dicotiledônea (abóboras com incidência de míldio), mas, atualmente, acredita-se que possa ser generalizado para mono e dicotiledôneas (Fauteux et al., 2005).

Chérif et al. (1992a) demonstraram que o Si é efetivamente depositado em locais de penetração, sendo também continuamente depositado em altas taxas, o que explica a hipótese do reforço da parede celular das plantas contra fungos patogênicos.

A teoria mais aceita atualmente é a da indução de resistência. Fauteux et al. (2005), estudando míldio pulverulento em abóbora, observaram que, dentro de um curto período de tempo, após interromper o fornecimento de Si, todos os efeitos profiláticos tinham desaparecidos. Portanto, a interrupção no suprimento de Si induziu à perda de resistência.

Para a cultura da soja, observa-se que, apesar da deposição de Si ser inferior a 0,5%, ele contribui de forma significativa para a redução da cercosporiose (Melo et al., 2003).

Wang & Galletta (1998) analisaram mudanças metabólicas em plantas de morango induzidas por aplicações foliares de silicato de potássio, verificando aumento nos teores de clorofila e maior crescimento. Além disso, observaram maiores teores de ácido cítrico e málico e menores de frutose, glicose e mio-inositol.

Existem muitas informações disponíveis sobre o comportamento do Si em plantas, com maior ênfase no crescimento e na produtividade de gramíneas. Estes resultados também são descritos para legumes e cereais de maior importância econômica. De modo geral, as monocotiledôneas, como o arroz, são consideradas plantas acumuladoras de  $\text{SiO}_2$  (100 a 150  $\text{g.kg}^{-1}$ ), que é absorvido do solo e transportado pelo xilema e acumulado (precipitado) em órgãos da parte aérea, tornando-se imóvel. Outras são consideradas intermediárias, acumulando de 10 a 50  $\text{g.kg}^{-1}$ , como cereais, cana-de-açúcar e poucas dicotiledôneas e a terceira classe é a das não-acumuladoras, com teores menores de 5  $\text{g.kg}^{-1}$ , incluindo a maioria das dicotiledôneas.

O uso do silício como produto alternativo na redução de inúmeras doenças tem elevado potencial comercial. Cabe à pesquisa indicar o binômio (doença/cultura) e propor maneiras de esta tecnologia ser aplicada com êxito em condições comerciais.

#### **2.4 O fosfito**

O fosfito é um fertilizante fluido, à base de ácido fosforoso, e vem sendo usado no cultivo de plantas ornamentais, com grande sucesso. Bécot et al. (2000) e McDonald et al. (2001) relatam o uso eficiente de fosfito combinado a silicatos para aumentar resistência a doenças em plantas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Descrição do local

Os experimentos foram realizados, no período de julho a dezembro de 2007, em uma chácara de produção comercial de flores no município de Barbacena, MG, propriedade do Sr. Nelson Fernando Magri (coordenadas: 21°15'50"S e 43°50'20" W, altitude 970 m). O experimento foi instalado em casa de vegetação, com cultivo de rosas em produção há 3 anos, da variedade Versília<sup>®</sup>, não interferindo no manejo nutricional, fitossanitário e com tratamentos culturais normalmente utilizados pelo produtor. Apenas foram introduzidos a esse os tratamentos estudados, visando à avaliação do efeito de fontes e de doses de silício. A escolha da variedade Versília<sup>®</sup> ocorreu em função da sua sensibilidade a doenças e da alta exigência em nutrientes.



**FIGURA 1.** Rosa da cultivar Versília<sup>®</sup>

### 3.2 Características químicas do solo e folhas

Inicialmente, foram realizadas as análises de solo e foliar, as quais estão apresentadas nas Tabelas 2 e 3, para servir de controle quanto aos teores adicionados. A análise de solo foi realizada no Laboratório de Fertilidade de Solos da UFLA, seguindo os métodos de rotina.

**TABELA 2.** Resultados analíticos das características químicas do solo da área experimental.

Identificação	pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al <sup>3+</sup>
	H <sub>2</sub> O	mg/dm <sup>3</sup>		cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>			
(1) Linha 0-20 cm	6,6	367,1	381	8,1	3,3	0,0	2,1
(2) Entrelinha 0/20	6,7	311,1	259	7,8	3	0,0	2,1
(3) Linha 20-40 cm	6,6	347,6	318	7,5	2,9	0,0	1,9
(4) Entrelinha 20/40	6,8	254,3	218	5,1	2,7	0,0	1,9

	SB	(t)	(T)	V	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>			%	dag/kg	mg/L	mg/dm <sup>3</sup>					
(1)	12,4	12,4	14,5	85,5	5,3	42,2	25,3	67,8	145,0	3,0	0,6	29,3
(2)	11,5	11,5	13,6	84,5	4,1	36,7	22,6	66,2	120,3	3,7	0,4	26,2
(3)	11,2	11,2	13,1	85,5	3,7	38,7	19,2	56,1	105,8	3,4	0,5	27,7
(4)	8,4	8,4	10,3	81,5	2,9	35,7	16,4	64,1	99,3	4,2	0,4	20,1

pH em água, KCl e CaCl<sub>2</sub> – Relação 1:2,5

P, K, Fe, Zn, Mn, Cu – Extrator Melich 1

Ca, Mg, Al – Extrator KCl 1M

H+Al – Extrator: SMP B – Extrator água quente

S – Extrator – Fosfato monocálcico em ácido acético

Mat. Org.- Oxidação: Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 4N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10N

Os teores foliares foram analisados no Laboratório de Análise Foliar da UFLA, utilizando-se, para análise, a 4ª folha completamente expandida a partir do ápice. As folhas foram lavadas, secas e moídas para as determinações analíticas. Também, foram retiradas folhas para as determinações de silício

foliar, em análises realizadas nos laboratórios da Universidade Federal de Uberlândia, seguindo o método amarelo proposto por Elliott & Snyder (1991). Os resultados são apresentados na Tabela 3.

**TABELA 3.** Níveis foliares de nutrientes da roseira cultivar Versília®, analisadas antes da instalação do experimento.

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe	Si
g/kg						mg/kg					
31,54	2,8	22,8	15,23	1,57	1,22	42,38	7,41	196,02	47,07	341,88	8900

### 3.3 Tratamentos

Os tratamentos aplicados consistiram no uso de silicato de potássio (Sili-K®: 171g L<sup>-1</sup> de Si e 210 g L<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), como fonte de Si, acrescido ou não de fosfito nas diferentes doses. A mistura de silicato de potássio e fosfito foi na proporção de 1:1 e as doses de Si foram: 0 mg.L<sup>-1</sup>; 427,5 mg.L<sup>-1</sup>; 855 mg.L<sup>-1</sup> e 1.282,5 mg.L<sup>-1</sup> de Si, respectivamente, que corresponde a 0%, 0,25%, 0,50% e 0,75%, na calda de pulverização. Não houve correção dos teores de potássio. O volume de calda aplicado foi de 600 L/ha, em uma aplicação semanal. As dosagens aplicadas por tratamento são apresentadas na Tabela 4.

