

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Cálcio e silício via foliar na qualidade de gérbera de corte**

**Cleucione de Oliveira Pessoa**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em  
Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba  
2011**

Cleucione de Oliveira Pessoa  
Engenheiro Agrônomo

**Cálcio e silício via foliar na qualidade de gérbera de corte**

Orientadora:  
Prof<sup>ª</sup>. Dra. **SIMONE DA COSTA MELLO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em  
Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba**  
**2011**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Pessoa, Cleucione de Oliveira

Cálcio e silício via foliar na qualidade de gérbera de corte / Cleucione de Oliveira  
Pessoa. - - Piracicaba, 2011.  
89 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

1. Adubação foliar 2. Cálcio 3. Flores 4. Gérbera 5. Nutrição vegetal 6. Pós-colheita  
7. Silício I. Título

CDD 635.9355  
P475c

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

Ao meu Sol e minha Lua, meu pai Claudionor Mauricio Pessoa e minha mãe Maria Solidade de Oliveira Pessoa, por sempre iluminarem meu caminho. Pelo amor, carinho, incentivo para que eu pudesse trilhar meu próprio caminho, por mostrarem que mesmo distantes, estavam sempre comigo e principalmente por não me deixarem desistir nunca.

**DEDICO.**



## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me fazer chegar onde cheguei e nunca me deixar sozinha quando eu chamo por Ele.

À professora Simone da Costa Mello, pela orientação, amizade, compreensão, paciência e por todo ensinamento a mim transmitido nessa dissertação. Ao professor Keigo Minami pelo crédito do trabalho. Ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela oportunidade de aprendizado e confiança em mim depositada. À secretária Luciane Lopes pelo apoio e amizade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo.

À Universidade de São Paulo pelos recursos disponibilizados e aos professores do Depto. de Produção Vegetal, Depto. de Ciências Biológicas e Depto. de Ciências Exatas pelos conhecimentos transmitidos. À toda equipe de bibliotecários da ESALQ.

À Empresa Plant Defender pela doação dos fertilizantes, em especial ao Senhor Antônio Bianchi pelo apoio, ajuda e palavras de ensinamento e ao senhor Geraldo Barendse por permitir que houvesse a instalação e manejo do experimento na propriedade Pedra Branca. Aos senhores Bene Krabbenborg e Paulo, por estarem sempre a disposição para esclarecer minhas dúvidas. Aos funcionários da propriedade pela ajuda e paciência.

À professora Beatriz A. da Glória e a toda equipe do Laboratório de Anatomia Vegetal da ESALQ pela ajuda na confecção das lâminas, em especial a Graça e Marli, e a Romeu, técnico do laboratório de Fisiologia Vegetal pela gentileza e ajuda. Aos professores Angelo Jacomino e Ricardo Kluge e à equipe do Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da ESALQ, em especial a Marcos pelo empréstimo de materiais e instalações para análise e atenção. Ao professor Francisco Monteiro e a equipe do Laboratório de Análises em Nutrição Mineral de Plantas, em especial a Ednéia, Lucia e Lurdes pela amizade, apoio e esclarecimento das dúvidas. À equipe do Depto. de Fitopatologia, em especial, à Liliane Teixeira, a quem sou grata.

Aos secretários e funcionários do Depto. de Produção Vegetal, Paulo, Célia e Bete pela colaboração no âmbito acadêmico e pessoal, Nivaldo, Gerson, Gaudêncio, Chaddad e Aparecido, aos quais tenho enorme carinho, pela colaboração física e momentos de descontração

indispensáveis durante todas as etapas do experimento, especialmente ao Sr. Toninho pelas idas e vindas à Holambra para avaliação e condução do experimento, pela ajuda e pelas piadas que me faziam rir no cansaço.

Aos professores Gaspar Korndörfer e Jonathan Frantz pelos esclarecimentos.

Aos meus amigos e professores da UFRPE, em especial a Levy Barreto, Vivian Loges, Bella F., Rafael G. e Kessyana P. pela ajuda em tornar possível meu Mestrado; e as meninas da Vila da Graduação da ESALQ pelo apoio e carinho.

Aos colegas do GEPOL (Grupo de Estudo e Prática em Olericultura): Alcides, Ana, Anne, Bianca, Brenno, Bruna, Caroline, Daniele, Fábio, Felipe, Guilherme, Grazielle, Ivan, Lucas, Nara, Taísa, Ricardo e a todos os demais pela enorme colaboração e amizade. Em especial, a Isadora e Raquel por terem influenciado no meu aprendizado interpessoal “there’s no need to complicate, our time is short”.

Aos meus amigos de pós-graduação Mateus, Josina, Adrielle, Roberto, Luigi, Esther, Mariana, Gabriela, Rafael, Adriano, Adilson, Boris, Magda, Marinaldo e Pedro, por não hesitarem em me ajudar a qualquer hora do dia ou da noite, pelo companheirismo, amizade e momentos de alegria e a Ricardo Olinda pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos meus grandes amigos Ceres Duarte, Benedito Correia e Roberto Lavor por influenciarem na escolha profissional e também à Márcia e Brivaldo pelo acolhimento em Piracicaba, carinho e cuidado, aos quem não esquecerei.

À Larissa, pela amizade e por me socorrer nas madrugadas de avaliação e relatórios com chocolates delivery. Às melhores companheiras de república: Dinara, Marina e Alinne, por dividirem comigo momentos de alegria, estresses, surpresas, superações, lágrimas, companheirismo. À Liege Cristina por toda ajuda, ombro amigo, carinho e por tudo de bom que nossa amizade pôde proporcionar.

E por falar em família... fonte do combustível “amor” que me faz ser quem eu sou e de seguir em frente para enchê-los de orgulho: meus irmãos Alcileide, Anderson e Claudion; minhas sobrinhas Thais e Thamires, minha cunhada Vitória; e os amores da minha vida, meu pai Claudionor e minha mãe Solidade, meu maior agradecimento de toda minha alma.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a execução desse trabalho, mesmo que não estejam citados, a quem peço humildes e sinceras desculpas.

“...Para as coisas que não podem ser mudadas  
resta-nos somente paciência...  
Não deixe que a saudade sufoque...  
que o medo impeça de tentar.  
Desconfie do destino e acredite em você.  
Gaste mais horas realizando que sonhando...  
vivendo que esperando porque,  
embora quem quase morre esteja vivo,  
quem quase vive já morreu”.

Sarah Westphal





## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>13</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>15</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>17</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>21</b>
2.1 A cultura da gérbera .....	21
2.2 Adubação foliar .....	23
2.3 O cálcio na qualidade de flores de corte.....	26
2.4 O silício na qualidade de flores de corte.....	26
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>29</b>
3.1 Localização e características da área experimental .....	29
3.2 Material de propagação .....	31
3.3 Condução do experimento .....	31
3.4 Delineamento experimental.....	33
3.5 Características das soluções aplicadas.....	33
3.6 Manejo das soluções.....	33
3.7 Períodos das avaliações .....	34
3.8 Descrição das avaliações .....	34
3.8.1 Avaliação Vegetativa.....	34
3.8.2 Avaliação Reprodutiva .....	35
3.9 Análise estatística .....	37
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>39</b>
4.1 Avaliação Vegetativa.....	39
4.1.1 Análise Nutricional.....	39
4.1.2 Crescimento da planta .....	41
4.2 Avaliação Reprodutiva .....	42
4.2.1 Análise Nutricional.....	42
4.2.2 Produtividade, crescimento e distribuição de massa seca na planta.....	63

4.2.3 Qualidade Comercial.....	70
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>81</b>

## RESUMO

### **Cálcio e silício via foliar na qualidade de gérbera de corte**

O manejo nutricional é um dos fatores que interferem na qualidade da gérbera de corte e na longevidade pós-colheita desta flor. Muitos trabalhos têm demonstrado o sucesso da aplicação de cálcio e silício na qualidade de diversas culturas, incluindo flores de corte, como é o caso do crisântemo e do girassol. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da aplicação via foliar de Ca e Si no crescimento, desenvolvimento, produção e aspectos da longevidade pós-colheita de gérbera de corte. O experimento foi conduzido em estufa comercial no período compreendido entre setembro de 2009 a junho de 2010, em Holambra, SP. Aplicações foliares semanais com soluções contendo 0; 23,75; 47,5 e 95 mg L<sup>-1</sup> de Ca e 0; 42,8; 85,6 e 171,2 mg L<sup>-1</sup> de Si foram realizadas a partir de 49 dias após o transplante das mudas, em esquema fatorial (4x4), num total de 16 tratamentos, distribuídos em blocos ao acaso, com três repetições. A partir do início das aplicações foi registrado semanalmente o número de hastes florais. No final da fase vegetativa, foram avaliados o número de folhas, a área foliar, a massa fresca, a massa seca e os teores de nutrientes nas folhas. O crescimento e a produção da gérbera na fase reprodutiva, em fevereiro e junho de 2010, foram avaliados pelo número de folhas, área foliar, massas fresca e seca das folhas, além da massa fresca e massa seca das hastes florais. Nesses mesmos períodos, também foram determinados os teores de nutrientes nas folhas e hastes florais, curvatura da haste no período pós-colheita, longevidade pós-colheita, perda de massa fresca da haste floral, além da qualidade das hastes florais em seu ponto de colheita. A qualidade comercial foi avaliada através do diâmetro e comprimento da haste, diâmetro do capítulo e coloração das pétalas (L\*, C\* e Hue). Aos 204 dias após o transplante das mudas, o diâmetro do capítulo aumentou com a aplicação de Si, na presença de 95 mg L<sup>-1</sup> de Ca. Na pós-colheita, a redução da perda de massa fresca da haste foi máxima com a aplicação de 73,7 mg L<sup>-1</sup> de Ca, na ausência de Si ou com a aplicação de 128 mg L<sup>-1</sup> de Si, na ausência de Ca.

Palavras-chave: *Gerbera jamesonii*; Flor de corte; Pós-colheita; Nutrição mineral; Adubação foliar



## ABSTRACT

### Foliar application of calcium and silicon in the quality of cut gerbera

Nutritional management is one of the factors that affect cut gerbera quality and longevity of postharvest flower. Many studies have demonstrated the successful calcium and silicon application in the quality of numerous crops, including cut flowers, such as chrysanthemum and sunflower. Thus, the aim of this study was to evaluate the foliar application effect of Ca and Si in the growth, development, production and some postharvest longevity aspects of cut gerbera. The experiment was conducted in a commercial greenhouse in the period between September 2009 and June 2010 in Holambra, São Paulo, Brazil. Weekly foliar applications containing 0, 23.75, 47.5 and 95 mg Ca L<sup>-1</sup> and 0, 42.8, 85.6 and 171.2 mg L<sup>-1</sup> of Si solutions were carried out 49 days after seedling transplanting in a factorial scheme (4x4), a total of 16 treatments distributed in a randomized block design with three replications. At the beginning of the application, weekly it was registered number of flower stems. At the end of the vegetative phase, it was evaluated number of leaves, leaf area, fresh and dry weight of leaves and nutrient content in leaves. Gerbera growth and production in the reproductive phase, in February and June 2010 were evaluated by the number of leaves, leaf area, fresh and dry leave mass, and fresh and dry weight of flower stems. In those periods, it was also determined nutrient contents in leaves and flower stems, stem curvature in the postharvest period, vase longevity and fresh mass loss, besides flower stem quality on its harvest point. The commercial quality was evaluated by the diameter and length stem, flower diameter and petals coloration (L \*, C \* and Hue). At 204 days after transplanting, the flower diameter increased with Si application in presence of 95 mg L<sup>-1</sup> Ca. In postharvest, reduction of fresh mass floral stem loss was maximum with the application of 73.7 mg L<sup>-1</sup> Ca in the absence of Si or with the application of 128 mg L<sup>-1</sup> of Si in the absence of Ca.

Keywords: *Gerbera jamesonii*; Cut flower; Postharvest; Mineral nutrition; Foliar adubation



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Anatomia externa da haste floral de gérbera .....	29
Figura 2 - Cultura de gérbera 'Shania' em casa de vegetação.....	30
Figura 3 - Estrutura para suporte dos vasos de gérbera.....	32
Figura 4 - Ponto de colheita das hastes florais. A: nenhuma flor aberta; B: Uma fileira de flores tubulares abertas; C: Duas fileiras de flores tubulares abertas; D: mais de três fileiras de flores tubulares abertas .....	36
Figura 5 - Efeito da aplicação de Ca e Si no teor de cálcio, boro e enxofre nas folhas de gérbera 'Shania' aos 71 dias após o transplante das mudas. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; **: Significativo ao nível de 1% de probabilidade.....	41
Figura 6 - Efeito da aplicação de Ca no teor foliar de cálcio em gérbera 'Shania' aos 336 dias após o transplante das mudas. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ....	45
Figura 7 - Efeito da aplicação de Si no teor foliar de cálcio em gérbera 'Shania' aos 336 dias após o transplante das mudas. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ....	45
Figura 8 - Efeito da aplicação de Ca no teor foliar de cobre em gérbera 'Shania' aos 336 dias após o transplante das mudas. **: Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....	46
Figura 9 - Efeito da interação entre Ca e Si no teor foliar de boro em gérbera 'Shania' aos 336 dias após o transplante das mudas. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; **: Significativo ao nível de 5% de probabilidade.....	46
Figura 10 - Teores de nutrientes na haste de gérbera 'Shania' em função da aplicação foliar de Ca e Si, aos 204 dias após o transplante das mudas. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; **: Significativo ao nível de 1% de probabilidade.....	50
Figura 11 - Teores de nutrientes na haste de gérbera 'Shania' em função da aplicação foliar de Ca e Si, aos 336 dias após tranplante das mudas. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; **: Significativo ao nível de 1% de probabilidade.....	51
Figura 12 - Teores de nutrientes no capítulo de gérbera 'Shania' em função da aplicação foliar de Ca e Si, aos 204 dias após transplante das mudas. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; **: Significativo ao nível de 1% de probabilidade.....	54



Figura 13 - Teores de nutrientes no capítulo de gérbera 'Shania' em função da aplicação foliar de Ca e Si, aos 336 dias após transplante das mudas; *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; **: Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....	59
Figura 14 - Interação entre Ca e Si na relação Ca/K na haste de gérbera 'Shania' aos 336 dias após o transplante das mudas. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ....	63
Figura 15 - Efeito da interação entre Ca e Si no número de folhas em gérbera 'Shania' aos 204 dias após o transplante das mudas. **: Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....	66
Figura 16 - Efeito da interação entre Ca e Si na massa seca das folhas de gérbera 'Shania' aos 204 dias após o transplante das mudas. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ....	67
Figura 17 - Efeito da aplicação de Si na massa seca no capítulo de gérbera 'Shania' aos 204 dias após o transplante das mudas. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ....	68
Figura 18 - Efeito da aplicação de Si na massa seca total da haste floral de gérbera 'Shania' aos 204 dias após o transplante das mudas. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ....	68
Figura 19 - Efeito da interação entre Ca e Si na massa fresca da haste floral de gérbera 'Shania' aos 336 dias após o transplante das mudas. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ....	70
Figura 20 - Hastes florais de gérbera 'Shania' ao fim da longevidade de vaso, sem apresentar curvatura da haste. ....	71
Figura 21 - Efeito da interação entre Ca e Si no diâmetro do capítulo de gérbera 'Shania' aos 204 dias após o transplante das mudas. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade. **: Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....	74
Figura 22 - Efeito da interação entre Ca e Si no diâmetro do capítulo de gérbera 'Shania' aos 336 dias após o transplante das mudas. **: Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....	74
Figura 23 - Efeito da interação entre Ca e Si na perda de massa fresca da haste floral de gérbera 'Shania' aos 204 dias após o transplante das mudas. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; **: Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....	76
Figura 24 - Efeito da aplicação de Ca no comprimento da haste de gérbera 'Shania' aos 336 dias após o transplante das mudas. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ....	77

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Dados climatológicos para a região de Holambra durante os meses de avaliação do experimento. ....	30
Tabela 2 - Quantidades de fertilizantes utilizados no preparo da solução nutritiva para a fertirrigação da gérbera.....	32
Tabela 3 - Concentrações dos fertilizantes contendo cálcio e silício na solução .....	33
Tabela 4 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para os teores de nutrientes nas folhas de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de Ca e Si via foliar no final da fase vegetativa. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010.....	39
Tabela 5 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para o número de folhas por planta (NF), área foliar por planta (AF), massa fresca de folhas por planta (MFF) e massa seca de folhas por planta (MSF) de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de cálcio e silício via foliar no final da fase vegetativa. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010 .....	42
Tabela 6 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para os teores de nutrientes nas folhas de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de Ca e Si via foliar aos 204 dias após transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010.....	43
Tabela 7 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para os teores de nutrientes nas folhas de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de Ca e Si via foliar aos 336 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010.....	44
Tabela 8 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para os teores de nutrientes nas hastes de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de Ca e Si via foliar aos 204 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010.....	47
Tabela 9 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para o teor dos nutrientes presentes na haste de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de Ca e Si via foliar aos 336 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010 .....	48
Tabela 10 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para os teores de nutrientes no capítulo de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de Ca e Si via foliar aos 204 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010.....	53