**TABELA 4.** Dosagens de silicato constituintes dos tratamentos utilizados na condução do experimento.

Fonte/ dose	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Silicato de potássio (%)	0	0,25	0,5	0,75	-	-	-	-
Silic. de pot. + fosfito (%)	-	-	-	-	0	0,25	0,5	0,75
Espalhante adesivo ( %)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
pH da calda*	6,6	10,3	10,6	10,9	6,8	11,1	11,4	11,6

\* pH médio da calda de todas as aplicações

### **3.4 Delineamento**

O delineamento estatístico utilizado foi o delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro blocos e quatro doses de silício, acrescidas ou não de fosfite), em esquema fatorial na parcela (4x2) e subparcela dividida no tempo. As unidades experimentais foram compostas de 3 metros quadrados (3x1m), com área útil de 2 metros quadrados (com fileiras duplas e aproximadamente 20 plantas na parcela útil) e, entre cada bloco, foi deixada uma linha dupla de bordadura (30 m). Os tratamentos foram aplicados uma vez por semana, a partir de 12 de julho de 2007 e as avaliações iniciaram-se em 20 de agosto 2007, durante dois ciclos de produção, finalizando em 7 de dezembro de 2007.

Os dados obtidos foram analisados com auxílio do aplicativo Sisvar (Ferreira, 2000).

### **3.5 Avaliações**

#### **3.5.1 Caracteres agronômicos**

As variáveis analisadas foram: produtividade de hastes comerciais (maiores que 30 cm), comprimento de haste, diâmetro de botão (hastes comerciais) e ângulo de inserção da primeira folha completamente expandida. Ainda, foram realizadas análises químicas das folhas para observar os teores de silício absorvidos e acumulados pela roseira. Também foram realizadas avaliações dos níveis de infestação por míldio, com o objetivo de monitorar os efeitos dos tratamentos sobre a incidência desse patógeno. Estas avaliações eram executadas durante a aplicação dos tratamentos e na colheita, quando da observação de uma haste com sintomas da doença. A haste era cortada e retirada da estufa e o número de hastes e o número da parcela a qual pertenciam eram anotados. O cálculo de incidência foi feito da seguinte forma: número de hastes com sintoma na semana, dividido pelo total de hastes da semana.

As avaliações foram realizadas às segundas, quartas e sextas-feiras e os dados foram somados à semana em questão. O diâmetro da haste foi medido, com paquímetro, na porção mediana da haste e a medida de diâmetro de botão na base do mesmo, sem apertar o paquímetro.

### 3.5.2 Teor de clorofila

Para as análises de clorofila, cada amostra foi constituída do quinto folíolo retirado da quarta folha totalmente expandida, coletada no mês de dezembro/2008. As folhas foram embaladas em papel laminado, logo após a coleta, e armazenadas em câmara fria, à temperatura de 0°C, por um período de 16 horas. Para esse experimento, foram utilizadas 32 amostras, com 3 repetições, sendo cada amostra correspondente a uma parcela.

A extração dos pigmentos clorofilianos e a determinação da suas concentrações nas folhas foram realizadas baseando-se no método de Arnon (1949). Os pigmentos foram extraídos por maceração de 50 mg de material vegetal fresco em 15 ml de acetona 80%, utilizando gral de porcelana e pistilo. A suspensão foi filtrada em papel filtro e procedeu-se imediatamente a leitura em espectrofotômetro, a 645 e 663 nm, utilizando cubetas de quartzo.

A concentração dos pigmentos foi calculada aplicando-se os valores de absorvância obtidos às fórmulas abaixo, determinadas por Arnon (1949):

$$\text{Clorofila } a = [12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}] \times V/1000W$$

$$\text{Clorofila } b = [22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}] \times V/1000W$$

$$\text{Clorofila total} = \text{clorofila } a + \text{clorofila } b$$

sendo:

A = absorvância, determinada em espectrofotômetro.

V = volume total do filtrado, em mililitro (mL).

W = quantidade de material vegetal fresco utilizado, em gramas (g).

Os teores de clorofila foram expressos em miligrama de clorofila por mililitro de solução (filtrado) e os dados obtidos foram submetidos ao teste estatístico de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar (Ferreira, 2000).

### **3.5.3 Qualidade pós-colheita**

Avaliaram-se, ainda, a qualidade pós-colheita e a durabilidade das flores tratadas com silício. As hastes colhidas em 7 de dezembro foram separadas de acordo com o tratamento aplicado, identificadas com cores diferentes e colocadas em água, sem adição de conservantes. Os vasos ficaram à sombra, em ambiente protegido, no qual a temperatura máxima foi de 32°C e a mínima, de 17,5°C. Diariamente, foi reposta a quantidade de água absorvida e pesadas as hastes florais.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 repetições e 8 tratamentos em esquema fatorial 4x2 (4 doses e 2 fontes de silício com e sem fosfito) na parcela e subdividida no tempo.

As variáveis analisadas foram peso das hastes florais, abertura do botão, durabilidade e, para qualidade, aplicaram-se notas de 1 a 3, sendo nota '1' para haste perfeita para ser comercializada, '2' para haste com pequeno defeito, mas que não impede a comercialização e '3', para haste imprópria para comercialização. Como a qualidade é uma variável subjetiva, esta foi realizada por 3 avaliadores e submetida a testes não paramétricos (Kruskal-Wallis), no aplicativo SAS.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracteres agronômicos

As variáveis agronômicas analisadas das roseiras, comprimento de haste, produtividade e ângulo de inserção, foram influenciadas significativamente pela fonte silicato de potássio com e sem a adição de fosfito e as doses aplicadas. As variáveis diâmetros de haste e diâmetro de botão floral não foram influenciadas pelos tratamentos.

Os resultados das análises estatísticas, com suas respectivas médias e coeficientes de variação, podem ser observados na tabela 1A (Anexo). As interações dos tratamentos com a fonte de variação tempo foram significativas, devido ao crescimento contínuo das plantas.

O uso de silicato adicionado de fosfito influenciou na produtividade das hastes florais, proporcionando maior produtividade, independente da dose utilizada (5,68 hastes/semana), conforme pode ser visualizado na Tabela 5.

**TABELA 5.** Produtividade de hastes comerciais de roseira, cultivar Versília<sup>®</sup>, tratadas com adubação silicatada e fosfito.

Fontes	Produtividade (nº hastes/semana)
Silicato de potássio	5,08 a
Silicato de potássio + fosfito	5,68 b

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

A produtividade média das roseiras, em função das diferentes semanas, durante o período experimental, entre agosto/07 a dezembro /07, pode ser vista na Figura 2.

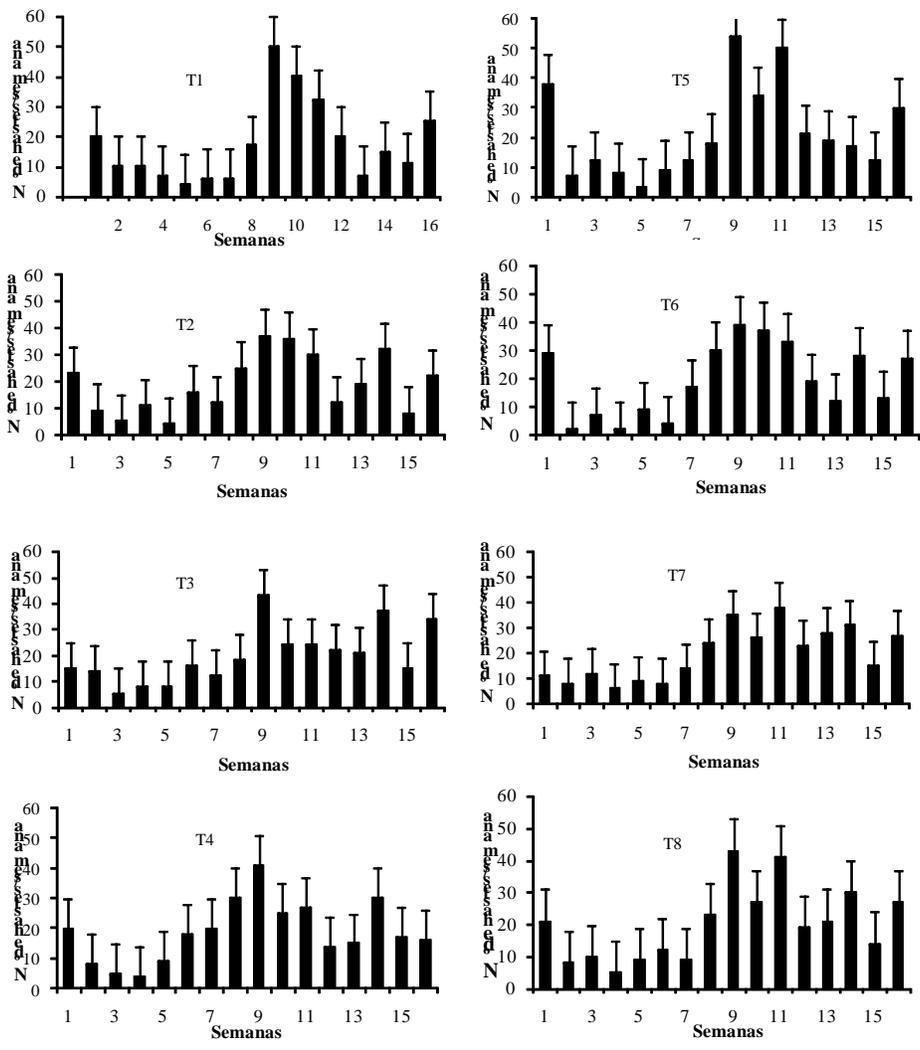
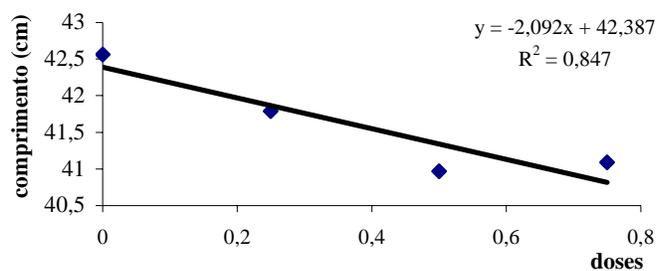


FIGURA 2. Produtividade média de roseiras, cultivar Versília<sup>®</sup>, cultivadas com adubação de silício e fosforo, em função das semanas de avaliação.

Para o comprimento das hastes, houve um pequeno decréscimo nos valores de comprimento, à medida que se aumentavam as doses, independente da fonte usada. Mas, considerando que, comercialmente, as classificações de tamanho variam a cada 10 cm, portanto, não houve influência quanto ao comprimento de haste em valores comerciais.



**FIGURA 3** – Comprimento médio das hastes de roseira, cultivar Versília<sup>®</sup>, em função das doses de silício aplicadas.

Analisando-se os dados de ângulo de inserção das hastes florais (tabela 2A - Anexos), pode-se observar que houve interação entre fonte de silicato, adicionado ou não de fosfito e as doses utilizadas. Realizando-se o desdobramento, foi possível concluir que a fonte que proporcionou menor ângulo foi o tratamento em que se utilizou apenas silicato de potássio, não tendo ocorrido diferença entre as doses aplicadas dentro da mesma fonte (Tabela 6). Embora os valores tenham sido ligeiramente menores quando se utilizou apenas o silicato de potássio e com a redução do o ângulo de inserção das hastes, se tem uma maior área de captação de luz, reduzindo o sombreamento do dossel e com possibilidade de ampliar a atividade fotossintética. Carvalho Junior et al. (2007), trabalhando com aplicação de silício em batata, também observaram a diminuição do ângulo de inserção, ficando as folhas ficaram mais eretas,

diminuindo o sombreamento e o acamamento.

**TABELA 6** Ângulo de inserção das hastes de roseiras, em função das doses aplicadas de silício.

Fontes	Dose (%)		
	0,25	0,5	0,75
Silicato de potássio	56,37 a	56,18 a	57,17 a
Silicato de potássio + fosfito	58,35 b	59,77 b	58,94 b

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

Um dos problemas que afetam o cultivo de rosas é a incidência de “pescoço quebrado”. Trata-se de um distúrbio fisiológico ocasionado por falta d’água na haste, que poderia ser minorado com o acúmulo de Si nos vasos, resultando em hastes não necessariamente com diâmetro maior, mas mais firmes e resistentes. Pela aplicação foliar, constatou-se não haver significância no diâmetro de haste com os tratamentos utilizados. Hwang et al. (2005), estudando os efeitos de silicato de potássio em minirrosas ‘Pinochio’, também não observaram diferença no diâmetro da haste, em comparação com as plantas não tratadas com silicato.

Os resultados das análises foliares realizadas no final do experimento, após 6 meses, são apresentados na Tabela 7. Comparando-se com os teores iniciais, observou-se significância para os elementos nitrogênio, enxofre, ferro e zinco (Tabelas 3A, 4A, 5A e 6ª, nos Anexos).

**TABELA 7.** Teores nutricionais médios das roseiras cultivar Versília®, tratadas com adubação silicatada após 6 meses de adubação.

<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>Fe</b>	<b>Si</b>
g/kg						mg/kg					
10,86	3,05	25,41	14,72	2,02	2,39	69,94	10,73	216,3	61,63	246,4	9600

Comparando-se os valores recomendados dos teores nutricionais para roseiras por Kadár (2000) e com os valores da amostra coletada no início do experimento, pode-se observar que os valores encontrados estão condizentes com a faixa de recomendação. Exceção é feita aos teores de cálcio e boro que se encontram acima do recomendado e os teores de magnésio, que se encontravam, no início, abaixo do recomendado e, ao final do período experimental, no limite mínimo. Durante o período experimental, foi realizada somente uma aplicação de nitrato de cálcio, na dose de 20 g/metro linear, no dia 2 de agosto, não tendo sido aplicados outros fertilizantes.

Analisando-se o teor de nitrogênio, observou-se que esse apresentou menor valor no final do período experimental, em comparação com a análise inicial e o padrão recomendado por Kadár (2000). Isso pode ser atribuído à dinâmica do solo e na planta, como relatam Mattson et al. (2007). Segundo estes autores e Silberbush & Lieth (2004) pode ocorrer um decréscimo no teor de N após a colheita, permanecendo esse abaixo do recomendado nos 5-10 dias seguintes, voltando a aumentar com a produção de novas hastes florais até próximo à nova colheita.

É importante ressaltar que as médias dos teores de nitrogênio foram maiores nas testemunhas, em comparação com as plantas tratadas com silício. Pozza (2004) observou comportamento semelhante em mudas de café conduzidas em tubetes.