Tabela 11 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para os teores de nutrientes nos capítulos de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de cálcio e silício via foliar aos 336 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010 .....	57
Tabela 12 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para a relação entre o teor de Ca e K na haste de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de Ca e Si via foliar aos 204 e aos 336 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010 .....	62
Tabela 13 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para o número de folhas (NF), área foliar (AF), massa fresca de 15 folhas amostradas (MFF), massa fresca da haste floral (MFFI), produção de hastes florais/planta no período de avaliação (P), massa seca de 15 folhas (MSF), massa seca total da haste floral (MSFI) massa seca da haste (MSHas) e massa seca do capítulo (MSCap) de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de Ca e Si via foliar aos 204 dias após o transplante das mudas de gérbera ‘Shania’. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010 .....	64
Tabela 14 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para o número de folhas (NF), área foliar (AF), massa fresca de 15 folhas amostradas (MFF), massa fresca da haste floral (MFFI), produção de hastes florais/planta no período de avaliação (P), massa seca de 15 folhas (MSF), massa seca total da haste floral (MSFI), massa seca da haste (MSHas) e massa seca do capítulo (MSCap) de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de Ca e Si via foliar aos 336 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010.....	65
Tabela 15 - Médias do diâmetro do capítulo (DC), comprimento da haste (CH), diâmetro da haste (DH), perda da massa fresca da haste (PMF), luminosidade (L*), cromaticidade (C*) e ângulo Hue (°h) das pétalas de plantas de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de cálcio e silício na primeira avaliação reprodutiva. Piracicaba, USP-ESALQ, fevereiro de 2010 .....	72
Tabela 16 - Médias do diâmetro do capítulo (DC), comprimento da haste (CH), diâmetro da haste (DH), perda da massa fresca da haste (PMF), luminosidade (L*), cromaticidade (C*) e ângulo Hue (h°) das pétalas de plantas de gérbera 'Shania' submetida à aplicação de cálcio e silício na segunda avaliação da fase reprodutiva. Piracicaba, USP-ESALQ, junho de 2010.....	72

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de flores e plantas ornamentais se constitui em um dos segmentos produtivos agroindustriais mais promissores (NOGUEIRA JUNIOR, 2001; STRINGHETA et al., 2002), movimentando o mercado interno, que absorve aproximadamente 90% da produção nacional de flores e plantas ornamentais (JUNQUEIRA; PEETZ, 2007a).

Com relação às exportações de flores e plantas ornamentais, o Brasil tem mantido crescimento estável. No grupo de flores cortadas exportadas pelo Brasil, as gérberras se destacam juntamente com a rosa e o lisianto (JUNQUEIRA; PEETZ, 2007b).

O maior problema na pós-colheita de flores de gérberras cortadas está relacionado ao curto período entre a colheita e a senescência, quando o capítulo murcha ou a haste não se mantém mais ereta. O ideal seria que a longevidade pós-colheita desta flor fosse de duas semanas ou mais. Porém, para o consumidor, na maioria das vezes, o tempo de vida no vaso é menor, porque a haste sofre tombamento (WERNETT, 1990) e deterioração causada pelo bloqueio dos vasos do xilema por microorganismos (VAN DOORN; DE WITTE, 1991).

O manejo da adubação também interfere na produção de gérberra, pois o desequilíbrio nutricional pode ocasionar crescimento excessivo da parte vegetativa, redução na quantidade de inflorescências, redução do tamanho das flores, rachaduras e quebras das hastes.

Dentre os nutrientes, o Ca interfere diretamente na qualidade de flores, pois é essencial para a manutenção da permeabilidade das membranas e integridade estrutural da parede celular, retardando a senescência de flores cortadas de gérberra.

Outro elemento que tem apresentado papel importante na estruturação das plantas é o silício, pois sua presença na parede celular pode aumentar os conteúdos de hemicelulose e lignina, consequentemente a rigidez dos tecidos (BARBOSA FILHO et al., 2001). Além disso, ele pode interferir na arquitetura das plantas (DEREN et al., 1993), possibilitando a produção de folhas mais eretas, que são eficientes na captação de radiação fotossinteticamente ativa, resultando no aumento na produção.

Entretanto, a eficiência desses elementos na qualidade de flores cortadas de gérberra depende do método de aplicação, da dose e da frequência de aplicação, fontes empregadas dos fertilizantes, dentre outros fatores.

Aplicações foliares desses elementos têm gerado resultados positivos em diversas culturas, como redução da queima das bordas das folhas de poinsettias pelo uso do Ca (AYALA ARREOLA et al., 2008) e aumento do diâmetro do capítulo e da altura da haste de gérbera pelo uso do Si (KAMENIDOU; CAVINS; MAREK., 2010).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi estudar níveis de aplicação de Ca e Si via foliar no desenvolvimento, na produção e na qualidade pós-colheita de gérbera de corte.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A cultura da gérbera

A gérbera (*Gerbera jamesoni*) é uma planta herbácea pertencente à família Asteraceae e tem sua origem no sul da África e Ásia. A planta tem um rizoma do qual as raízes crescem a 1 m de profundidade ou mais no solo. As folhas também se originam do rizoma, dispostas em formato de roseta, com um contorno arredondado nas primeiras fases de desenvolvimento, que com o crescimento tornam-se ligeiramente recortadas nas bordas, eretas, alongadas com cerca de 40 cm, lanceoladas e apoiadas por pecíolos longos, de onde, muitas vezes, evoluem os brotos florais, que desenvolvem pedúnculos com uma inflorescência terminal em capítulo (MERCURIO, 2004; INFOAGRO, 2010).

Em condições naturais de desenvolvimento, o sistema radicular é pivotante, com numerosas raízes laterais pequenas. Entretanto, quando submetida ao cultivo em casa de vegetação, possui crescimento inicialmente pivotante, mas à medida que se desenvolve converte-se em fasciculado (MERCURIO, 2004).

Segundo Bellé (1998), o comprimento do pedúnculo floral varia de acordo com a cultivar, sendo as de pedúnculo longo próprias para corte, e as de pedúnculo compacto ideais para vaso.

O capítulo floral é formado, do exterior para o interior, por várias filas concêntricas de flores femininas liguladas, normalmente uma fila de flores hermafroditas não funcionais e, ao centro, as flores masculinas. As flores liguladas são de forma e espessura variadas e de ampla gama de cores, de acordo com as cultivares (INFOAGRO, 2010).

A propagação da gérbera pode ocorrer, como a maioria das plantas cultivadas, tanto por via sexual ou gâmica, com a produção de novas sementes (não utilizada comercialmente há anos), como por meio assexuado ou agâmico através da multiplicação de partes vegetativas da planta. Atualmente a tecnologia "in vitro" é a forma de propagação mais utilizada (MERCURIO, 2004).

De acordo com Mercurio (2004), as plantas de gérbera desenvolvem-se bem sob temperaturas diurnas entre 26 e 30°C e noturnas de 15 a 16°C. Temperaturas diurnas do ar não superiores a 30°C e não inferiores a 15°C proporcionam as condições ideais para o cultivo de gérbera, sendo que temperaturas elevadas resultam em altas taxas de transpiração e redução na

fotossíntese. Essa espécie responde levemente ao fotoperiodismo, sendo que a luz influencia a emissão dos brotos laterais que darão lugar a novas inflorescências (INFOAGRO, 2010).

A intensidade luminosa deve ser mantida entre 40 a 60 mil lux, sendo que intensidades inferiores ou superiores provocam queda na produção de flores. Durante a primavera e o verão, a alta intensidade luminosa e temperaturas elevadas, causam crescimento vegetativo vigoroso e diminuem a qualidade da produção. Para o controle desses fatores é recomendado o uso de casas de vegetação climatizadas em regiões quentes (SABUGOSA, 2004; KÄMPF, 2005).

Um dos fatores determinantes do comportamento e da longevidade dos órgãos das plantas é o balanço hídrico (BOROCHOV; MAYAK; BROUN, 1982), ressaltando-se que a falta de água acelera a senescência, provocando murcha das lígulas do capítulo. Altos níveis de hidratação dos tecidos são, em geral, associados ao aumento da vida de vaso das flores de corte (MUÑOZ; DAVIS; SHERMAN, 1982).

Adequado balanço nutricional é necessário para o sucesso da produção de gérbera de corte, mas vários problemas podem surgir pelo desequilíbrio entre elementos nas plantas, como redução da produção, hastes pequenas e mal formadas e susceptibilidade à patógenos. O desbalanço na relação Ca/K no tecido vegetal é um dos principais fatores responsáveis pela quebra da haste em gérbera. Esse problema é bastante comum e normalmente acomete as variedades mais sensíveis ou com predisposição para tal dano. A quebra da haste pode ocorrer antes e após a colheita, quando as hastes são mantidas em água. No segundo caso, o problema pode ser resolvido ou atenuado pela adição de alguns produtos conservantes na água, como a sacarose e o nitrato de prata. O primeiro caso geralmente ocorre após dias muito ensolarados e com o aumento repentino da temperatura. Em tais condições, ocorre perda de turgor das flores e do caule pela transpiração excessiva. Ao recuperar a turgescência, pelas mudanças rápidas nas condições climáticas, ocorre quebra da haste (MERCURIO, 2004).

Outro problema que acomete a haste de gérbera é o “stem bending”, caracterizado pela curvatura da haste floral de 10 a 15 cm abaixo da inserção do capítulo, descrito como uma desordem comum na pós-colheita de flores de gérbera, resultando na senescência prematura das flores. Conforme De Jong (1978), a região de curvatura da haste caracteriza-se por apresentar menor rigidez estrutural (baixo conteúdo de lignina e celulose) e alongamento, mesmo durante a vida de vaso, indicando a imaturidade do tecido. Assim, o “stem bending” tem sido associado às características anatômicas da haste, como número de elementos de suporte, espessura da parede

celular das fibras do esclerênquima ao redor dos feixes vasculares e grau de lignificação do xilema (MAROUSKY, 1986; VAN DER HEIJDEN; VAN DER VOOREN; VAN DER WIEL, 1995), à perda de lignina (STEINITZ, 1984), ao balanço hídrico deficiente nas hastes, devido ao bloqueio do xilema por bactérias (VAN DOORN; DE WITTE, 1994), à nutrição mineral e às variações climáticas durante as estações do ano (RUDNICK; NOWAK, 1976).

A deficiência hídrica em flores cortadas reduz a firmeza proporcionada pela turgescência e a capacidade da haste em sustentar o capítulo, quando então a haste floral passa a depender muito de sua firmeza mecânica para manter-se ereta. Assim, quanto maior a rigidez mecânica da haste mais tardia será a ocorrência do “stem bending”, resultando em maior a longevidade pós-colheita (PARUPS; VOISEY, 1972).

## **2.2 Adubação foliar**

Diversas pesquisas desenvolvidas desde o século XVII testam a hipótese de que não só as raízes absorvem nutrientes, mas também as folhas podem exercer essa função. A partir dessas descobertas a adubação foliar vem sendo empregada na correção ou prevenção de deficiências de nutrientes, complementando o fornecimento via solo.

As pesquisas sobre fornecimento de nutrientes via foliar foram facilitadas a partir de 1951 pelo uso de radioisótopos que permitem a medição com precisão da absorção e transporte, e distinção entre os nutrientes absorvidos pelas folhas daqueles absorvidos pelas raízes (WITTWER; TEUBNER, 1959).

Várias discussões foram estabelecidas quanto aos mecanismos e estruturas de absorção dos nutrientes através da superfície foliar. Os mecanismos de captação ativa, troca iônica e difusão podem ser basicamente os mesmos para a absorção pela parte aérea como pelas raízes (WITTWER; TEUBNER, 1959). Diversos autores propõem que a absorção foliar pode ser realizada através da abertura estomática, imperfeições na camada cuticular, que é composta por cutina, pectina e hemicelulose (WÓJCIK, 2004), ou através da própria cutícula intacta. Também é proposto que o mecanismo envolvido no processo de absorção varia de acordo com o nutriente, com a espécie e estágio de desenvolvimento da planta.

A absorção foliar através da cutícula tem sido usualmente mais estudada e aceita como tal. A dinâmica de absorção através do estômato não é eficiente. Estudos mostraram que as câmaras



estomáticas e os espaços intercelulares são preenchidos com gases, e que a tensão superficial das soluções aplicadas e a natureza hidrofóbica do revestimento da cutícula dos estômatos normalmente não permitem a passagem de soluções aquosas (FRANKE, 1967).

Embora a composição lipídica da cutícula, que se sobrepõe na superfície foliar, desfavoreça a absorção do soluto, ela não é totalmente impermeável (CASTRO, 2009). A cutina, um dos principais compostos da cutícula, contém muitos grupos de hidroxilas livres que são hidrofílicos e enfraquecem as interações hidrofóbicas, facilitando a penetração dos nutrientes através da membrana cuticular (WÓJCIK, 2004).

Orgell (1955) sugeriu que rachaduras e imperfeições na cutícula, ou uma cutícula imbricada de pequenas placas cimentadas juntamente com materiais pécticos, podem resultar na imediata penetração foliar de substâncias aplicadas. Entretanto, outro tipo de movimento, conhecido como passagem intracuticular, também é aceito. Segundo Franke (1967), esse movimento se dá por meio de um aumento gradual de carga negativa da cera em direção à camada de pectina criando um gradiente eletroquímico que aumenta o movimento de cátions e moléculas de água através da cutícula. O fluxo de cátions através da membrana cuticular é muito mais fácil do que a de ânions. Estima-se que a capacidade de penetração de um cátion na membrana cuticular é aproximadamente 1000 vezes superior a de ânions (WÓJCIK, 2004).

Entretanto, a imobilidade de alguns nutrientes no floema faz com que a eficiência da pulverização foliar desses elementos seja amplamente discutida. O Ca é considerado como elemento imóvel na planta e sua translocação se dá, principalmente, em direção acrópeta ou polar, ou seja, movimenta-se da base para o ápice e dificilmente o contrário, seguindo o fluxo da transpiração (WITTEWER; TEUBNER, 1959). Assim como o cálcio, o silício no interior da planta é considerado pouco móvel. O transporte do Si a longa distância em plantas também é limitado ao xilema (BALASTRA et al., 1989). Dessa forma, a distribuição do Si nas partes da planta é determinada pela taxa de transpiração (JONES; HANDRECK, 1967).

Diversos fatores afetam a eficiência da adubação foliar e dependem da planta, do meio e da solução aplicada. A absorção foliar de nutrientes depende da presença de tricomas ou pelos, que aumentam a penetração do nutriente por aumentar a superfície de contato entre a folha e a solução aplicada (MALAVOLTA, 2006); da idade da folha já que a menor cutinização das folhas mais jovens facilita a absorção; do maior potencial de absorção da parte abaxial da folha, que tem uma cutícula mais delgada que a parte adaxial.

Quanto aos fatores do meio que interferem na absorção foliar tem-se a temperatura, onde a maior absorção se dá entre 20 a 30°C e a menor absorção em temperatura superior a 30 °C; disponibilidade do nutriente no solo, que influencia o estágio iônico interno da folha, que, por sua vez, interfere na absorção foliar devido ao mesmo princípio da absorção pelas raízes, que pode ser limitada pela quantidade do elemento já contido nas folhas (CASTRO, 2009); luz, que afeta a abertura e fechamento dos estômatos, por isso, quanto maior a intensidade luminosa, maior será a absorção de nutrientes pela folha (CASTRO, 2009); e umidade relativa do ar, que favorece a absorção foliar por impedir a evaporação da solução aplicada. É importante ressaltar que, para que haja penetração da solução aplicada, é necessário que a superfície foliar seja molhada. A permanência por mais tempo da solução em contato com a cutícula aumenta a absorção dos nutrientes pelas folhas, pois as cutículas bem hidratadas são bastante permeáveis à água e aos hidrossolutos (CASTRO, 2009). Por isso, é importante a utilização de surfactantes, como espalhantes, molhantes e adesivos.