**TABELA 8.** Teor de nitrogênio nas folhas de roseiras tratadas com silicato de potássio, com ou sem adição de fosfito

Fontes	Teor de N (g/kg)
Silicato de potássio	4,10 a
Silicato de potássio + fosfito	17,27 b

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

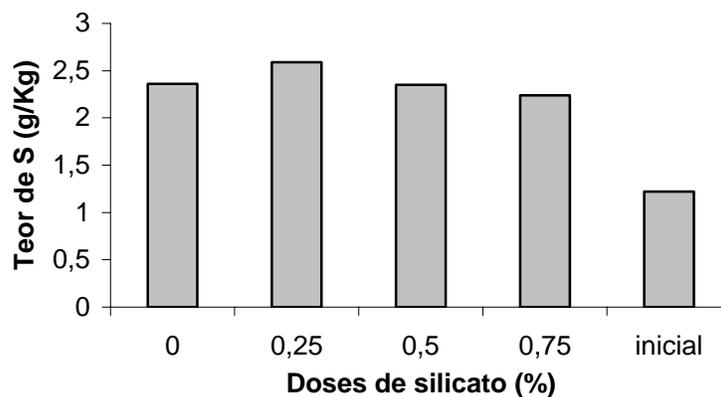
Analisando o teor de ferro, constata-se que houve redução nos valores para as plantas que foram tratadas com silicato de potássio adicionado de fosfito, embora esses teores estejam dentro dos valores recomendados. Isto, provavelmente, foi ocasionado pelo alto teor de matéria orgânica e a realização de irrigações periódicas.

**TABELA 9.** Teor de ferro nas folhas de roseiras tratadas com adubação silicatada, adicionada ou não de fosfito.

Fontes	Teor de Fe (mg/kg)
Silicato de potássio	311,71 a
Silicato de potássio + fosfito	181,13 b

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

Analisando os teores de enxofre, observa-se pequena redução desses com o aumento das doses de silício e verifica-se que esses teores foram superiores ao observado na análise, antes da aplicação dos tratamentos.



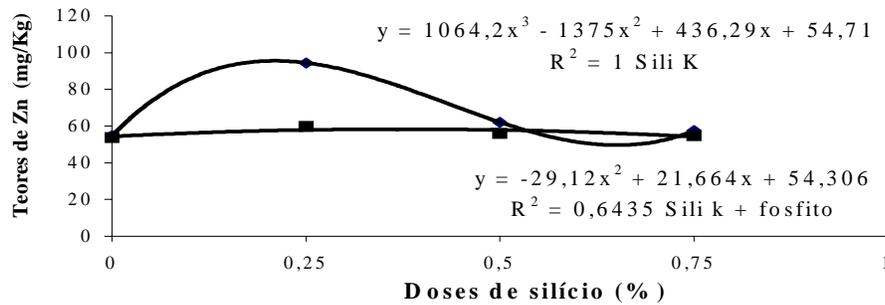
**FIGURA 4.** Teores de enxofre (g/kg) inicial e final em folhas de roseira, cultivar Versília®, em função da adubação silicatada aplicada.

Quanto aos teores de zinco, houve interação entre os tratamentos e foi possível observar que a aplicação de silicato de potássio, na dose 0,25% (figura 5), proporcionou maior teor desse elemento nas folhas da roseira (Tabela 10).

**TABELA 10.** Teor de zinco nas folhas de roseira, cultivar Versília®, em função da adubação silicatada aplicada na dosagem de 0,25%.

Fontes	Teor e Zn (mg/kg)
Silicato de potássio	94,47 a
Silicato de potássio + fosfito	59,72 b

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



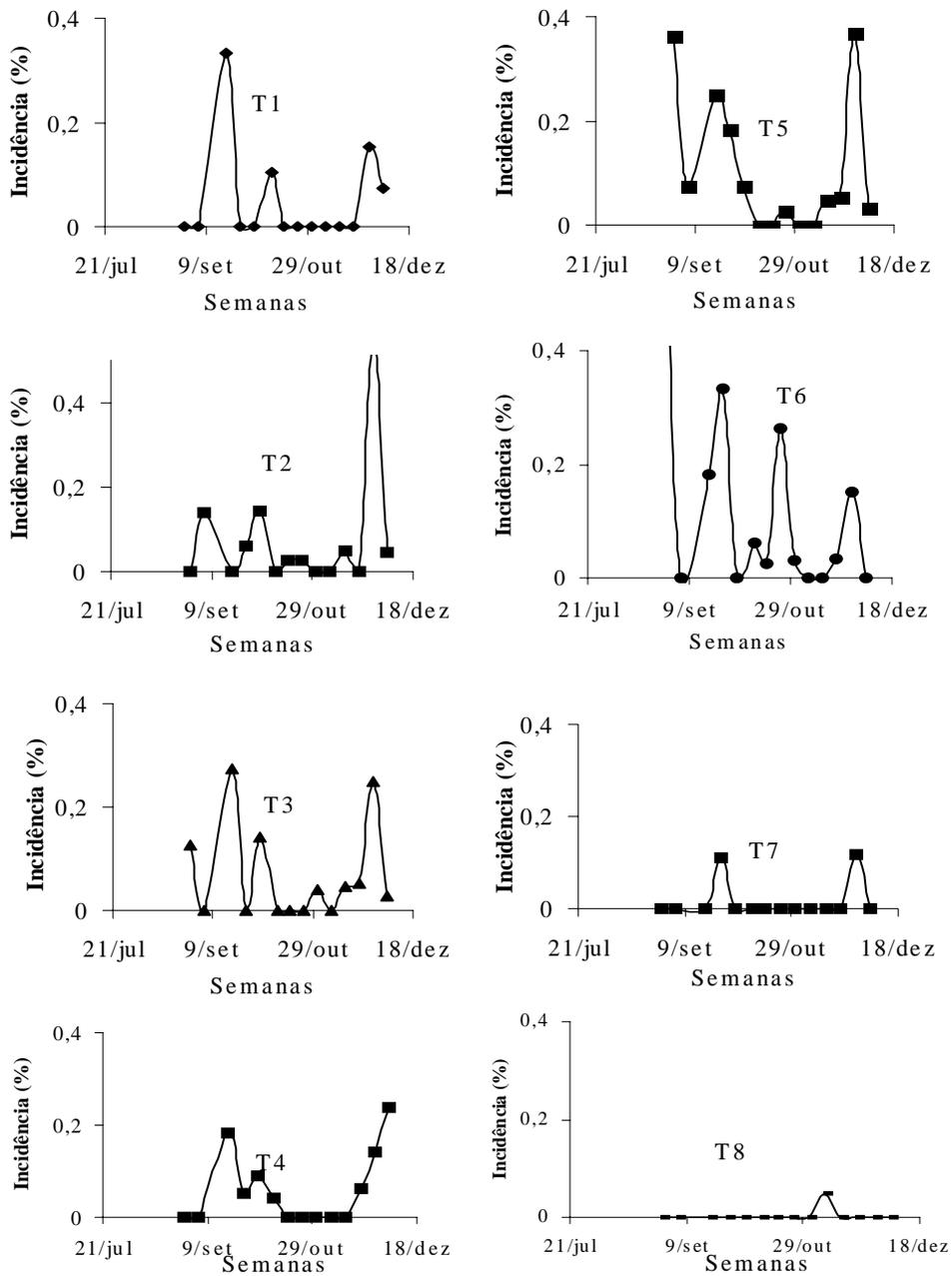
**FIGURA 5.** Teores de zinco em folhas de roseira, cultivar Versília®, em função das doses de silicato aplicadas.

Quanto ao teor de silício nas folhas de roseira, não houve diferença nos tratamentos aplicados, o que leva à conclusão de que o silicato aplicado sob a epiderme fica sob elta, não sendo, portanto, absorvido pela folha. Figueiredo (2007a) encontrou resultados semelhantes em pulverizações foliares em cafeeiro.

Quanto à incidência de míldio (*Peronospora sparsa*), os tratamentos que foram mais eficazes em evitar a incidência da doença foram aqueles nos quais se aplicaram as doses 0,5% e 0,75% de silicato de potássio adicionado de fosfito,

seguidas das doses 0,50% e 0,75% de silicato de potássio, como pode ser observado na Figura 6. O pico de da doença ocorreu no mês de outubro, consequência do início do período chuvoso, quando houve aumento da temperatura e da umidade relativa do ar dentro da estufa.

Gilman et al. (2003) relatam o decréscimo de podridões de raiz causadas por *Phytium* (classe 2 que é a mesma do míldio), com aplicações de silicato de potássio diariamente na água de irrigação. O aumento da produtividade nos tratamentos com aplicação de silicato de potássio e fosfito está relacionado com a menor incidência da doença, pois, uma vez verificada a incidência da doença na haste, esta era retirada, no intuito de diminuir a fonte de inóculo, diminuindo, assim, a produtividade. Pode-se concluir também que a proteção verificada na diminuição da incidência de míldio deve-se à barreira física de silicato formada sob a epiderme das folhas de roseiras.



**FIGURA 6.** Incidência de míldio em roseiras, cultivar Versília<sup>®</sup>, em função da adubação aplicada.

#### 4.2 Teor de clorofila

Observaram-se diferenças significativas nos teores de clorofila em folhas de roseira que receberam adubação silicatada, em relação às testemunhas, pelo teste de Scott-Knott.

Os teores de clorofila *a* apresentaram redução significativa para todos os tratamentos que tiveram silicato de potássio e fosfito como fonte. Houve aumento significativo do teor de clorofila *a* para as doses de 0,25% e 0,50% de silicato de potássio na calda de pulverização. Todavia, para doses mais altas de silício (0,75%), observou-se redução nos teores de clorofila *a* (Tabela 11).

Para a clorofila *b*, apenas as doses de 0,25% e 0,50% de silicato de potássio apresentaram diferenças significativas, tendo esses teores aumentados (Tabela 11).

Os teores de clorofila total sofreram redução significativa para todos os tratamentos que tiveram silicato de potássio e fosfito como fonte. Apresentaram também um aumento significativo do teor dessa clorofila para as doses de 0,25% e 0,50% de silicato de potássio em calda nutritiva. Para doses mais altas de silício (0,75%), observou-se redução nos teores de clorofila total. (Tabela 11)

**TABELA 11.** Influência das diferentes doses de silício aplicadas em roseira, cultivar Versília<sup>®</sup>, sobre os teores de clorofila *a e b*.

<b>Tratamentos</b>	<b>Clorofila <i>a</i> (mg.mL)</b>	<b>Clorofila <i>b</i> (mg.mL)</b>	<b>Clorofila total (mg.mL)</b>
0 de silicato de potássio	1,35 c	0,65 c	2,00 c
0,25 de silicato de potássio	1,69 b	1,11 b	2,80 b
0,50 de silicato de potássio	<b>2,20 a</b>	<b>2,04 a</b>	<b>4,24 a</b>
0,75 de silicato de potássio	0,39 d	0,39 c	0,78 d
0 de silicato de potássio + fosfito	1,16 c	0,64 c	1,80 c
0,25 silicato de potássio + fosfito	0,48 d	0,51 c	0,99 d

0,50 silicato de potássio + fosfito	0,40 d	0,38 c	0,78 d
0,75 silicato de potássio + fosfito	0,44 d	0,44 c	0,88 d

\* Medidas seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Segundo Raven (1983), o silício absorvido pelas plantas é depositado abaixo da cutícula epidérmica, formando uma camada dupla de sílica nas células. Esta incorporação acarreta em mudanças na arquitetura dessas plantas, que mantêm as folhas mais eretas ocasionando melhoria na interceptação da luz solar, portanto, da fotossíntese. Ainda, segundo esse autor, na biossíntese da clorofila, uma maior exposição das folhas à luz determina maior taxa fotossintética, maior síntese de clorofila total e, conseqüentemente, interferindo na produção das clorofilas *a* e *b*.

Pigmentos clorofilianos são importantes, pois participam de processos na absorção de energia luminosa para posterior conversão dessa energia em ATP. A clorofila *a* é a principal responsável pela coloração verde das plantas e pela realização da fotossíntese (Meyer, 1974). Dessa forma, o aumento do teor da clorofila *a* possibilita o aumento da taxa fotossintética.

A clorofila *b* é um pigmento que ajuda a ampliar a faixa absorção de luz que pode ser usada na fotossíntese. Essa clorofila é auxiliar da clorofila *a*, transferindo a energia captada para as moléculas que realizarão a fotossíntese (Raven, 1983).

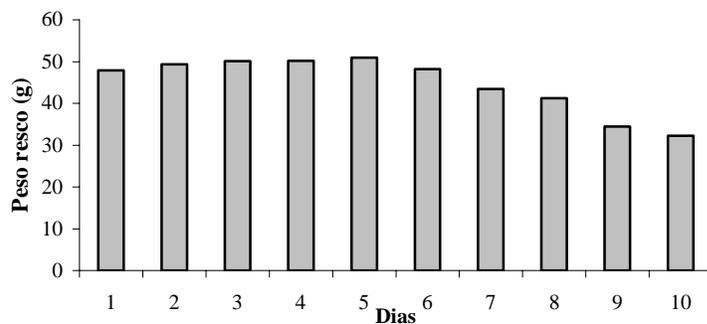
Semelhantemente às observações de Hwang et al. (2005), que verificou efeito da aplicação de silicato de potássio em mini-rosas, também nesse trabalho foi observada a efetividade da aplicação de silicato de potássio sobre o teor de clorofila total em roseiras.

A aplicação de doses mais altas de silício induziu maior redução nos teores de clorofila. Resende (2008) comparando aplicações de silicato de potássio e de sódio na aclimatização de *Kalanchoe* observou maiores teores de clorofila com a aplicação de silicato de sódio em plantas mantidas sob nebulização intermitente.

Contudo, contrariamente aos relatos da literatura, no presente trabalho, o uso de fosfito promoveu redução nos teores de clorofila foliar em roseiras.

#### **4.3 Pós-colheita**

Quanto os resultados do experimento de pós-colheita (Tabela 7a, Anexos), observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para a durabilidade das flores, peso fresco e qualidade, sendo apenas a interação com o tempo significativo. Analisando-se peso fresco das hastes (Figura 7), constata-se que todos os tratamentos comportaram-se da mesma forma, aumentando o peso nos primeiros cinco dias, quando ocorre o máximo de abertura floral, declinando a seguir.



**FIGURA 7.** Peso fresco, em gramas, das hastes florais de roseiras, cultivar Versília<sup>®</sup>, em função da adubação aplicada.

Quanto à qualidade, verificou-se significância somente para o fator dias, não tendo as fontes e as doses de silício influenciado na qualidade pós-colheita. Estes resultados são bastante interessantes, pois, a aplicação de silício na fase produtiva não afeta a vida de vaso das hastes e estes tratamentos podem ser aplicados no intuito de aumentar a produtividade e diminuição de doenças.