Os fatores da solução aplicada podem ser representados pela concentração do elemento, que interfere no volume de solução a ser aplicado; pH menor que 7,0, que facilita a absorção de ânions, e acima de 7,0 que favorece a de cátions; seletividade, que decorre do fato de um vegetal absorver, preferencialmente, cátions e ânions monovalentes antes que divalentes ou polivalentes.

Segundo Malavolta (2006), um quelato é formado quando um íon metálico, como o  $\text{Ca}^{2+}$ , é combinado com um agente quelante e de acordo com a fonte do elemento aplicado, a ordem decrescente de absorção foliar é a seguinte: cloreto>nitrato=quelato>sulfato.

Relatos de aplicações foliares de Ca podem ser encontrados em literatura para diversas espécies, como é o caso do aumento significativo do pegamento da florada em anos de seca em café (SANTINATO et al., 1991), aumento no rendimento de grãos em girassol (PAVINATO, 2009) e maior pigmentação das brácteas e redução da queima das bordas foliares de poinsettias (AYALA ARREOLA et al., 2008; HARBAUGH; WOLTZ, 1989).

Referências para utilização de Si via foliar também foram relatadas, como o aumento do diâmetro do capítulo e da altura da haste de gérbera (KAMENIDOU; CAVINS; MAREK, 2010), aumento de teores de açúcares totais e de glicose em morango (FIGUEIREDO et al., 2010) e rendimento de óleo essencial em orégano (DORDAS, 2009).

### **2.3 O cálcio na qualidade de flores de corte**

O Ca tem importante função na qualidade das flores (GISLEROD, 1999), sendo essencial para a permeabilidade das membranas e a manutenção da integridade estrutural da parede celular (MALAVOLTA, 2006). Pesquisas em fisiologia pós-colheita de flores de corte indicam que o Ca pode estar envolvido no retardamento da senescência floral por adiar a degradação da membrana celular. Flores de corte com membrana celular intacta mantêm as suas funções e o balanço hídrico por muito mais tempo (SOSA-NAN, 2002). Gerasopoulos e Chebli (1999) verificaram que esse nutriente retarda a senescência de flores cortadas de gérbera.

O Ca é cofator de algumas enzimas envolvidas na hidrólise de ATP e de fosfolipídeos, como mensageiro secundário na regulação metabólica e constituinte da lamela média da parede celular.

O Ca é acumulado principalmente nos órgãos de maior transpiração, que são as folhas, pois sua distribuição na planta é realizada por fluxo de massa via xilema, sendo considerado de baixa mobilidade no floema. Dessa forma, o fluxo desse elemento para os órgãos reprodutivos é menor (MALAVOLTA, 2006). Em função de sua baixa redistribuição, são recomendadas pulverizações foliares com cloreto de cálcio ou nitrato de cálcio (NIELSEN; STARKEY, 1998). De acordo com Gerasopoulos e Chebli (1999), aplicações de cloreto de cálcio 1,5% dirigidas, para as hastes florais de gérbera em desenvolvimento, aumentaram o conteúdo de Ca nesses órgãos e reduziram a ocorrência de “stem bending”.

### **2.4 O silício na qualidade de flores de corte**

O silício não é considerado um elemento essencial para as plantas, porém, Epstein e Bloom (2004) ressaltam que plantas crescendo em ambiente com silício diferem daquelas presentes em ambientes deficientes nesse elemento. O silício tem um importante papel na estruturação das plantas, pois a sua presença na parede celular pode elevar os conteúdos de hemicelulose e lignina, aumentando a rigidez da célula (BARBOSA FILHO et al., 2001). Acredita-se que ele possa interferir na arquitetura das plantas e favorecer a fotossíntese ao proporcionar folhas mais eretas, que apresentam maior eficiência fotossintética (DEREN et al., 1993).

O silício, absorvido do solo na forma de ácido silícico, é depositado na parede celular podendo conferir benefícios para as plantas. É capaz de aumentar o teor de clorofila das folhas e a tolerância das plantas aos estresses ambientais como frio, calor, seca, desbalanço nutricional e toxicidade por metais, além de reforçar a parede celular e aumentar a resistência contra patógenos e insetos (EPSTEIN, 2001).

Ao ser absorvido, o silício se acumula nos pontos de transpiração e nas paredes dos vasos do xilema (BALASTRA et al., 1989). Isto pode ser importante para prevenir a compressão dos vasos xilemáticos, quando a taxa transpiratória é elevada (RAVEN, 1983).

Frantz et al. (2010) avaliaram o teor de Si em folhas de diversas espécies cultivadas em sistema hidropônico sob aplicação de 1mM desse elemento. As plantas foram expostas à aplicação de Si por três semanas após o transplante das mudas. A concentração de Si em gérbera foi de 266 mg kg<sup>-1</sup>, enquanto que em crisântemo foi de aproximadamente 10,43 g kg<sup>-1</sup> e em girassol foi de 5,18 g kg<sup>-1</sup>. Voogt e Sonneveld (2001) avaliaram o teor de Si acumulado em folhas de gérbera coletadas de plantas cultivadas em sistema hidropônico comercial e encontraram valores de até 616 mg kg<sup>-1</sup> de Si. De acordo com Ma, Miyake e Takahashi (2001), a gérbera é considerada uma espécie não acumuladora por apresentar teor de silício inferior a 0,5%, já que as plantas consideradas como acumuladoras possuem um teor foliar de no mínimo 1%.

Savvas et al. (2002) verificaram aumento na produção de flores de gérbera e na sua qualidade, com um diâmetro da haste maior, em cultivo hidropônico com o fornecimento de silício na solução nutritiva.

De acordo com Kamenidou (2005), a aplicação de silicato de potássio e de sódio em gérbera aumentou o diâmetro das hastes. Porém, com a aplicação de silicato de sódio via foliar, cinco vezes por semana, ocorreu aumento do comprimento das hastes e diâmetro do capítulo, e maior precocidade do ciclo. Doses semanais acima de 200 mg L<sup>-1</sup> de Si provocaram fitotoxicidade.

Em outro experimento com girassol, Kamenidou, Cavins e Marek (2008) estudaram os efeitos das aplicações semanais de 0, 50, 100 e 150 mg L<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub> via fertirrigação. O silício aumentou o diâmetro da inflorescência e do caule em relação ao controle, cuja dose mais eficiente foi de 150 mg L<sup>-1</sup> SiO<sub>2</sub>. O teor de Si no girassol seguiu a ordem decrescente: folha, inflorescência e haste.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

A haste floral foi considerada a inflorescência completa, ou seja, haste e capítulo. As flores liguladas do capítulo são referidas como pétalas (Figura 1).

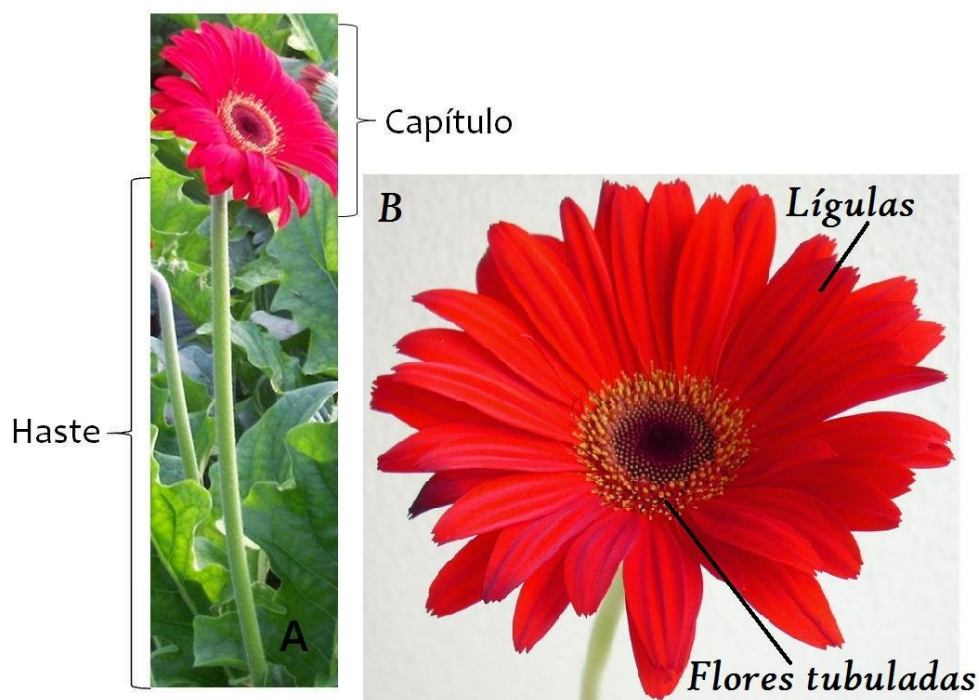


Figura 1 - Anatomia externa da haste floral de gérbera

#### 3.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi conduzido em casa de vegetação (Figura 2) no Sítio Pedra Branca, no município de Holambra, SP, situado a 22°37'59" de latitude sul, 47°03'20" longitude oeste e altitude de 600 m.

Segundo a classificação de Koppen, o clima da região caracteriza-se por Cwa, apresentando clima subtropical úmido, com temperatura média do mês mais quente acima de 22°C e no mês mais frio inferior a 18°C. Nos meses de avaliação a temperatura variou entre 33,1°C, média da temperatura mais alta, a 11,6°C, média da temperatura mais baixa (Tabela 1). As dimensões da casa de vegetação foram 36 m de comprimento; 16,7 m de largura e 3,4 m de

altura, apresentando malha aluminizada com movimentação automática, coberta com um filme plástico com aditivo anti-UV.



Figura 2 - Cultura de gébera 'Shania' em casa de vegetação

A casa-de-vegetação foi climatizada, visando manter a temperatura diurna na faixa ideal para o desenvolvimento da cultura, em torno de 25 °C. Para isso, foi instalado um sistema constituído de uma manta acrílica umedecida localizada em uma das laterais da estufa e exaustores localizados na lateral oposta, que succionavam o ar umedecido, resfriando o ambiente (Sistema “Pad and Fan”).

Tabela 1- Dados climatológicos para a região de Holambra durante os meses de avaliação do experimento

Mês	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Precipitação (mm)
	(°C) – Média	(°C) – Média	Soma
Setembro/2009	28,0	16,6	142,5
Fevereiro/2010	33,1	20,4	62,2
Junho/2010	26,2	11,6	23,6

Fonte: Brasil (2010)

### 3.2 Material de propagação

Foram utilizadas mudas de gébera cultivar Shania que apresenta capítulos com 11 a 12 cm de diâmetro, línguas de coloração vermelha e haste floral de aproximadamente 60 a 70 cm de comprimento (PREESMAN, 2010). A produção anual estimada por planta é de 230 a 250 hastes por m<sup>2</sup>, quando produzidas em vaso. A cultivar foi escolhida por apresentar excelente aceitação no mercado nacional e internacional.

### 3.3 Condução do experimento

O plantio das mudas foi realizado em julho de 2009 em vasos de plástico (uma muda por vaso), com capacidade de 5,0 L; diâmetro superior de 22,0 cm e altura de 25,0 cm, preenchidos com fibra de coco (Golden-Mix – CHIPS, Amafibra<sup>®</sup>).

Os vasos foram suspensos a 1m de altura por estruturas de ferro galvanizado ( Figura 3). A irrigação foi realizada por meio de gotejadores autocompensantes com um emissor (vazão de 1L hora<sup>-1</sup>), nove vezes ao dia durante sete minutos cada, em intervalos de uma hora. Para manter a oxigenação do substrato e impedir sua salinização, a quantidade de solução nutritiva foi aplicada a fim de permitir 60% de drenagem. Porém, a solução drenada retornava ao reservatório, caracterizando um sistema fechado. As fertirrigações foram realizadas diariamente, através de soluções nutritivas com condutividade elétrica (CE) em torno de 2,1 dS m<sup>-1</sup>, empregando as quantidades dos fertilizantes descritos na Tabela 2.





Figura 3 - Estrutura para suporte dos vasos de gérbera

Tabela 2 - Quantidades de fertilizantes utilizados no preparo da solução nutritiva para a fertirrigação da gérbera

<b>Fertilizante</b>	<b>mg L<sup>-1</sup></b>
Nitrato de cálcio	833,33
Nitrato de potássio	416,66
Fosfato monopotássico (MKP)	166,66
Nitrato de magnésio	116,66
Sulfato de magnésio	416,66
Fe-EDTA 6%	50
Ácido bórico	1,66
Sulfato de zinco	2,5
Sulfato de cobre	0,07
Sulfato de manganês	0,2
Molibdato de sódio	0,07

### 3.4 Delineamento experimental

O experimento foi constituído por quatro níveis de cálcio (0; 23,75; 47,5 e 95 mg L<sup>-1</sup>) e quatro níveis de silício (0; 42,8; 85,6 e 171,2 mg L<sup>-1</sup>) aplicados via foliar, em plantas de gérbera sob delineamento em blocos ao acaso e em esquema fatorial 4x4, com três repetições, com 28 vasos por unidade experimental.

### 3.5 Características das soluções aplicadas

A fonte de Ca utilizada foi o Librel<sup>®</sup> (9,5% Ca) e a de Si foi o FertiSil<sup>®</sup> (12% K<sub>2</sub>O solúvel em água – 165,6 g L<sup>-1</sup> e 12% de Si solúvel em água – 165,6 g L<sup>-1</sup>), cujas concentrações dos fertilizantes utilizados se encontram na Tabela 3.

Tabela 3 - Concentrações dos fertilizantes contendo cálcio e silício na solução

Fertilizante	Concentrações de Ca (mg L <sup>-1</sup> )			
Librel <sup>®</sup> (9,5% Ca)	0	23,75	47,5	95
	Concentrações do fertilizante (mg L <sup>-1</sup> )			
	0	250	500	1000
Fertilizante	Concentrações de Si (mg L <sup>-1</sup> )			
FertiSil <sup>®</sup> (12% K <sub>2</sub> O e 12% Si solúveis em água)	0	42,8	85,6	171,2
	Concentrações do fertilizante (mg L <sup>-1</sup> )			
	0	345	690	1380

### 3.6 Manejo das soluções

As aplicações foliares de Ca e Si tiveram início em agosto de 2009, quando as plantas de gérbera iniciaram a emissão da haste floral, aproximadamente 57 dias após o transplante das mudas.

As soluções foram preparadas pela adição de 2 mL de espalhante adesivo (Vita tenso<sup>®</sup>), seguida do fertilizante contendo Si (Fertisil<sup>®</sup>), com correção do pH entre 5,5 e 6,0 através da adição de solução 1 mol L<sup>-1</sup> de ácido cítrico, e posterior adição do fertilizante contendo Ca

(Librel<sup>®</sup>). As aplicações foram realizadas semanalmente com o auxílio de um pulverizador manual, com a cobertura total da superfície das folhas de gérbera.

### **3.7 Períodos das avaliações**

Em setembro de 2009, realizou-se a análise química das folhas, período considerado vegetativo.

As avaliações para análise nutricional, crescimento e distribuição de massa seca na planta, qualidade comercial e produtividade da cultura foram realizadas no período reprodutivo em fevereiro e junho de 2010, aos 204 e 336 dias, respectivamente, após o transplante das mudas.

### **3.8 Descrição das avaliações**

#### **3.8.1 Avaliação Vegetativa**

##### **a) Crescimento da planta**

Foram amostrados três vasos por parcela para a avaliação do número de folhas planta<sup>-1</sup>, área foliar total (usando-se medidor de área foliar LI-3100, Inc., Lincoln, Nebr.), massa fresca e massa seca de folhas, obtida por meio da secagem em estufa a 65°C até obtenção de massa constante, seguida da pesagem em balança analítica.

##### **b) Análise nutricional**

Após a pesagem, as folhas secas foram moídas em moinho tipo Willey para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn no Laboratório de Fertilizantes, Corretivos e Resíduos Orgânicos do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas (ESALQ/USP). As análises de Si foram realizadas no Laboratório de Tecnologia e Fertilizantes da Universidade Federal de Uberlândia, Campos Umuarama. A extração do Si foi feita com água oxigenada p.a. 50% e hidróxido de sódio (1:1).

### 3.8.2 Avaliação Reprodutiva

#### a) Produtividade, crescimento e distribuição de massa seca na planta

A partir do início da fase reprodutiva, foi anotado, semanalmente, o número de hastes florais emitidas por planta, para obtenção da produtividade.

Foram amostrados três vasos por parcela, com o objetivo de determinar o número de folhas por planta, a área foliar e a massa fresca e seca das folhas. Também foram colhidas hastes florais para a determinação da massa fresca e seca das hastes e dos capítulos.