## 5 CONCLUSÕES

- É recomendada a aplicação de silicato de potássio adicionado a fosfito (1:1) para o aumento da produtividade da cultura e a redução da incidência de míldio.
- A aplicação de silicato de potássio diminui o ângulo de inserção das hastes.
- O uso de silicato de potássio aumenta o teor de clorofila total nas folhas de roseira.
- Não houve absorção de silício pela roseira.
- A aplicação de silicato de potássio, nas doses utilizadas neste estudo, não influencia a qualidade e a durabilidade pós-colheita das hastes florais de rosas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FLORES. **A flor em detalhe**. 2007. Disponível em: <<http://www.anuarios.com.br/>>. Acesso em: 01 abr. 2007.
- ARNON, D.I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Maryland, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.
- BALANÇA COMERCIAL BRASILEIRA. Disponível em: <[http://desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl\\_1209503191.doc](http://desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_1209503191.doc)>. Acesso em: 03 jul. 2008.
- BAÑÓN ARIAS, S.; CIFUENTES ROMO, D.; HERNANDEZ, J.A.F.; BENEVENTE-GARICA, A. La Rosa. In: \_\_\_\_\_. **Gerbera, lilium, tulipán y rosa**. Madrid: Mundi-Prensa, 1993. cap. 4, p. 202-250.
- BARBOSA FILHO, M.P.; SNYDER, G.H.; FAGERIA, N.K.; DATNOFF, L.E.; SILVA, O.F. Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 325-330, 2001.
- BARBOSA, J.G.; GROSSI, J.A.S.; PIVETTA, K.F.L.; FINGER, F.L.; SANTOS, J.M. dos. Cultivo de rosas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 227, p. 20-29, 2005.
- BÉCOT, S.; PAJOT, E.; LE CORRE, D.; MONOT, C.; SILUÉ, D. Phytogard (K<sub>2</sub>HPO<sub>3</sub>) induces localized resistance in cauliflower to downy mildew of crucifers. **Crop Protection**, Surrey, v. 19, n. 6, p. 417-425, July 2000.
- BÉLANGER, R.R.; BOWEN, P.A.; EHRET, D.L.; MENZIES, J.G. Soluble silicon – its role in crop and disease management of greenhouse crops. **Plant Disease**, Beltsville, v. 79, n. 4, p. 329-336, Apr. 1995.
- BOWEN, P.; MENZIES, J.; EHRET, D. Soluble silicon sprays inhibit powdery mildew development on grape leaves. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Beltsville, v. 117, n. 6, p. 906-9112, Nov. 1992.
- BRASIL. Decreto n. 4954, de 14 de janeiro de 2004. Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados a agricultura. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/>>. Acesso em: 10 abr. 2007.

RODRIGUES, C. R.; CARVALHO JUNIOR, P. C. ; LUZ, J. M. Q. ; JULIATTI, F. C. ; SOUSA, V. B. F. de ; SOUZA, J. V. . Aplicação de silicato de potássio via foliar em plantas de batata: teor foliar de silício e arquitetura de plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., Gramado. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 31., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2007.

CASARINI, E. **Doses de N e K aplicados via fertirrigação na cultura da roseira (Rosa sp.) em ambiente protegido.** 2004. 88 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

CASARINI, E; FOLEGATTI, M.V.; SILVA, E.F.F. Produtividade da roseira em função de doses de nitrogênio e potássio aplicadas via fertirrigação em ambiente protegido. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 19, n. 3, p. 250-256, jul./set. 2007.

CASARINI, E. **Manejo da irrigação na cultura da roseira cultivada em ambiente protegido.** 2000. 66 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

CHÉRIF, M.; ASSELIN, A.; BÉLANGER, R.R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. **Phytopathology**, Beltsville, v. 84, n. 3, p. 236-242, Mar. 1994a.

CHÉRIF, M.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J.G.; BÉLANGER, R.R. Silicon induced resistance in cucumber plants against *Pythium ultimum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 41, n. 6, p. 411-425, 1992a.

CHÉRIF, M.; MENZIES, J.G.; BENHAMOU, N.; BÉLANGER, R.R. Studies of silicon distribution in wounded and *Pythium ultimum* infected cucumber plants. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 41, n. 5, p. 371-385, 1992b.

CHÉRIF, M.; MENZIES, J.G.; EHRET, D.L.; BOGDANOFF, C.; BÉLANGER, R.R. Yield of cucumber infect with *Pythium aphanidermatum* when grown with soluble silicon. **Hortscience**, v. 29, n. 8, p. 896-897, 1994b.

DATNOFF, L.E.; DEREN, C.W.; SNYDER, G.B. Silicon fertilization for disease management of rice in Florida. **Crop Protection**, v. 16, p. 525-531, 1997.

ELLIOTT, C.L.; SNYDER, G.H. Autoclave – induced digestion for the colorimetric determination of silicon in rice straw. **Journal Agriculture Food Chemical**, Washington, v. 39, n. 6, p. 1118-1119, 1991.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual review of plant physiology and plant molecular biology**, USA, v. 50, n. 1, p. 641-664, June 1999.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, USA, v. 91, n. 1, p. 11-17, Jan. 1994.

EYMAR, A.E.; LOPES, V.; CADAHÍA LÓPES, C. Fertirrigación de coníferas y rosas. In: CADAHÍA LÓPES, C. **Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales**. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. cap. 2, p. 417-463.

FAUTEUX, F.; RÉMUS-BOREL, W.; MENZIES, J.G.; BÉLANGER, R.R. Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 249, n. 1, p. 1-6, Jan. 2005.

FAWE, A.; MENZIES, J.G.; CHÉRIF, M.; BÉLANGER, R.R. Silicon and disease resistance in dicotyledons. In: DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDÖRFER, G.H. **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier, 2001. p. 159-170.

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., São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p. 225-258.

FIGUEIREDO, F. C.; SILVA JUNIOR, J.; BOTREL, P. P.; LIMA, L. M.; REIS, T. H. P.; GONTIJO, P. T. G.; RODRIGUES, C. R. Efeito de fontes de doses de silício líquido solúvel na ferrugem asiática e produção da soja em casa de vegetação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, 4.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, 4., 2007, Botucatu. **Resumos...** Botucatu: FEPAF, 2007. p. 43-46.

GILLMAN, J.H.; ZLESAK, D.C.; SMITH, J.A. Applications of potassium silicate decrease black Spot infection in *Rosa hybrida* 'meipelta' (*Fuschia Meidiland*<sup>TM</sup>). **HortiScience**, v. 38, n. 6, p. 1144-1147, 2003.

HWANG, J.H.; PARK, H.M.; JEONG, B.R. Effects of potassium silicate on the growth of miniature rose 'Pinocchio' grown on rockwool and its cut flower quality. **Journal Japan Society Horticulture Science**, Tokio, v. 74, n. 3, p. 242-245, 2005.

KADAR, I. Interpretation of plant and soil analysis data in a long-term mineral fertilisation experiment. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 163, n. 6, p. 629-638, 2000. Disponível em: <<http://www.scopus.com/scopus/record/display.url?view=basic&eid=2-s2.0-33750410936&origin=resultlist>>. Acesso em: 20 jun. 2008.

KANTO, T.; MIYOSHI, A.; OGAWA, T.; MAEKAWA, K.; AINO, M. Supressive effect of potassium silicate on powdery mildew of strawberry in hidroponics. **Journal of General Plant Pathology**, v. 70, n. 4, p. 207-211, Aug. 2004.

KORNDÖRFER, G.H.; COELHO, N.M.; SNYDER, G.H.; MIZUTANI, C.T. Avaliação de métodos de extração de silício para solos cultivados com arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 101-106, 1999.

KORNDÖRFER, G.H.; COLOMBO, C.A.; LEONE, P.L.C. Termofosfato como fonte de silício para cana-de-açúcar. **Revista STAB**, Piracicaba, v. 19, n. 1, p. 34-36, 2000.