#### b) Análise nutricional

As massas secas das partes da planta foram moídas e utilizadas para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Si. A partir dos valores obtidos foram calculadas as quantidades de nutrientes extraídas.

#### c) Qualidade comercial

Para a avaliação do diâmetro do capítulo, comprimento da haste floral (medida da base até o receptáculo floral), diâmetro da haste e colorimetria das pétalas, foram colhidas cinco hastes florais no ponto de colheita (quando o capítulo apresentava duas fileiras de flores tubuladas, ou discos florais, completamente abertos) (Figura 4).

A colorimetria das pétalas das flores de gerbera foi realizada tomando-se duas medidas de coloração em pontos equidistantes do capítulo. Com auxílio de um colorímetro usando o sistema CIELAB foi possível determinar a luminosidade ( $L^*$ ) (que é o intervalo entre o claro e o escuro) e as coordenadas  $a^*$  (conteúdo de vermelho a verde) e  $b^*$  (conteúdo de amarelo a azul). Com os valores de  $a^*$  e  $b^*$  foi possível calcular a cromaticidade ( $C^*$ ) e o ângulo Hue ( $^{\circ}h$ ). A cromaticidade define a intensidade de cor, ou seja, valores próximos a zero são indicativos de cores neutras (branco e/ou cinza) e valores ao redor de 60 indicam cores vívidas e/ou intensas. O ângulo Hue é o indicativo da tonalidade, definindo a cor vermelha como  $0^{\circ}h$ , amarelo como  $90^{\circ}h$ , verde como  $180^{\circ}h$  e azul como  $270^{\circ}h$  (MCGUIRE, 1992).

#### d) Pós-colheita das flores

Os experimentos de pós-colheita foram instalados utilizando cinco hastes florais por tratamento, colhidas com dois discos (anéis) florais abertos, transportadas em caixas com água destilada para o laboratório onde foram padronizadas quanto ao comprimento (45 cm), etiquetadas e pesadas, para obtenção da massa fresca. Em seguida, as hastes foram colocadas em vasos de acrílico contendo solução de água destilada com  $50\text{mg L}^{-1}$  de clorine ativo, a qual foi

renovada a cada três dias até o término do experimento. As hastes florais foram mantidas em câmara com temperatura de  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa do ar de 60-70% e 12 h de iluminação diária, sob lâmpadas fluorescentes ( $15 \text{ micromol s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ PAR}$ ), conforme as normas internacionais de padronização para a avaliação de flores cortadas (REID, 1980).

Nesta etapa foram avaliadas as seguintes características: longevidade das hastes (número de dias para o aparecimento de lígulas murchas e para o surgimento de mais da metade dos discos florais visivelmente abertos), perda da massa da haste durante o período de longevidade (expressa em percentagem em relação ao peso inicial das hastes florais), e ocorrência da curvatura da haste (stem bending). A curvatura da haste foi avaliada a cada três dias com o auxílio de um transferidor e as gérberras foram classificadas da seguinte forma: 0, para curvatura de 0 a  $15^\circ$ ; 1, para curvatura de 15 a  $30^\circ$ ; 2, para curvatura de 30 a  $60^\circ$ ; e 3, para curvatura de 60 a  $90^\circ$ .



Figura 4 - Ponto de colheita das hastes florais. A: nenhuma flor aberta; B: Uma fileira de flores tubulares abertas; C: Duas fileiras de flores tubulares abertas; D: mais de três fileiras de flores tubulares abertas

### **3.9 Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos fatores doses de cálcio e silício submetidas à análise de regressão.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação Vegetativa

#### 4.1.1 Análise Nutricional

Houve efeito significativo da interação entre as doses de Ca e Si para os teores de cálcio; entre as doses de Ca e Si isoladamente para os teores de enxofre e entre as doses de Si para os teores de boro (Tabela 4).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para os teores de nutrientes nas folhas de gérbera 'Shania' submetida à aplicação de Ca e Si via foliar no final da fase vegetativa. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Nutrientes	Teste F			Média geral	C.V.
	Ca	Si	Ca x Si	g kg <sup>-1</sup>	%
N	1,147 <sup>ns</sup>	2,076 <sup>ns</sup>	1,478 <sup>ns</sup>	27,22	7,22
P	0,257 <sup>ns</sup>	0,247 <sup>ns</sup>	0,807 <sup>ns</sup>	2,74	13,35
K	0,046 <sup>ns</sup>	1,163 <sup>ns</sup>	0,780 <sup>ns</sup>	50,03	9,06
Ca	9,180**	2,810 <sup>ns</sup>	3,912**	12,39	5,13
Mg	0,898 <sup>ns</sup>	0,394 <sup>ns</sup>	0,543 <sup>ns</sup>	2,44	20,11
S	4,224*	3,234*	0,540 <sup>ns</sup>	2,10	8,47
				mg kg <sup>-1</sup>	%
B	0,057 <sup>ns</sup>	3,275*	0,808 <sup>ns</sup>	38,65	12,65
Cu	0,260 <sup>ns</sup>	0,458 <sup>ns</sup>	0,385 <sup>ns</sup>	4,71	31,76
Fe	2,227 <sup>ns</sup>	1,606 <sup>ns</sup>	1,510 <sup>ns</sup>	124,65	19,04
Mn	0,273 <sup>ns</sup>	0,278 <sup>ns</sup>	1,239 <sup>ns</sup>	45,48	19,97
Zn	0,698 <sup>ns</sup>	0,116 <sup>ns</sup>	1,572 <sup>ns</sup>	110,49	19,36
Si	0,477 <sup>ns</sup>	0,453 <sup>ns</sup>	0,825 <sup>ns</sup>	0,64	74,74

<sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade.



O teor máximo de Ca na folha foi estimado em  $13,9 \text{ g kg}^{-1}$  com a aplicação de  $52,8 \text{ mg L}^{-1}$  desse elemento via foliar associado a  $85,6 \text{ mg L}^{-1}$  de Si. Esse valor resultou em acréscimo de 26,36% no teor de Ca na folha de gérbera comparado à testemunha (Figura 5A). Doses maiores de Ca, porém, reduziram o teor desse elemento nas folhas. A aplicação de Ca em concentrações elevadas pode dificultar a sua absorção pelas folhas devido ao envolvimento desse elemento no movimento estomático. Com o aumento da concentração de Ca no apoplasto da célula-guarda, uma série de eventos é desencadeada produzindo perda de turgor nas células e, como consequência, o fechamento dos estômatos e redução da transpiração. Esse decréscimo na transpiração implica em redução na absorção de Ca pelas raízes, consequentemente no seu acúmulo nas folhas (MANSFIELD; HETHERINGTON; ATKINSON, 1990).

A aplicação de cálcio aumentou o teor de enxofre na folha. Na dose máxima ( $95 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca) o teor foliar de enxofre foi de  $2,22 \text{ g kg}^{-1}$ , aproximadamente 17% superior ao valor encontrado para a testemunha (Figura 5C). A pulverização de silício também interferiu no teor de enxofre na folha, que diminuiu com a aplicação de até  $155 \text{ mg L}^{-1}$  de Si. A partir dessa concentração, entretanto, o teor foliar de S aumentou, alcançando  $2,06 \text{ g kg}^{-1}$  na dose máxima de Si, valor próximo ao obtido para as plantas não tratadas com esse elemento ( $2,19 \text{ g kg}^{-1}$ ) (Figura 5D).

O Si interferiu no teor de boro nas plantas, que sofreu redução até a aplicação de  $85 \text{ mg L}^{-1}$  de Si, cujo valor encontrado foi 12% inferior ao obtido nas plantas testemunhas (Figura 5B). Os resultados obtidos corroboram com o trabalho de Kamenidou, Cavins e Marek (2010), que observaram diminuição no teor de boro nas folhas de gérbera submetidas às aplicações foliares semanais de silicato de potássio.

Por outro lado, doses de Si superiores a  $85 \text{ mg L}^{-1}$  proporcionaram aumento no teor de boro nas folhas (Figura 5B), que alcançou  $40,25 \text{ mg kg}^{-1}$  na presença de  $171,2 \text{ mg L}^{-1}$  de Si, teor semelhante ao encontrado nas plantas controle.

Os teores de B se encontram dentro da faixa recomendada por Mercurio (2004), cujos teores variaram de 2 a  $75 \text{ mg kg}^{-1}$  em folhas de gérbera.

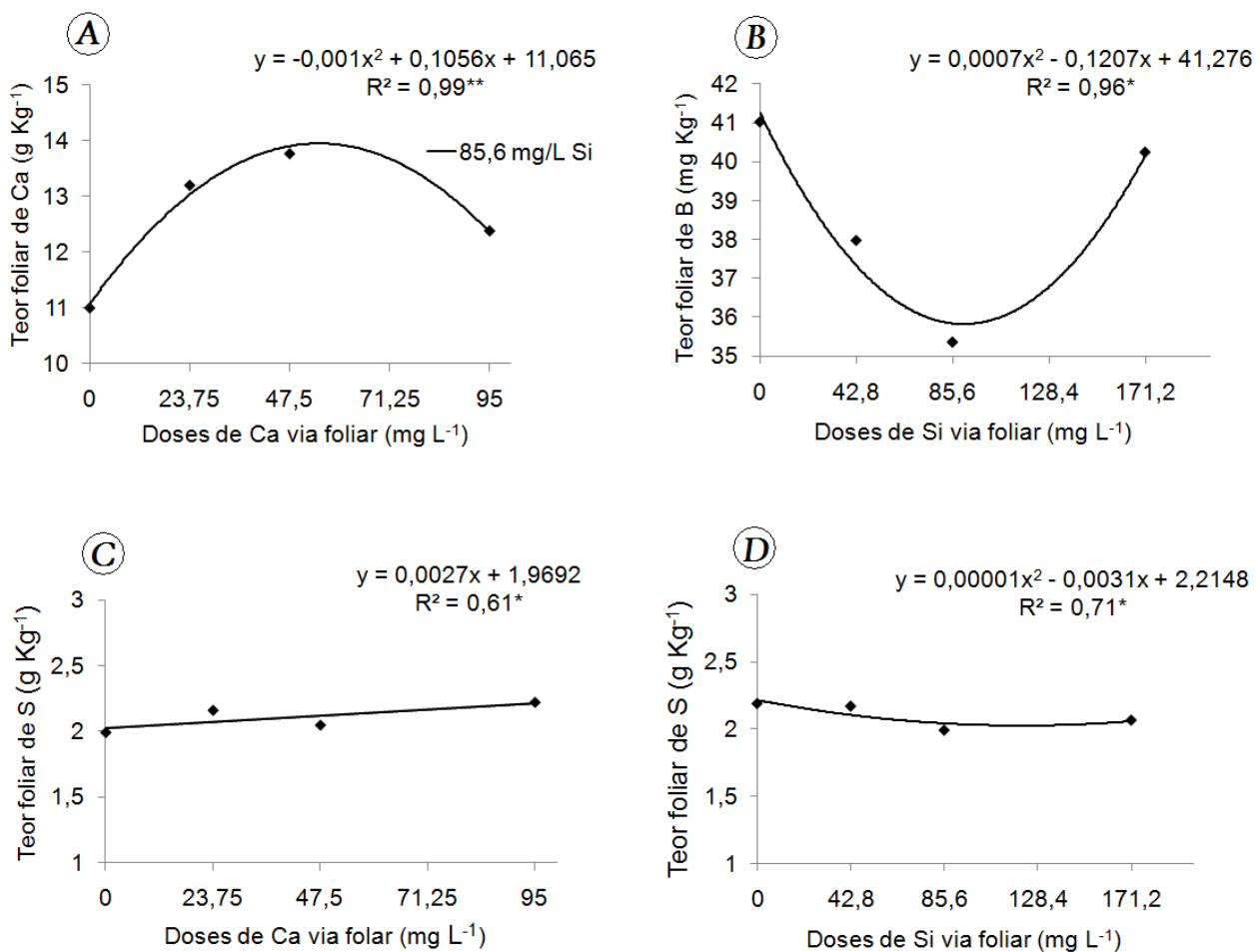


Figura 5 - Efeito da aplicação de Ca e Si no teor de cálcio, boro e enxofre nas folhas de gérbera 'Shania' aos 71 dias após o transplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade

#### 4.1.2 Crescimento da planta

A análise de variância não acusou efeito significativo entre os tratamentos para o número de folhas, área foliar, massa fresca e massa seca das folhas aos 71 dias após o transplante das mudas (Tabela 5).

Tabela 5 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para o número de folhas por planta (NF), área foliar por planta (AF), massa fresca de folhas por planta (MFF) e massa seca de folhas por planta (MSF) de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de cálcio e silício via foliar no final da fase vegetativa. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Características	Teste F			Média geral	C.V. (%)
	Ca	Si	Ca x Si		
NF	0,992 <sup>ns</sup>	0,275 <sup>ns</sup>	0,726 <sup>ns</sup>	29,23	35,62
AF (cm <sup>2</sup> )	0,682 <sup>ns</sup>	0,908 <sup>ns</sup>	0,902 <sup>ns</sup>	3526,87	27,19
MFF (g/planta)	0,505 <sup>ns</sup>	0,756 <sup>ns</sup>	0,939 <sup>ns</sup>	178,40	28,34
MSF (g/planta)	1,243 <sup>ns</sup>	1,734 <sup>ns</sup>	1,393 <sup>ns</sup>	30,31	13,81

<sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

## 4.2 Avaliação Reprodutiva

### 4.2.1 Análise Nutricional

Aos 204 dias após o transplante das mudas de gérbera não houve efeito significativo entre os tratamentos para os teores de nutrientes nas folhas de gérbera ‘Shania’ (

Tabela 6).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para os teores de nutrientes nas folhas de gérbera 'Shania' submetida à aplicação de Ca e Si via foliar aos 204 dias após transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Nutrientes	Teste F			Média geral	C.V.
	Ca	Si	Ca x Si	g kg <sup>-1</sup>	%
N	0,504 <sup>ns</sup>	0,814 <sup>ns</sup>	1,110 <sup>ns</sup>	31,09	6,60
P	0,160 <sup>ns</sup>	0,518 <sup>ns</sup>	1,601 <sup>ns</sup>	4,11	9,05
K	2,127 <sup>ns</sup>	1,504 <sup>ns</sup>	0,682 <sup>ns</sup>	60,68	8,67
Ca	0,947 <sup>ns</sup>	0,561 <sup>ns</sup>	0,512 <sup>ns</sup>	13,61	13,44
Mg	1,794 <sup>ns</sup>	0,141 <sup>ns</sup>	1,055 <sup>ns</sup>	4,04	17,70
S	0,570 <sup>ns</sup>	0,236 <sup>ns</sup>	0,961 <sup>ns</sup>	1,63	10,08
				mg kg <sup>-1</sup>	%
B	0,273 <sup>ns</sup>	0,787 <sup>ns</sup>	0,754 <sup>ns</sup>	63,65	14,66
Cu	1,184 <sup>ns</sup>	0,365 <sup>ns</sup>	0,185 <sup>ns</sup>	3,07	34,53
Fe	1,217 <sup>ns</sup>	0,842 <sup>ns</sup>	0,957 <sup>ns</sup>	208,90	39,59
Mn	1,998 <sup>ns</sup>	1,166 <sup>ns</sup>	0,130 <sup>ns</sup>	40,34	22,85
Zn	1,386 <sup>ns</sup>	0,708 <sup>ns</sup>	0,313 <sup>ns</sup>	29,11	21,41
Si	0,360 <sup>ns</sup>	0,296 <sup>ns</sup>	0,463 <sup>ns</sup>	3,0	58,28

<sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Aos 336 dias após o transplante das mudas, observou-se efeito significativo das doses de Ca para o teor de cobre e da interação entre as doses de Ca e Si para os teores de cálcio e boro na folhas de gérbera 'Shania' (

**Tabela 7).**

Tabela 7 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para os teores de nutrientes nas folhas de gérbera 'Shania' submetida à aplicação de Ca e Si via foliar aos 336 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Nutrientes	Teste F			Média geral	C.V.
	Ca	Si	Ca x Si	g kg <sup>-1</sup>	%
N	0,693 <sup>ns</sup>	1,683 <sup>ns</sup>	0,553 <sup>ns</sup>	33,89	14,75
P	1,040 <sup>ns</sup>	0,479 <sup>ns</sup>	1,575 <sup>ns</sup>	3,14	8,42
K	0,679 <sup>ns</sup>	0,163 <sup>ns</sup>	1,976 <sup>ns</sup>	63,05	12,77
Ca	5,898**	0,971 <sup>ns</sup>	2,322**	12,27	11,63
Mg	0,461 <sup>ns</sup>	1,488 <sup>ns</sup>	0,883 <sup>ns</sup>	2,87	15,74
S	0,323 <sup>ns</sup>	0,718 <sup>ns</sup>	1,183 <sup>ns</sup>	1,82	13,78
				mg kg <sup>-1</sup>	%
B	1,907 <sup>ns</sup>	7,884**	4,898**	58,81	8,78
Cu	5,901**	0,818 <sup>ns</sup>	0,780 <sup>ns</sup>	2,98	23,34
Fe	2,163 <sup>ns</sup>	0,809 <sup>ns</sup>	8,96 <sup>ns</sup>	101,56	28,91
Mn	0,822 <sup>ns</sup>	2,013 <sup>ns</sup>	0,585 <sup>ns</sup>	36,10	19,74
Zn	2,570 <sup>ns</sup>	0,570 <sup>ns</sup>	0,353 <sup>ns</sup>	27,56	27,54
Si	1,518 <sup>ns</sup>	0,642 <sup>ns</sup>	1,013 <sup>ns</sup>	1,5	32,45

<sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Quando o Ca foi aplicado na ausência de Si, o teor desse elemento nas folhas de gérbera aumentou até a aplicação de 61,90 mg L<sup>-1</sup> de Ca e diminuiu a partir dessa dose (Figura 6).