LANDGRAF, P.R.C.; PAIVA, P.D.O. Produção e comercialização de flores em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 227, p. 7-11, 2005.

LIANG, Y.; SUN, W.; ZHU, Y.; CHRISTIE, P. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stress in higher plants: a review. **Environmental Pollution**, Amsterdam, v. 147, n. 2, p. 422-428, May 2007.

MA, J.F.; YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. **Plant Science**, Oxford, v. 11, n. 8, p. 392-397, Aug. 2006.

MARSCHENER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic, 1995.

MASTALERZ, J.W. Environmental factors light, temperature, and carbon dioxide. In: LANGHANS, R.W. **The manual of greenhouse rose production**. Michigan: Roses, 1987. cap. 15, p. 147-170.

MATTSON, N.S.; LIETH, J.H.; KIM, W.S. Modeling the influence of cyclical plant growth and nutrient storage on N, P, and K absorption by hydroponically grown cut flower roses. In: International Symposium on Models for Plant Growth, Environmental Control and Farm Management in Protected Cultivation (HortiModel 2006), 3., 2007. **Acta Horticulture**, v. 718, n. 1, p. 445-452, 2007.

MAUAD, M.; GRASSI FILHO, H.; CRUSCIOL, C.A.C.; CORRÊA, J.C. Teores de silício no solo e na planta de arroz de terras altas com diferentes doses de adubação silicatada e nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 867-873, 2003.

MCDONALD, A.E.; GRANT, B.R.; PLAXTON, W.C. Phosphite (phosphorous acid): its relevance in the environment and agriculture and influence on plant phosphate starvation response. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 24, n. 10, p. 1505-1519, Oct. 2001.

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

MENGEL, K.E.; KIRKBY, G.A. Further elements of importance. In: \_\_\_\_\_ **Principles of plant**. 4. ed. Worblaufen-Bern: International Potash Institute, 1987. p. 573-588.

MENZIES, J.; BOWEN, P.; EHRET, D.; GLASS, A.D.M. Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on Cucumber, Muskmelon, and Zucchini Squash. **Journal American Society Horticulture Science**, USA, v. 117, n. 6, p. 902-905, 1992.

MEYER, S.E. Rosa L. In: Woody Plant Seed Manual. local: USDA Forest Service, 1974. Disponível em: <<http://www.wpsm.net/Rosa.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2008.

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.

PAIVA, P.D.O.; ALMEIDA, E.F.A.; CERATTI, M. **Floricultura – 3**. Cultivo de rosas. Lavras: UFLA, 2004. 53 p.

PAIVA, R.; OLIVEIRA, L.M.; NOGUEIRA, R.C.; MARTINOTTO, C.; PAIVA, P.D.O.; MENEGUCCI, J.L.P. Aspectos fisiológicos da produção de flores e plantas ornamentais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 227, p. 12-18, 2005.

PEREIRA, H.S.; KORNDÖRFER, G.H.; MOURA, W.F.; CORRÊA, G.F. Extratores de silício disponível em escórias e fertilizantes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Piracicaba, v. 27, n. 1, p. 265-274, 2003a.

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 Ciência do Solo**, Piracicaba, v. 27, n. 1, p. 01, 2003b.

POZZA, A.A.A.; ALVES, E.; POZZA, E.A.; CARVALHO, J.G.; MONTANARI, M.; GUIMARÃES, P.T.G.; SANTOS, D.M. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 185-188, 2004.

POZZA, E.A.; POZZA, A.A.A. Manejo de doenças de plantas com macro e micronutrientes, **Fitopatologia Brasileira**, 28(suplemento): 52-54, 2003.

RAVEN, J.A. The transport and function of silicon in plants. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 58, n. 1, p. 179-207, 1983.

RESENDE, M.L. **Efeito da adubação silicatada na aclimatização de calanchoe e crisântemo**. 2008. 75 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RODRIGUES, T.M. **Produção de crisântemo cultivado em diferentes substratos fertirrigados com fósforo, potássio e silício**. 2006. 74 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Negócios reflorescem. **Revista Passo a Passo**, Belo Horizonte, n. 116, p. 2-5, nov./dez. 2005.

SALINGER, J.P. Rosas de invernadero. In: SALINGER, J.P. **Producción comercial de flores**. Zaragoza: Acribia, 1991. cap. 4, p. 279-294.

SAMUELS, A.L.; GLASS, A.D.M.; EHRET, D.L.; MENZIES, J.G. Distribution of silicon in cucumber leaves during infection by powdery mildew fungus (*Sphaerotheca fuliginea*). **Canadian Journal of Botanic**, Ottawa, v. 69, n. 1, p.140-146, 1991.

SILBERBUSH, M.; LIETH, J.H. Nitrate and potassium uptake by greenhouse roses (*Rosa hybrida*) along successive flower-cut cycles: a model and its calibration. **Scientia Horticulture**, Amsterdam, v. 101, n. 1/2, p. 127-141, May 2004.

STARR, J.R., BRUNEAU, A. Phylogeny of Rosa L. (Rosaceae) based on trnLF intron and spacer sequences. **ASPT Colloquim: Rosaceae Phylogeny**. 2002. Disponível em: <<http://www.2002.botanyconference.org/sympos13/abstracts>>. Acesso em: 05 de março de 2008.

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.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BESTON, J.D.; HAULIN, J.L. **Soil fertility and fertilizer**. New York: Macmillan, 1993. 634 p.

URCULU, G.B. **Cultivos ornamentales para flor cortada**: cultivo del rosa. Barcelona: Salvat, 1953. 512 p.

WANG, S.Y.; GALLETTA, G.J. Foliar application of potassium silicate induces metabolic changes in strawberry plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 21, n. 1, p. 157-167, 1998.

## ANEXOS A

### LISTA DE ANEXOS

<b>TABELA 1A</b>	Resumo das análises de variância comparando o efeito de silicato de potássio e fosfito aplicados em roseiras, cultivar Versília®. As variáveis agronômicas: comprimento de haste (CH), em cm, diâmetro de botão (DB), em cm e de haste (DH), em mm, produtividade, em hastes/semana e ângulo de inserção.....	<b>40</b>
<b>TABELA 2A</b>	Análise de variância comparando o efeito de silicato de potássio e fosfito aplicados em roseiras, cultivar Versília®, para o desdobramento da variável ângulo de inserção. Fonte dentro de cada nível de dose .....	<b>40</b>
<b>TABELA 3A</b>	Resumo dos quadros de análise de variância comparando o efeito de silicato de potássio e fosfito aplicados em roseiras, cultivar Versília®, para os teores de macronutrientes, em g/kg, no experimento com diferentes doses de silicato de potássio e silicato de potássio mais fosfito.....	<b>41</b>
<b>TABELA 4A</b>	Resumo da análise de variância comparando o efeito de silicato de potássio e fosfito aplicados em roseiras, cultivar Versília®, para o desdobramento da variável do elemento nitrogênio. Fonte dentro de cada nível de dose	<b>41</b>
<b>TABELA 5A</b>	Resumo dos quadros de análise de variância comparando o efeito de silicato de potássio e fosfito aplicados em roseiras, cultivar Versília®, para os teores de micronutrientes foliares, em mg/kg, no experimento.....	<b>42</b>
<b>TABELA 6A</b>	Resumo da análise de variância comparando o efeito de silicato de potássio e fosfito aplicados em roseiras, cultivar Versília®, para o desdobramento da variável do elemento zinco. Fonte dentro de cada nível de dose. ....	<b>42</b>
<b>TABELA 7A</b>	Resumo dos quadros de análise de variância comparando o efeito de silicato de potássio e fosfito aplicados em roseiras, cultivar Versília®, para as variáveis diâmetro de flor, em cm, e peso fresco, em gramas, no experimento de pós-colheita.....	<b>43</b>

**TABELA 1A.** Resumo das análises de variância comparando o efeito de silicato de potássio e fosfito aplicados em roseiras, cultivar Versília®. As variáveis agronômicas: comprimento de haste (CH), em cm, diâmetro de botão (DB), em cm e de haste (DH), em mm, produtividade, em hastes/semana e ângulo de inserção.