O teor de Ca também aumentou com a aplicação foliar de Si, na ausência de Ca, onde foi possível ajustar uma equação de regressão quadrática (Figura 7). Esse efeito pode ter ocorrido pela disposição mais ereta das folhas resultante da adição do Si (MARSCHNER, 1997), que proporcionou aumento da taxa fotossintética, conseqüentemente maior demanda de Ca pelas plantas.

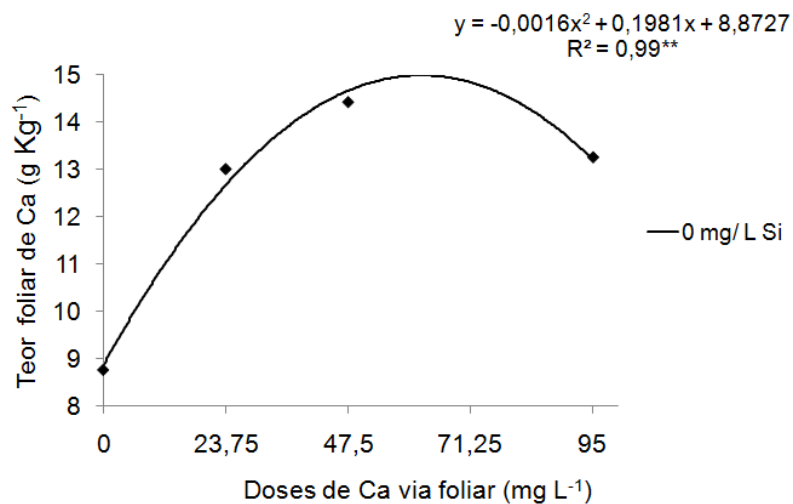


Figura 6 - Efeito da aplicação de Ca no teor foliar de cálcio em gérbera 'Shania' aos 336 dias após o transplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade

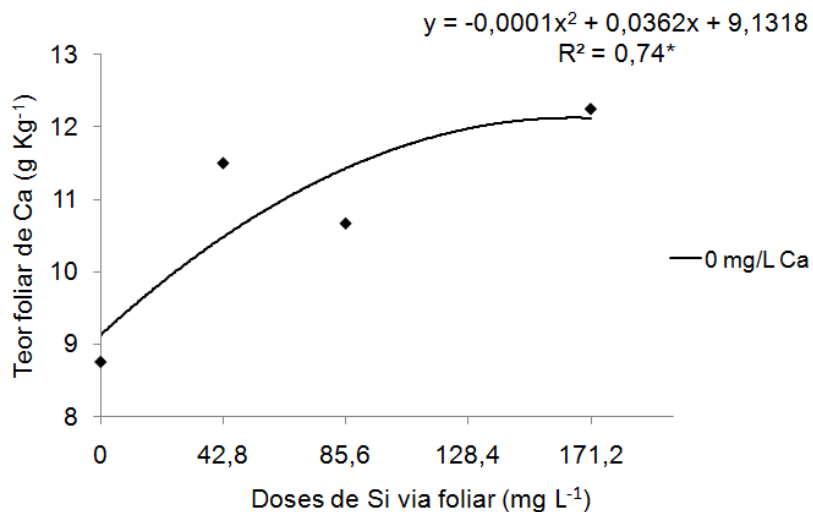


Figura 7 - Efeito da aplicação de Si no teor foliar de cálcio em gérbera 'Shania' aos 336 dias após o transplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade

O teor de Cu diminuiu com a aplicação de Ca até a dose 56,5 mg L<sup>-1</sup>, aumentando a partir desse valor (Figura 8). O antagonismo entre Ca e Cu foi constatado por Marshner (1997) e Malavolta (2006).

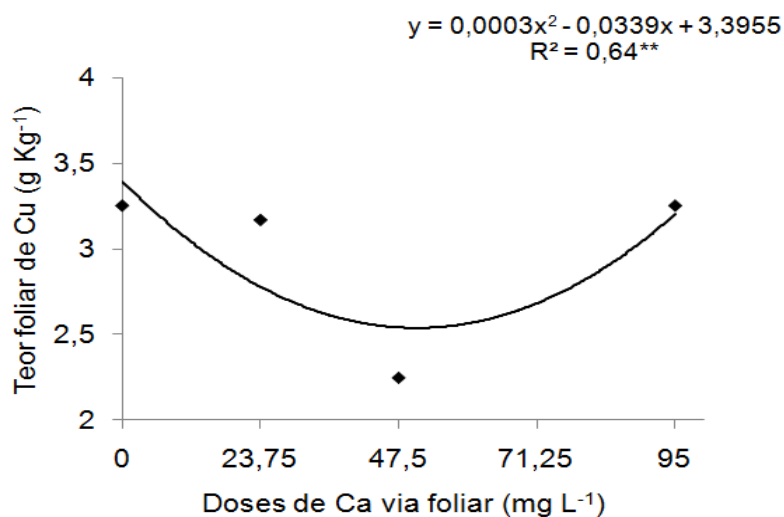


Figura 8 - Efeito da aplicação de Ca no teor foliar de cobre em gérbera ‘Shania’ aos 336 dias após o transplante das mudas. \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Na ausência de Si, a aplicação foliar de Ca aumentou linearmente o teor de B nas folhas. Na presença de 171,2 mg L<sup>-1</sup> de Si, o teor de B diminuiu com a adição de até 65,46 mg L<sup>-1</sup> de Ca (Figura 9A). Nas doses 0, 47,5 e 95 mg L<sup>-1</sup> de Ca, as aplicações foliares até 41,7, 108,5 e 103,2 mg L<sup>-1</sup> de Si diminuiram os teores de B nas folhas, respectivamente (Figura 9B).

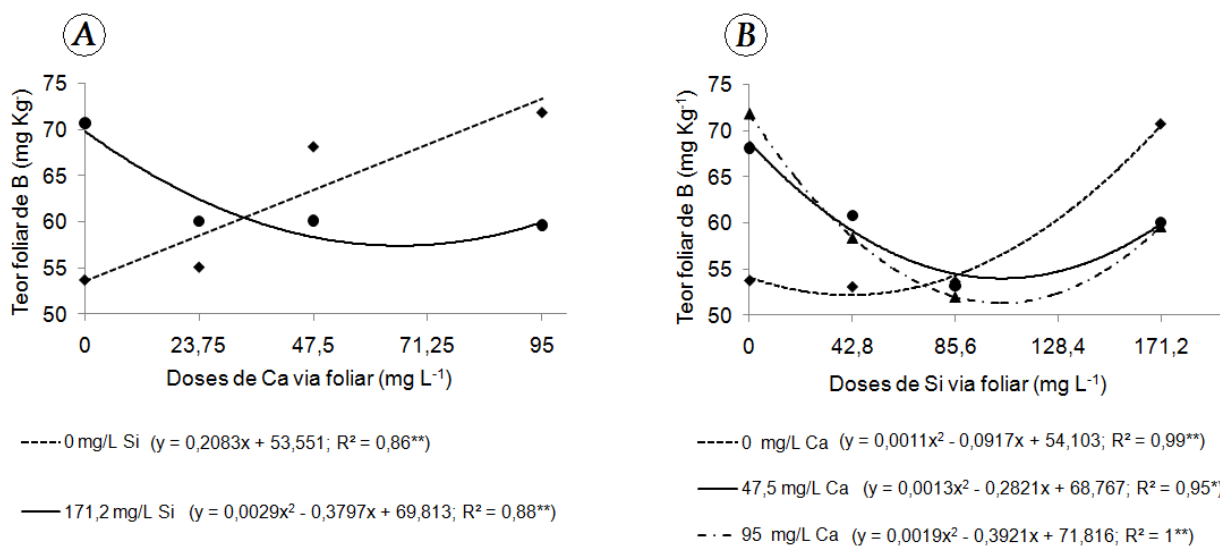


Figura 9 - Efeito da interação entre Ca e Si no teor foliar de boro em gérbera ‘Shania’ aos 336 dias após o transplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade



O estado nutricional das hastes florais de gérbera ‘Shania’ foi avaliado aos 204 e aos 336 dias após o transplante das mudas. Na primeira avaliação foram encontradas diferenças significativas nos teores de fósforo, potássio, enxofre, cobre e zinco pela aplicação de Ca e, no teor de boro pela aplicação de Si (Tabela 8). Na segunda avaliação foram encontradas diferenças significativas nos teores de nitrogênio, potássio, magnésio e enxofre para as doses de Ca e nos teores de cálcio, ferro, manganês e zinco para a interação entre as doses de Ca e Si (Tabela 9).

Tabela 8 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para os teores de nutrientes nas hastes de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de Ca e Si via foliar aos 204 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Nutrientes	Teste F			Média geral	C.V.
	Ca	Si	Ca x Si	g kg <sup>-1</sup>	%
N	0,255 <sup>ns</sup>	0,414 <sup>ns</sup>	1,969 <sup>ns</sup>	30,11	5,67
P	4,057*	1,230 <sup>ns</sup>	1,428 <sup>ns</sup>	4,82	3,96
K	4,028*	2,228 <sup>ns</sup>	1,256 <sup>ns</sup>	44,86	4,38
Ca	1,431 <sup>ns</sup>	0,657 <sup>ns</sup>	0,952 <sup>ns</sup>	3,62	20,23
Mg	0,568 <sup>ns</sup>	0,985 <sup>ns</sup>	0,977 <sup>ns</sup>	1,65	10,50
S	3,300*	1,135 <sup>ns</sup>	0,954 <sup>ns</sup>	1,98	7,27
				mg kg <sup>-1</sup>	%
B	1,347 <sup>ns</sup>	4,565*	1,126 <sup>ns</sup>	53,98	12,87
Cu	3,742*	0,783 <sup>ns</sup>	1,280 <sup>ns</sup>	9,15	13,06
Fe	1,406 <sup>ns</sup>	0,585 <sup>ns</sup>	0,462 <sup>ns</sup>	128,70	37,15
Mn	0,570 <sup>ns</sup>	2,612 <sup>ns</sup>	0,694 <sup>ns</sup>	23,58	12,88
Zn	3,304*	0,547 <sup>ns</sup>	0,946 <sup>ns</sup>	59,91	1573
Si	1,608 <sup>ns</sup>	0,889 <sup>ns</sup>	1,104 <sup>ns</sup>	0,60	62,27

<sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 9 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para o teor dos nutrientes presentes na haste de gérbera 'Shania' submetida à aplicação de Ca e Si via foliar aos 336 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Nutrientes	Teste F			Média geral	C.V.
	Ca	Si	Ca x Si	g kg <sup>-1</sup>	%
N	4,413*	1,869 <sup>ns</sup>	1,549 <sup>ns</sup>	22,56	14,49
P	1,478 <sup>ns</sup>	1,007 <sup>ns</sup>	1,250 <sup>ns</sup>	7,56	2,65
K	6,290*	2,372 <sup>ns</sup>	2,177 <sup>ns</sup>	34,56	15,78
Ca	5,608*	4,071*	3,625*	2,43	33,56
Mg	6,141*	1,062 <sup>ns</sup>	2,121 <sup>ns</sup>	0,62	12,46
S	9,732*	1,250 <sup>ns</sup>	0,970 <sup>ns</sup>	1,67	10,75
				mg kg <sup>-1</sup>	%
B	7,208 <sup>ns</sup>	2,017 <sup>ns</sup>	2,474 <sup>ns</sup>	14,02	10,22
Cu	1,041 <sup>ns</sup>	0,814 <sup>ns</sup>	1,607 <sup>ns</sup>	3,01	24,63
Fe	1,973 <sup>ns</sup>	0,261 <sup>ns</sup>	3,875*	44,53	9,10
Mn	1,111 <sup>ns</sup>	4,534**	3,119**	5,97	10,27
Zn	3,705*	9,930*	2,755*	17,01	8,94
Si	0,940 <sup>ns</sup>	0,757 <sup>ns</sup>	0,389 <sup>ns</sup>	1,0	91,18

<sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Para todos os nutrientes foi possível ajustar equações de regressão quadrática em função da aplicação foliar de Ca e Si. Os teores máximos de P, K, S, Cu e Zn nas hastes foram obtidos com as doses 54,4, 61,7, 66, 42,1 e 43,6 mg L<sup>-1</sup> de Ca (Figura 10A, B, C, D e E). O menor teor de B foi encontrado com a aplicação de 95,8 mg L<sup>-1</sup> de Si, aos 204 dias após o transplante das mudas (Figura 10F).

Aos 336 dias após o transplante das mudas, os teores de N, K, Mg, S, Fe e Zn foram reduzidos com o aumento da dose de Ca até 48,6, 43,9, 53,7, 30, 17,2 e 19,7 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. A partir dessas concentrações, os teores desses nutrientes nas hastes aumentaram (Figura 11A, B, D, E, G e J).

Na presença de  $85,6 \text{ mg L}^{-1}$  de Si, o teor de Ca nas hastes de gérbera 'Shania' foi reduzido com a aplicação foliar de Ca até  $19,75 \text{ mg L}^{-1}$  (Figura 11C).

O teor de Mn aumentou linearmente com a adição foliar de Si, na presença de  $23,75 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca. Na presença de  $47,5$  e  $95 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca, os teores máximos de Mn foram obtidos com as adições de  $53,5$  e  $79,2 \text{ mg L}^{-1}$  de Si, respectivamente (Figura 11F).

O teor de Zn na haste também aumentou linearmente com a aplicação de Si (Figura 11I). Para o teor de Fe, a concentração desse micronutriente aumentou a partir da aplicação de  $69,7 \text{ mg L}^{-1}$  de Si, na presença de  $23,75 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca. Por sua vez, o contrário aconteceu na presença de  $95 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca, cujo teor de Fe atingiu o seu valor máximo com  $87,3 \text{ mg L}^{-1}$  de Si, diminuindo drasticamente a partir dessa dose (Figura 11H).