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio				
		CH	DB	DH	Prod.	Ângulo
Fontes	1	24,70 <sup>ns</sup>	6,82 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	46,18*	310,06*
Doses	3	59,59 <sup>1</sup>	9,91 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	0,83 <sup>ns</sup>	40,06 <sup>ns</sup>
Fontes*Doses	3	31,47 <sup>ns</sup>	11,28 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	9,36 <sup>ns</sup>	96,98*
Bloco	3	520,11**	23,13*	4,13**	25,06*	7,79 <sup>ns</sup>
Semana	15	85,56**	101,49**	1,27**	183,65**	350,81**
Semana*Fonte	15	32,74 <sup>ns</sup>	3,04 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	7,19 <sup>ns</sup>	75,95*
Semana*Dose	45	36,09 <sup>ns</sup>	2,91 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	9,04 <sup>ns</sup>	39,74 <sup>ns</sup>
Semana*Fonte*Dose	45	59,27 <sup>ns</sup>	3,87 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	2,85 <sup>ns</sup>	50,04 <sup>ns</sup>
Resíduo	318	48,95	4,15	0,48	8,72	52,46
C.V. (%)	463	9,60	6,19	16,49	27,63	4,33
Média		41,60	27,06	4,24	5,36	57,54

\*,\*\* significativo, a 5% e 1%, pelo teste F;  
1 significativo, a 5,4%;

**TABELA 2A.** Análise de variância comparando o efeito de silicato de potássio e fosfito aplicados em roseiras, cultivar Versília®, para o desdobramento da variável ângulo de inserção. Fonte dentro de cada nível de dose

FV	GL	Quadrado médio
Fontes /0%	1	22,21 <sup>ns</sup>
Fonte /0,25%	1	113,25*
Fonte / 0,5%	1	376,95**
Fonte/0,75%	1	88,59*
Resíduo	3	6,21

\*,\*\* significativo, a 5% e 1%, pelo teste F;  
ns - não significativo.

**TABELA 3A.** Resumo dos quadros de análise de variância comparando o efeito de silicato de potássio e fosfito aplicados em roseiras, cultivar Versília<sup>®</sup>, para os teores de macronutrientes, em g/kg, no experimento com diferentes doses de silicato de potássio e silicato de potássio mais fosfito.

FV	GL	Quadrado médio					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Fontes	1	79,56 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>	0,00003 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Doses	3	0,54 <sup>ns</sup>	0,009 <sup>ns</sup>	11,44 <sup>ns</sup>	1,82 <sup>ns</sup>	0,038 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>1</sup>
Fontes*Doses	3	103,72*	0,03 <sup>ns</sup>	7,89 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,020 <sup>ns</sup>	0,0059 <sup>ns</sup>
Bloco	3	15,54 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	16,12 <sup>ns</sup>	1,74 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	23,54	0,09	11,06	2,42	0,077	0,06
C.V. (%)	31	44,69	10,14	13,09	10,58	13,78	10,52
Média		10,86	3,05	25,41	14,72	2,02	2,39

\*,\*\* significativo, a 5% e 1%, pelo teste F;

ns - não significativo

1 significativo, a 7,04%;

**TABELA 4A.** Resumo da análise de variância comparando o efeito de silicato de potássio e fosfito aplicados em roseiras, cultivar Versília<sup>®</sup>, para o desdobramento da variável do elemento nitrogênio. Fonte dentro de cada nível de dose.

FV	GL	Quadrado médio
Fontes /0%	1	346,5 <sup>**</sup>
Fonte /0,25%	1	29,99 <sup>ns</sup>
Fonte / 0,5%	1	1,18 <sup>ns</sup>
Fonte/0,75%	1	13,05 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	23,54

\*,\*\* significativo, a 5% e 1%, pelo teste F;

ns - não significativo.

**TABELA 5A.** Resumo dos quadros de análise de variância comparando o efeito de silicato de potássio e fosfito aplicados em roseiras, cultivar Versília<sup>®</sup>, para os teores de micronutrientes foliares, em mg/kg, no experimento.

FV	GL	Quadrado médio					
		B	Zn	Fe	Cu	Mn	Si
Fontes	1	1,99 <sup>ns</sup>	989,79*	136446,43**	4,89 <sup>ns</sup>	0,0008 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
Doses	3	32,91 <sup>ns</sup>	883,80**	17413,96 <sup>ns</sup>	50,92 <sup>ns</sup>	1142,16 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
F*D	3	101,58 <sup>ns</sup>	505,36*	29152,48 <sup>ns</sup>	9,99 <sup>ns</sup>	563,53 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
Bloco	3	48,89 <sup>ns</sup>	482,57*	10351,4 <sup>ns</sup>	150,24 <sup>ns</sup>	600,34 <sup>ns</sup>	0,06*
Resíduo	21	106,9	125,28	12086,43	65,74	783,18	0,016
C.V. (%)	31	14,78	18,16	44,61	75,57	12,95	13,46
Média		69,94	61,62	216,3	61,63	264,4	0,96

\*,\*\* significativo, a 5% e 1%, pelo teste F;

ns - não significativo.

**TABELA 6A.** Resumo da análise de variância comparando o efeito de silicato de potássio e fosfito aplicados em roseiras, cultivar Versília<sup>®</sup>, para o desdobramento da variável do elemento zinco. Fonte dentro de cada nível de dose .

FV	GL	Quadrado médio
Fontes /0%	1	2,05 <sup>ns</sup>
Fonte /0,25%	1	2415,92**
Fonte / 0,5%	1	73,87 <sup>ns</sup>
Fonte/0,75%	1	14,00 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	125,28

\*,\*\* significativo, a 5% e 1%, pelo teste F;

ns - não significativo.

**TABELA 7A.** Resumo dos quadros de análise de variância comparando o efeito de silicato de potássio e fosfito aplicados em roseiras, cultivar Versília<sup>®</sup>, para as variáveis diâmetro de flor, em cm, e peso fresco, em gramas, no experimento de pós-colheita.

FV	GL	Quadrado médio	
		Diâmetro de flor	Peso fresco
Fontes	1	111,44 <sup>ns</sup>	1077,03 <sup>ns</sup>
Doses	3	353,63 <sup>ns</sup>	2155,73 <sup>ns</sup>
F*Dose	3	45,60 <sup>ns</sup>	2224,69 <sup>ns</sup>
Dias	9	2280,90 <sup>**</sup>	2747,87 <sup>ns</sup>
Dias*fontes	9	14,89 <sup>ns</sup>	715,71 <sup>ns</sup>
Dias*doses	27	19,17 <sup>ns</sup>	800,88 <sup>ns</sup>
Dias*F*D	27	8,89 <sup>ns</sup>	814,33 <sup>ns</sup>
Resíduo	228	39,03	826,39
C.V. (%)	319	22,67	66,76

\*,\*\* significativo, a 5% e 1%, pelo teste F;  
ns - não significativo.