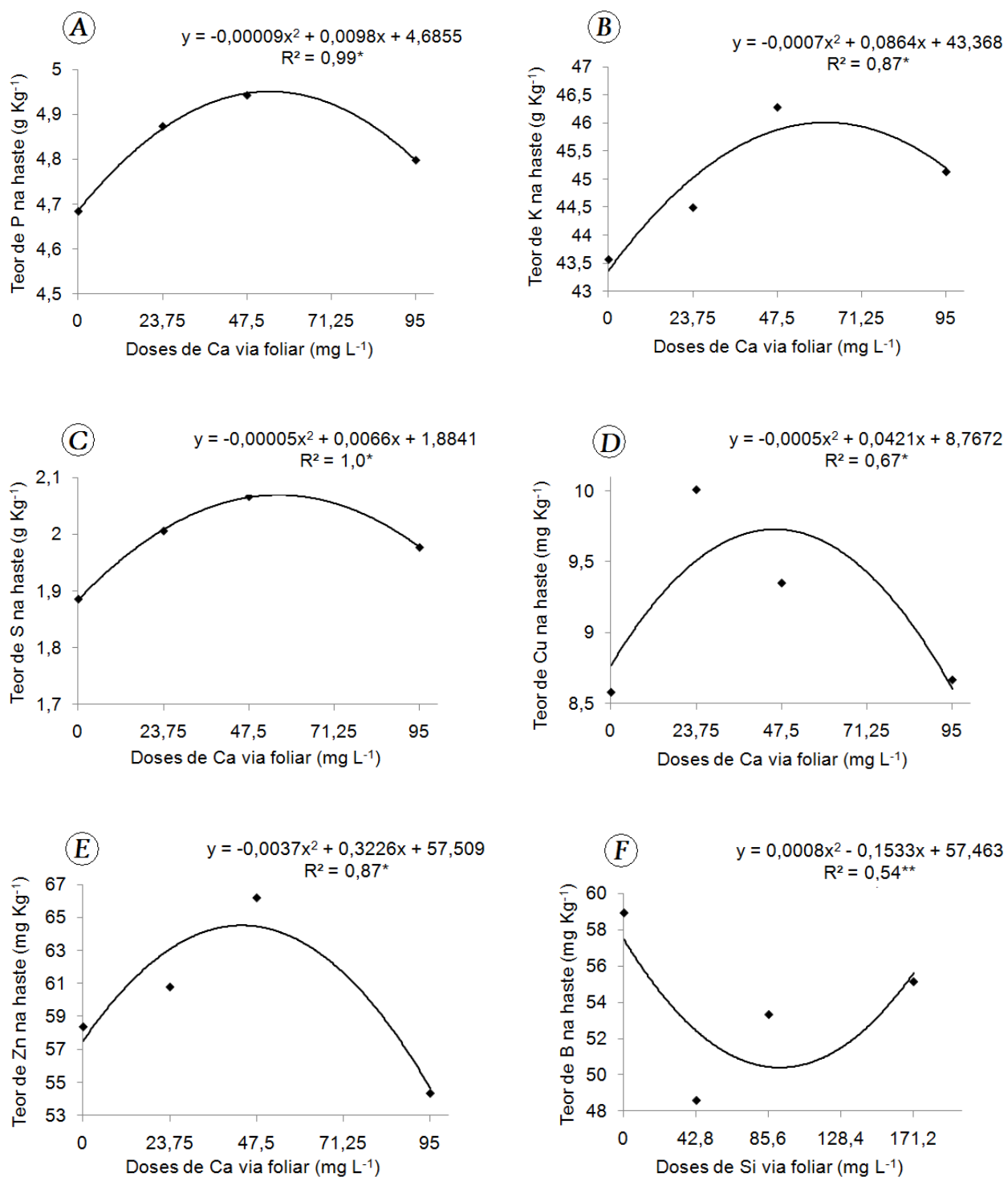


Figura 10 - Teores de nutrientes na haste de gérbera 'Shania' em função da aplicação foliar de Ca e Si, aos 204 dias após o transplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade

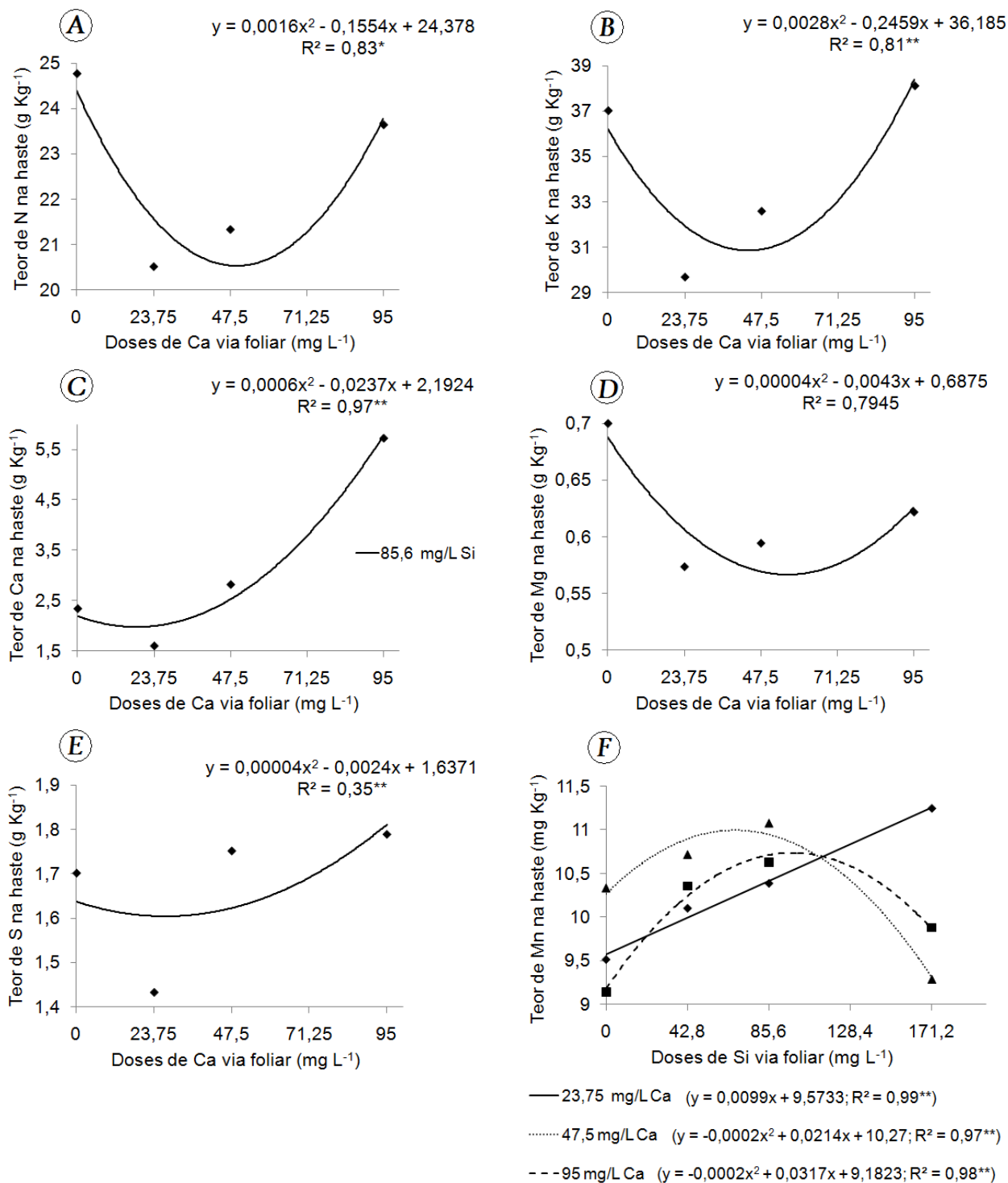


Figura 11 - Teores de nutrientes na haste de gérbera 'Shania' em função da aplicação foliar de Ca e Si, aos 336 dias após tranplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade (continua)

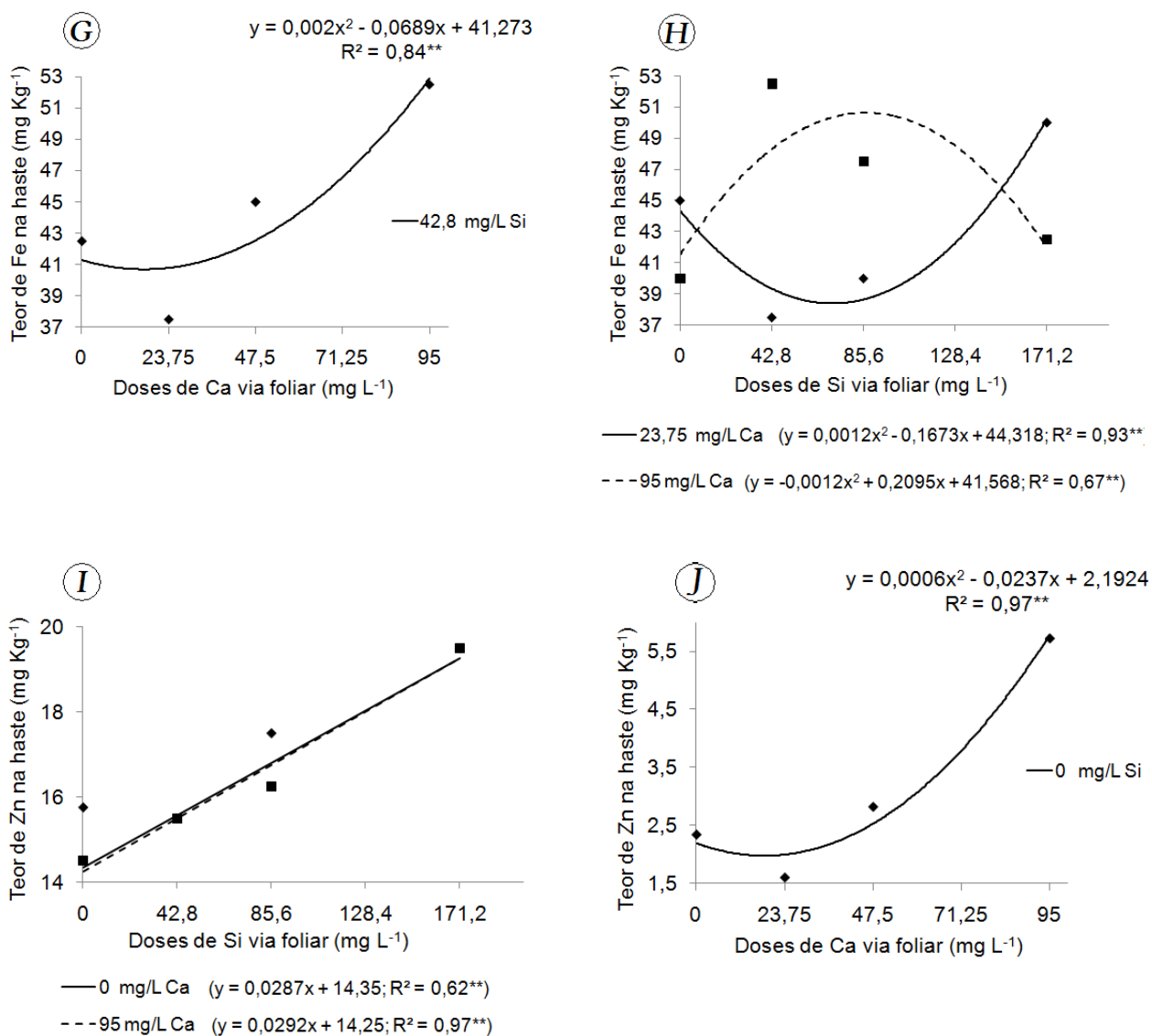


Figura 11 - Teores de nutrientes na haste de gérbera 'Shania' em função da aplicação foliar de Ca e Si, aos 336 dias após tranplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade (conclusão)

Quando o capítulo das flores de gérbera foi analisado aos 204 dias após o transplante das mudas, houve diferença estatística para os teores de potássio e zinco pela aplicação de Si; e interação entre Ca e Si para os teores de nitrogênio, cálcio, magnésio, boro e manganês (Tabela 10). Quando as análises foram realizadas aos 336 dias após o transplante das mudas, observou-se interação entre Ca e Si para os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e silício (Tabela 11).

Tabela 10 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para os teores de nutrientes no capítulo de gérbera 'Shania' submetida à aplicação de Ca e Si via foliar aos 204 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Nutrientes	Teste F			Média geral	C.V.
	Ca	Si	Ca x Si	g kg <sup>-1</sup>	%
N	5,219*	1,282 <sup>ns</sup>	2,643*	27,22	8,20
P	4,301*	2,069 <sup>ns</sup>	1,856 <sup>ns</sup>	4,35	5,33
K	2,440 <sup>ns</sup>	3,649*	0,993 <sup>ns</sup>	56,42	5,52
Ca	3,682*	10,196*	3,456*	2,11	20,29
Mg	1,820 <sup>ns</sup>	5,189*	3,901*	0,76	10,31
S	0,585 <sup>ns</sup>	0,526 <sup>ns</sup>	1,281 <sup>ns</sup>	1,77	8,87
				mg kg <sup>-1</sup>	%
B	3,712*	0,982 <sup>ns</sup>	3,582*	26,98	14,68
Cu	0,858 <sup>ns</sup>	1,754 <sup>ns</sup>	1,023 <sup>ns</sup>	5,52	18,56
Fe	2,218 <sup>ns</sup>	1,791 <sup>ns</sup>	1,838 <sup>ns</sup>	81,03	16,02
Mn	0,831 <sup>ns</sup>	5,560*	2,879*	7,26	19,39
Zn	0,221 <sup>ns</sup>	4,414*	1,613 <sup>ns</sup>	28,80	13,02
Si	3,367 <sup>ns</sup>	0,289 <sup>ns</sup>	0,926 <sup>ns</sup>	1,5	39,74

<sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores de N e P foram máximos com a adição de 49,2 e 66,4 mg L<sup>-1</sup> de Ca (Figura 12A e C). Já o teor de Ca foi mínimo com a adição de 56,8 mg L<sup>-1</sup> de Ca (Figura 12F)

Os teores de N e K nos capítulos diminuíram com a aplicação de Si nas folhas, atingindo valores mínimos com 84,9 e 144 mg L<sup>-1</sup> de Si (Figura 12B, D). Para os teores de Ca nas folhas, na ausência e presença de 95 mg L<sup>-1</sup> de Ca, as aplicações de até 96,2 e 135,8 mg L<sup>-1</sup> de Si reduziram as concentrações desse nutriente, respectivamente (Figura 12F e G)

Na presença de 95 mg L<sup>-1</sup> de Ca, o teor de Mg no capítulo atingiu valor mínimo com a adição de 92,5 mg L<sup>-1</sup> de Si (Figura H).

O teor de B aumentou a partir da adição de 29,5 mg L<sup>-1</sup> de Ca via foliar, na ausência de Si (Figura 12I). Essa característica aumentou linearmente com a aplicação de Si via foliar, na presença de 23,75 mg L<sup>-1</sup> de Ca (Figura 12J).

A concentração de Zn no capítulo diminuiu até a aplicação de 87,1 mg L<sup>-1</sup> de Si, cujo valor mínimo obtido foi de 26,26 mg kg<sup>-1</sup> (Figura 12K). O mesmo comportamento ocorreu para o teor de Mn em função da aplicação de Ca via foliar, na ausência de Si, com teor mínimo de 6,6 mg kg<sup>-1</sup> na presença de 47 mg L<sup>-1</sup> de Ca (Figura 12L e M).

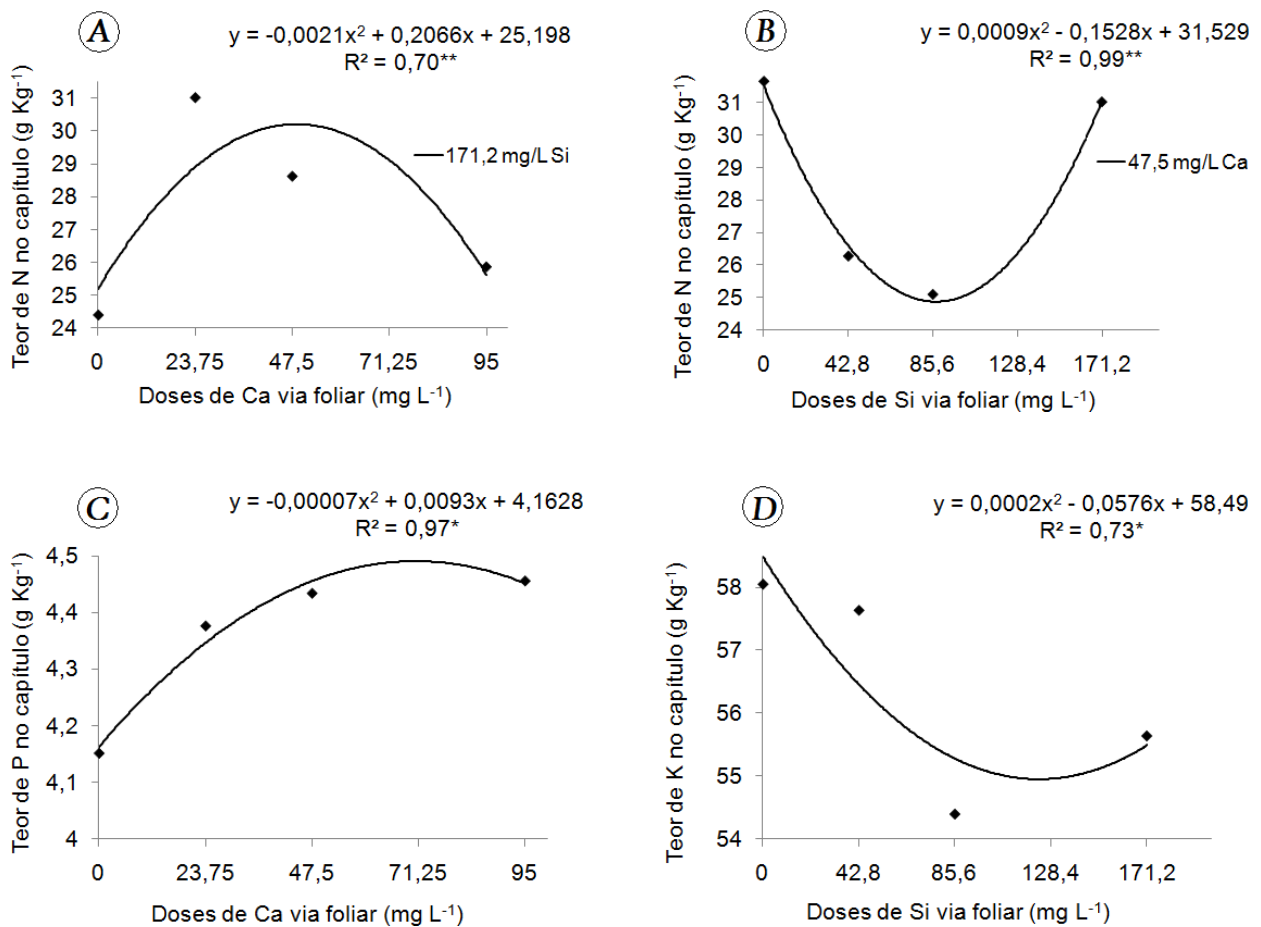


Figura 12 - Teores de nutrientes no capítulo de gerbera 'Shania' em função da aplicação foliar de Ca e Si, aos 204 dias após transplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade (continua)



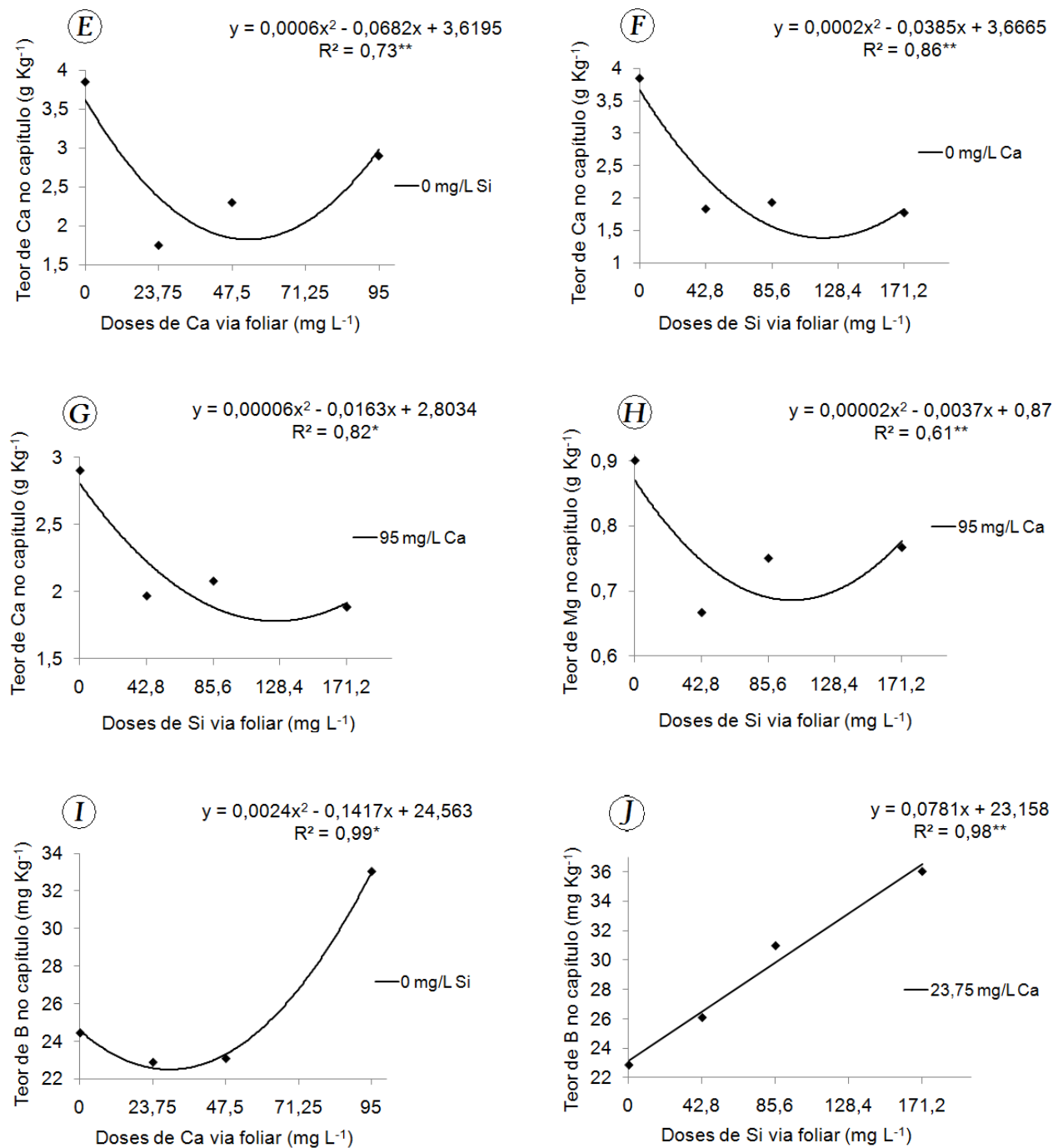


Figura 12 - Teores de nutrientes no capítulo de gérbera 'Shania' em função da aplicação foliar de Ca e Si, aos 204 dias após transplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade (continuação)

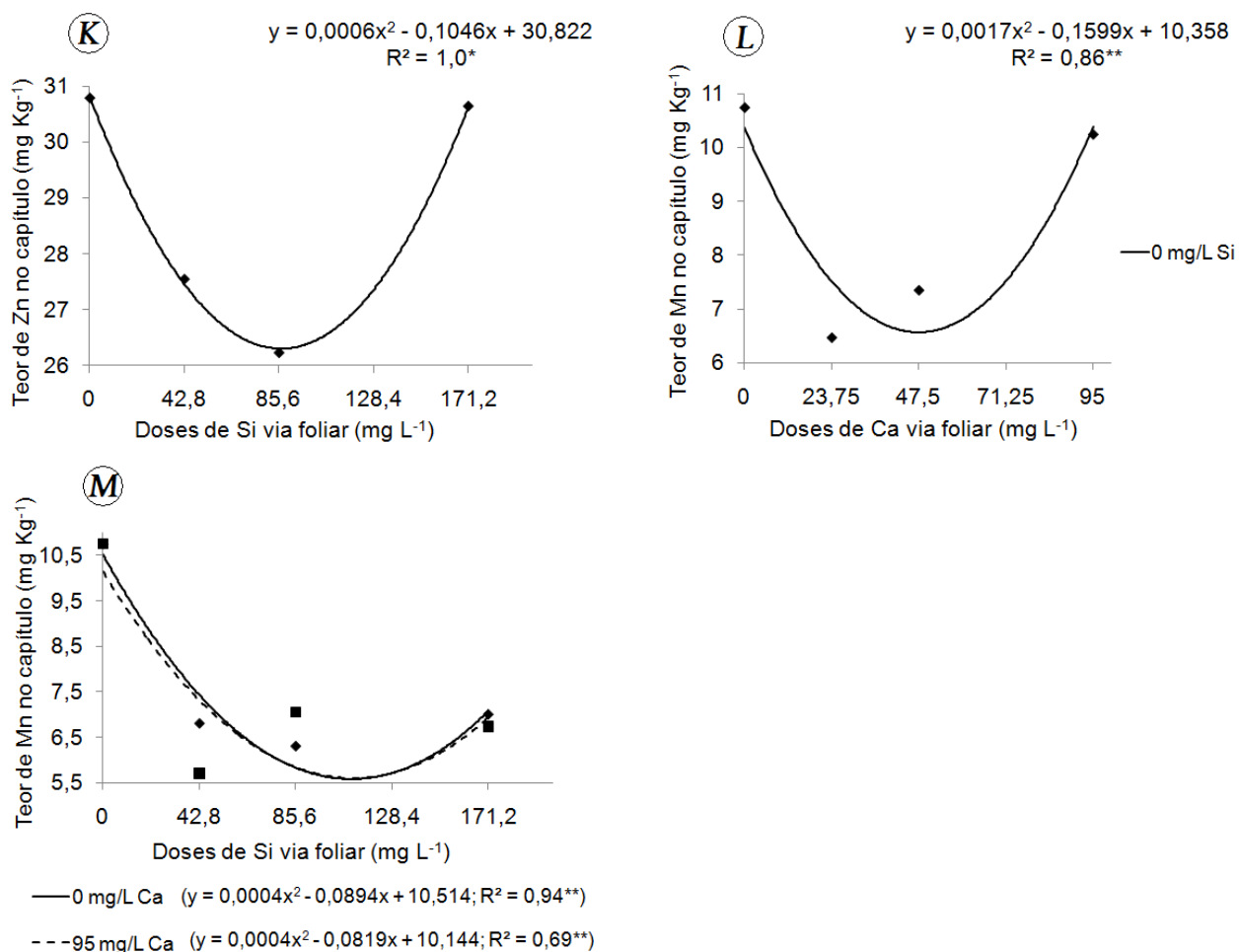


Figura 12 - Teores de nutrientes no capítulo de gerbera 'Shania' em função da aplicação foliar de Ca e Si, aos 204 dias após transplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade (conclusão)

Tabela 11 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para os teores de nutrientes nos capítulos de gérbera 'Shania' submetida à aplicação de cálcio e silício via foliar aos 336 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Nutrientes	Teste F			Média geral	C.V.
	Ca	Si	Ca x Si	g kg <sup>-1</sup>	%
N	11,570*	5,457*	7,986*	24,23	7,04
P	0,551 <sup>ns</sup>	2,293 <sup>ns</sup>	4,697*	5,66	3,13
K	2,512 <sup>ns</sup>	5,959*	2,370*	23,20	14,77
Ca	1,183 <sup>ns</sup>	1,214 <sup>ns</sup>	1,749 <sup>ns</sup>	2,71	17,71
Mg	0,583 <sup>ns</sup>	2,219 <sup>ns</sup>	2,279*	1,31	12,54
S	1,425 <sup>ns</sup>	1,765 <sup>ns</sup>	3,237*	1,45	19,04
				mg kg <sup>-1</sup>	%
B	2,290 <sup>ns</sup>	8,533*	4,840*	21,23	9,38
Cu	5,147*	3,561*	5,412*	4,29	16,66
Fe	0,634 <sup>ns</sup>	1,429 <sup>ns</sup>	2,622*	56,09	9,99
Mn	18,185*	3,220*	3,086*	21,65	11,82
Zn	0,817 <sup>ns</sup>	1,842 <sup>ns</sup>	1,938 <sup>ns</sup>	30,59	19,01
Si	6,109*	3,469*	2,973*	2,50	15,63

<sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Na ausência de Si, os teores de N, P, B e Fe no capítulo de gérbera aos 336 dias após o transplante das mudas aumentaram com a aplicação foliar Ca, cujos valores máximos foram obtidos com 53,5, 44,5, 42,33 e 33 mg L<sup>-1</sup> desse elemento, respectivamente (Figura 13A, C, I e K).

Na presença de 42,8 mg L<sup>-1</sup> de Si a adição de Ca nas folhas aumentou as concentrações de Mn e Si no capítulo a partir da aplicação de 29,9 e 35 mg L<sup>-1</sup> de Ca (Figura 13Q e O). Nesta mesma dose de Si, o teor de Cu aumentou linearmente com a aplicação de Ca via foliar (Figura 13M).

Na presença de  $85,6 \text{ mg L}^{-1}$  de Si, a adição de até  $47,7 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca aumentou o teor foliar de N (Figura 13A). Já o teor de Cu aumentou apenas a partir da aplicação de  $32,5 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca (Figura 13M). Houve aumento linear no teor de Mn nessa mesma dose de Si (Figura 13Q).

Os teores de K, Mg e Cu nos capítulos diminuíram com a aplicação de Ca via foliar na presença de  $171,2 \text{ mg L}^{-1}$  de Si, atingindo valores mínimos com  $55,1$ ,  $36,2$  e  $69,5 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca (Figura 13G, E e M). Sob a mesma dose de Si, foi possível ajustar equações de regressão quadrática para os teores de P e Mn, verificando que a concentração desses nutrientes aumentou a partir das aplicações de  $39$  e  $28,5 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca, respectivamente (Figura 13C e Q).

Na ausência de Ca, o teor de N aumentou linearmente em função da aplicação das doses foliares de Si (Figura 13B). Na presença de  $23,75 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca, o teor de S também aumentou linearmente em função da aplicação de Si via foliar (Figura 13H).

Na presença de  $47,5 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca, os teores de N e B no capítulo diminuíram a partir de  $59,37$  e  $28,66 \text{ mg L}^{-1}$  de Si (Figura 13B e J).

A aplicação de Si nas folhas, na presença de  $95 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca, proporcionou aumento linear nos teores de P, Mg e Mn e aumento no teor de Fe (Figura 13D, F, R e L). Efeito contrário foi observado no teor B (Figura 13J).

Incremento nos teores de Cu e Si foram obtidos com a aplicação de Si via foliar na presença de  $95 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca, sendo possível ajustar equações de regressão quadrática, cujos valores máximos foram alcançados com a adição de até  $84$  e  $115 \text{ mg L}^{-1}$  de Si (Figura 13N e P).

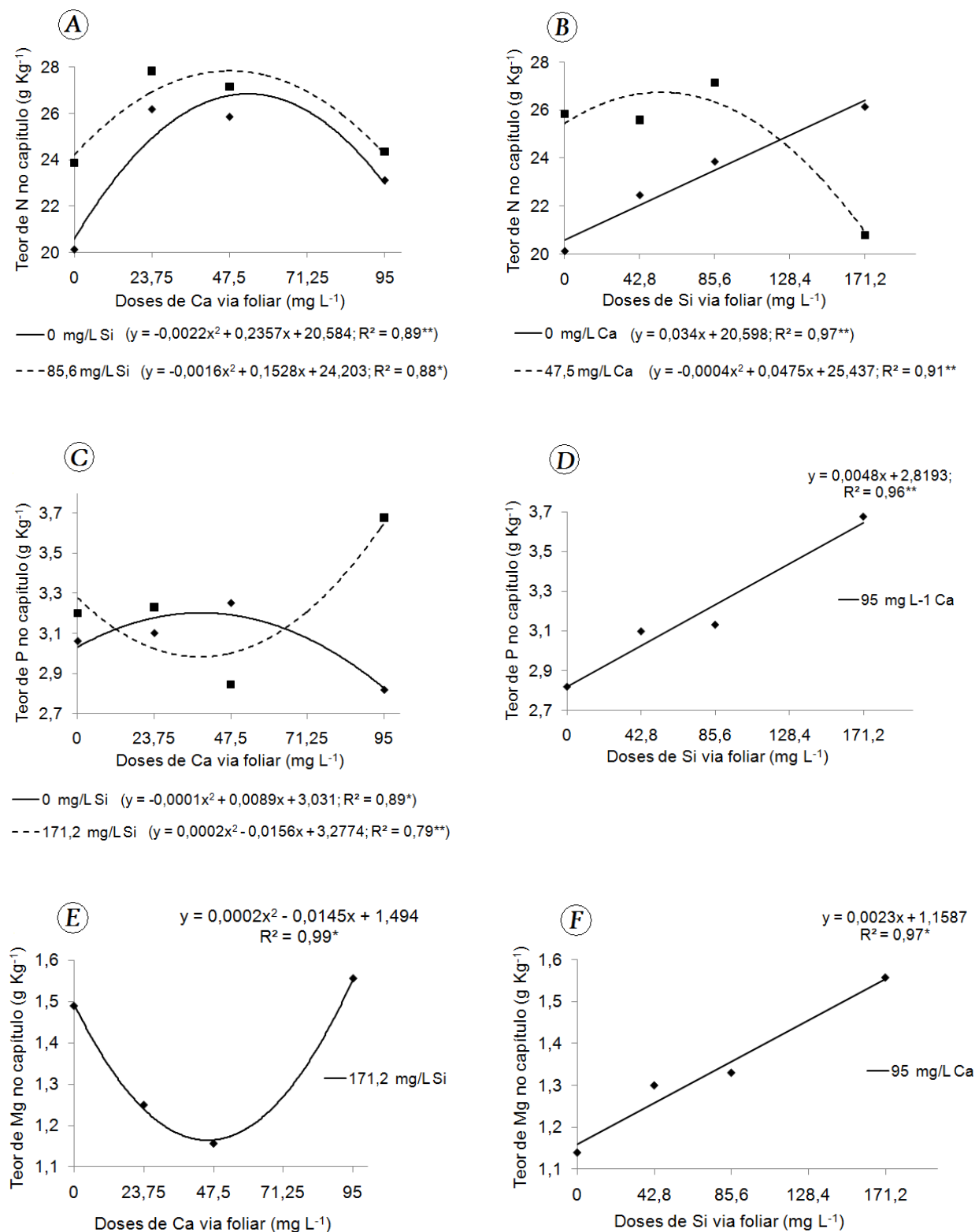


Figura 13 - Teores de nutrientes no capítulo de gérbera 'Shania' em função da aplicação foliar de Ca e Si, aos 336 dias após transplante das mudas; \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade (continua)

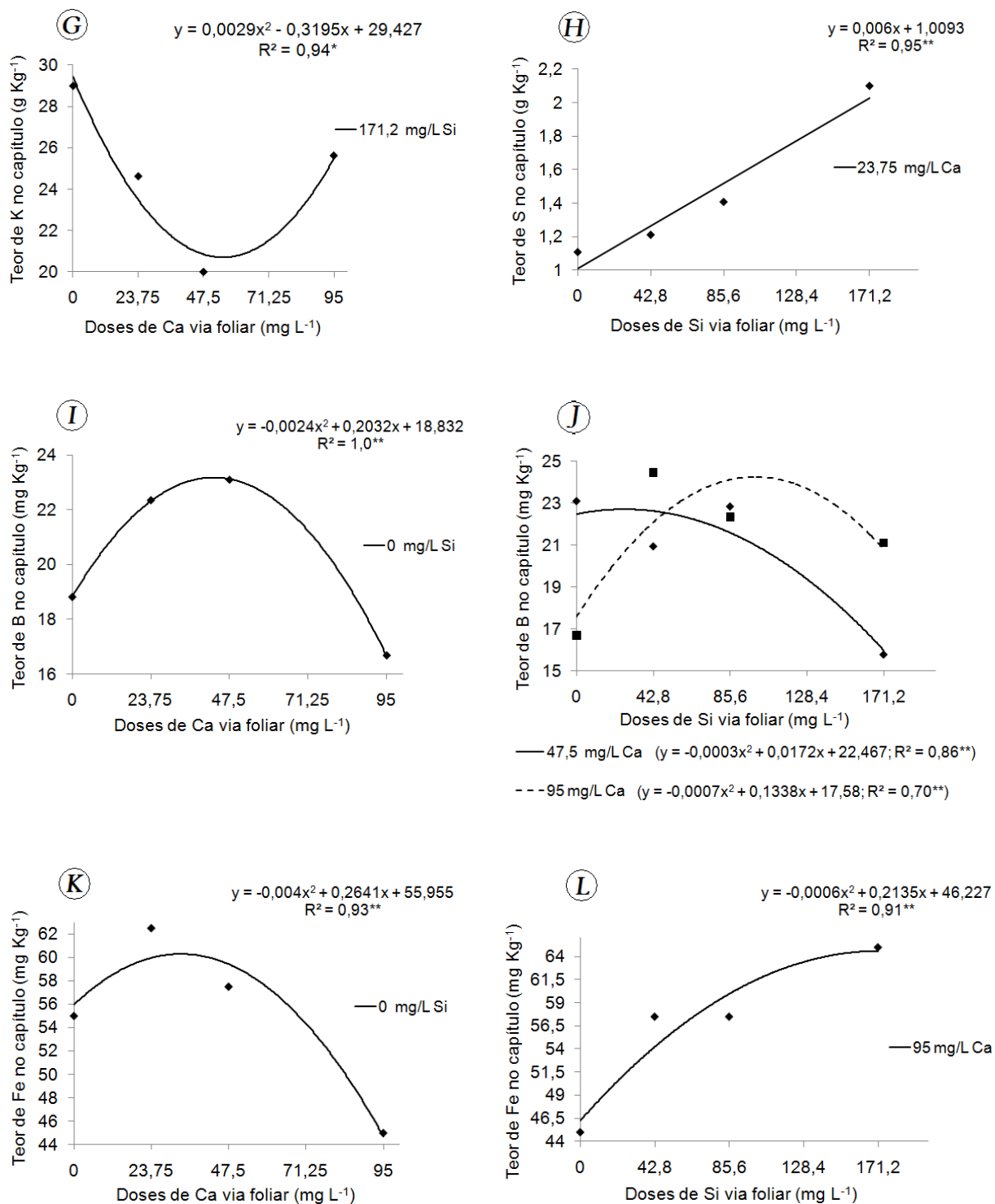


Figura 13 - Teores de nutrientes no capitulo de gérbera 'Shania' em função da aplicação foliar de Ca e Si, aos 336 dias após transplante das mudas; \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade (continuação)

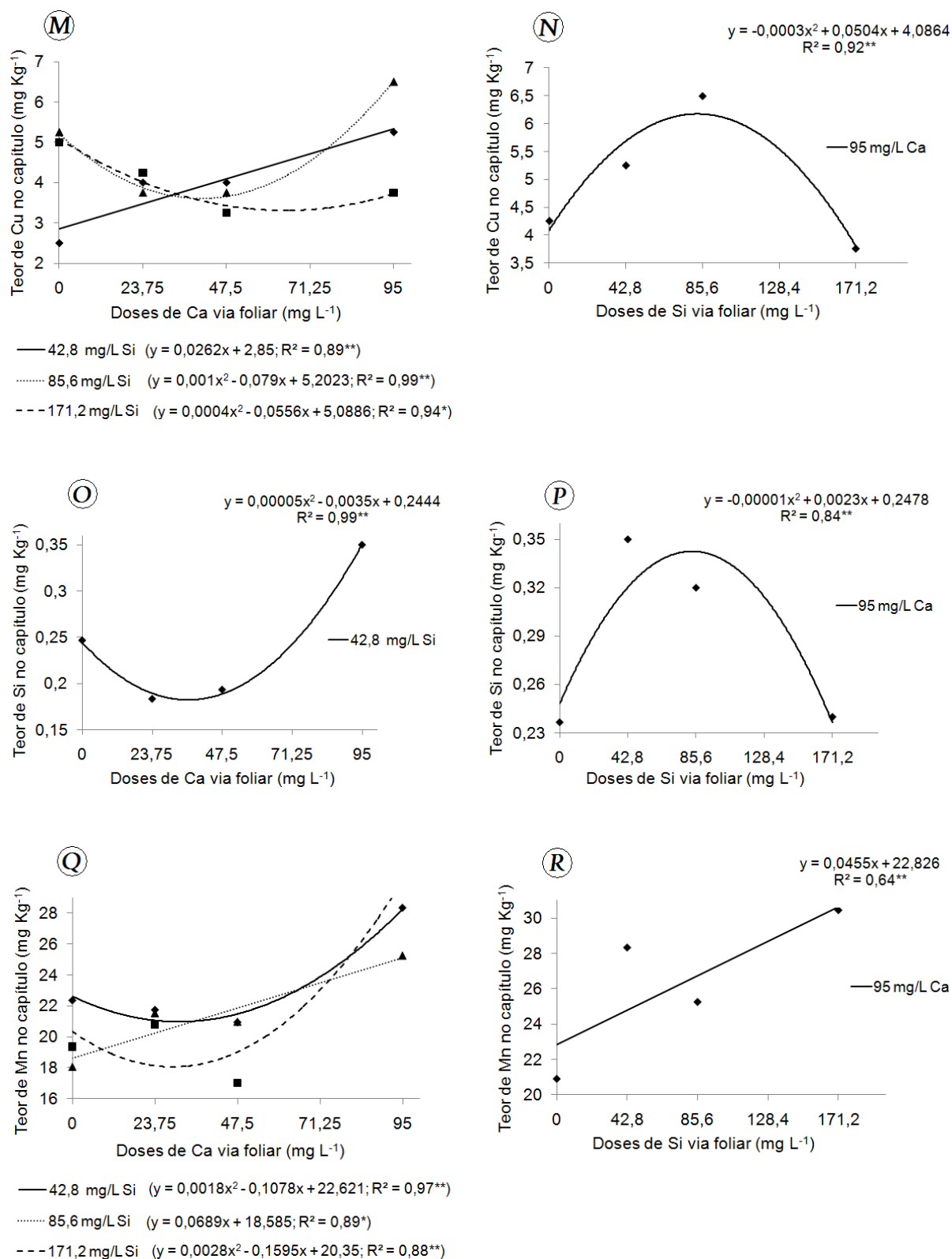


Figura 13 - Teores de nutrientes no capítulo de gérbera 'Shania' em função da aplicação foliar de Ca e Si, aos 336 dias após transplante das mudas; \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade (conclusão)

A relação entre cálcio e potássio foi verificada na haste da gérbera ‘Shania’ aos 204 e aos 336 dias após o transplante das mudas. Na primeira avaliação não houve diferença significativa entre os tratamentos. Na segunda avaliação foi observada interação entre Ca e Si para a relação entre Ca/K (Tabela 12).

Tabela 12 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para a relação entre o teor de Ca e K na haste de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de Ca e Si via foliar aos 204 e aos 336 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Teste F	Ca/K ( aos 204 dias)	Ca/K (aos 336 dias)
Cálcio (Ca)	1,341 <sup>ns</sup>	5,493**
Silício (Si)	0,286 <sup>ns</sup>	2,009 <sup>ns</sup>
Interação Ca*Si	0,711 <sup>ns</sup>	2,993*
Médias	0,080	0,070
C.V (%)	20,72	18,18

<sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Na ausência de Si, a relação Ca/K aumentou em função da aplicação de até 55,5 mg L<sup>-1</sup> de Ca. Na presença de 85,6 mg L<sup>-1</sup> de Si, o aumento dessa relação foi linear com adição de Ca via foliar (Figura 14).

O aumento da relação Ca/K pode ser importante para evitar o surgimento ou reduzir problemas quanto à quebra da haste em gérbera. Como citado por Mercurio (2004), desbalanços na relação entre esses dois elementos pode interferir no aparecimento de quebra na haste de gérbera tanto antes quanto após a colheita. Relação Ca/K inadequada também é responsável pela ruptura da haste em poinsettia (KUENHY; BRANCH; ADAMS, 1998).



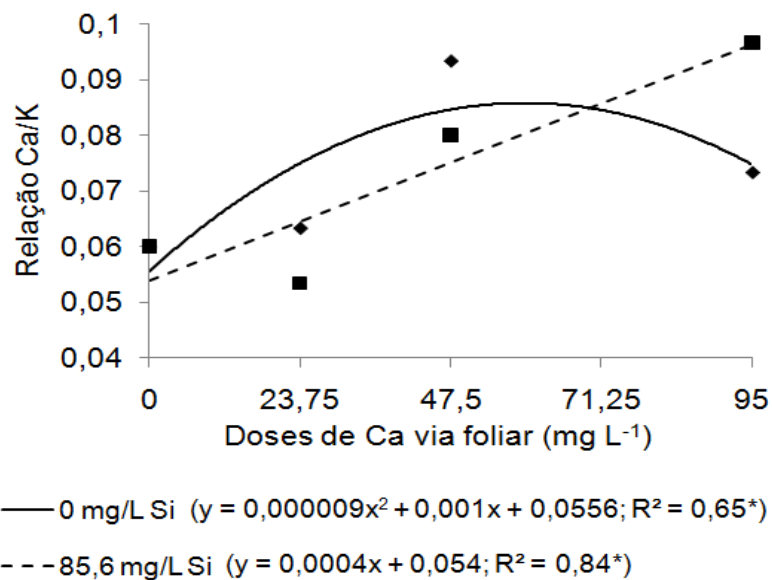


Figura 14 - Interação entre Ca e Si na relação Ca/K na haste de gérbera 'Shania' aos 336 dias após o transplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade

#### 4.2.2 Produtividade, crescimento e distribuição de massa seca na planta

Aos 204 dias após o transplante das mudas houve interação entre Ca e Si para o número de folhas e o percentual de massa seca na folha. Para a massa seca da flor e do capítulo houve efeito das doses de Si. As demais variáveis não sofreram influência dos tratamentos (

Tabela 13).

Tabela 13 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para o número de folhas (NF), área foliar (AF), massa fresca de 15 folhas amostradas (MFF), massa fresca da haste floral (MFFI), produção de hastes florais/planta no período de avaliação (P), massa seca de 15 folhas (MSF), massa seca total da haste floral (MSFI) massa seca da haste (MSHas) e massa seca do capítulo (MSCap) de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de Ca e Si via foliar aos 204 dias após o transplante das mudas de gérbera ‘Shania’. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Características	Teste F			Média geral	C.V. (%)
	Ca	Si	Ca x Si		
NF	18,290*	6,392*	24,737*	69,20	4,46
AF (mm <sup>2</sup> )	0,5847 <sup>ns</sup>	0,5161 <sup>ns</sup>	0,3351 <sup>ns</sup>	2534,54	24,26
MFF (g)	0,0783 <sup>ns</sup>	0,0129 <sup>ns</sup>	0,1061 <sup>ns</sup>	141,68	4,80
MFFI (g)	0,7428 <sup>ns</sup>	0,4046 <sup>ns</sup>	0,4988 <sup>ns</sup>	31,73	55,43
P	0,531 <sup>ns</sup>	0,656 <sup>ns</sup>	0,102 <sup>ns</sup>	33,76	12,88
MSF (%)	0,486 <sup>ns</sup>	0,232 <sup>ns</sup>	2,331*	14,69	4,47
MSFI (%)	2,127 <sup>ns</sup>	3,793*	1,840 <sup>ns</sup>	10,83	5,98
MSHas (%)	1,459 <sup>ns</sup>	0,847 <sup>ns</sup>	1,393 <sup>ns</sup>	6,34	7,38
MSCap (%)	0,992 <sup>ns</sup>	3,472*	1,584 <sup>ns</sup>	4,48	11,48

<sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Aos 336 dias após o transplante das mudas, houve interação entre Ca e Si para a massa fresca de flores. As demais variáveis não sofreram influência dos tratamentos (

**Tabela 14).**

Tabela 14 - Resumo da análise de variância por meio do teste F para o número de folhas (NF), área foliar (AF), massa fresca de 15 folhas amostradas (MFF), massa fresca da haste floral (MFFI), produção de hastes florais/planta no período de avaliação (P), massa seca de 15 folhas (MSF), massa seca total da haste floral (MSFI), massa seca da haste (MSHas) e massa seca do capítulo (MSCap) de gérbera ‘Shania’ submetida à aplicação de Ca e Si via foliar aos 336 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Características	Teste F			Média geral	C.V. (%)
	Ca	Si	Ca x Si		
NF	1,144 <sup>ns</sup>	2,796 <sup>ns</sup>	0,653 <sup>ns</sup>	57,41	15,61
AF (mm <sup>2</sup> )	0,276 <sup>ns</sup>	0,084 <sup>ns</sup>	0,514 <sup>ns</sup>	2360,54	8,80
MFF (g)	0,467 <sup>ns</sup>	0,403 <sup>ns</sup>	0,762 <sup>ns</sup>	120,81	8,62
MFFI (g)	4,358*	2,023 <sup>ns</sup>	3,226*	27,03	6,86
P	0,088 <sup>ns</sup>	2,649 <sup>ns</sup>	0,824 <sup>ns</sup>	61,72	7,05
MSF (%)	1,046 <sup>ns</sup>	0,718 <sup>ns</sup>	0,260 <sup>ns</sup>	13,51	6,86
MSFI (%)	0,502 <sup>ns</sup>	0,898 <sup>ns</sup>	0,706 <sup>ns</sup>	16,41	6,03
MSHas (%)	0,436 <sup>ns</sup>	1,183 <sup>ns</sup>	0,796 <sup>ns</sup>	8,98	5,83
MSCap (%)	1,506 <sup>ns</sup>	0,570 <sup>ns</sup>	0,909 <sup>ns</sup>	7,43	8,05

<sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

### Número de Folhas

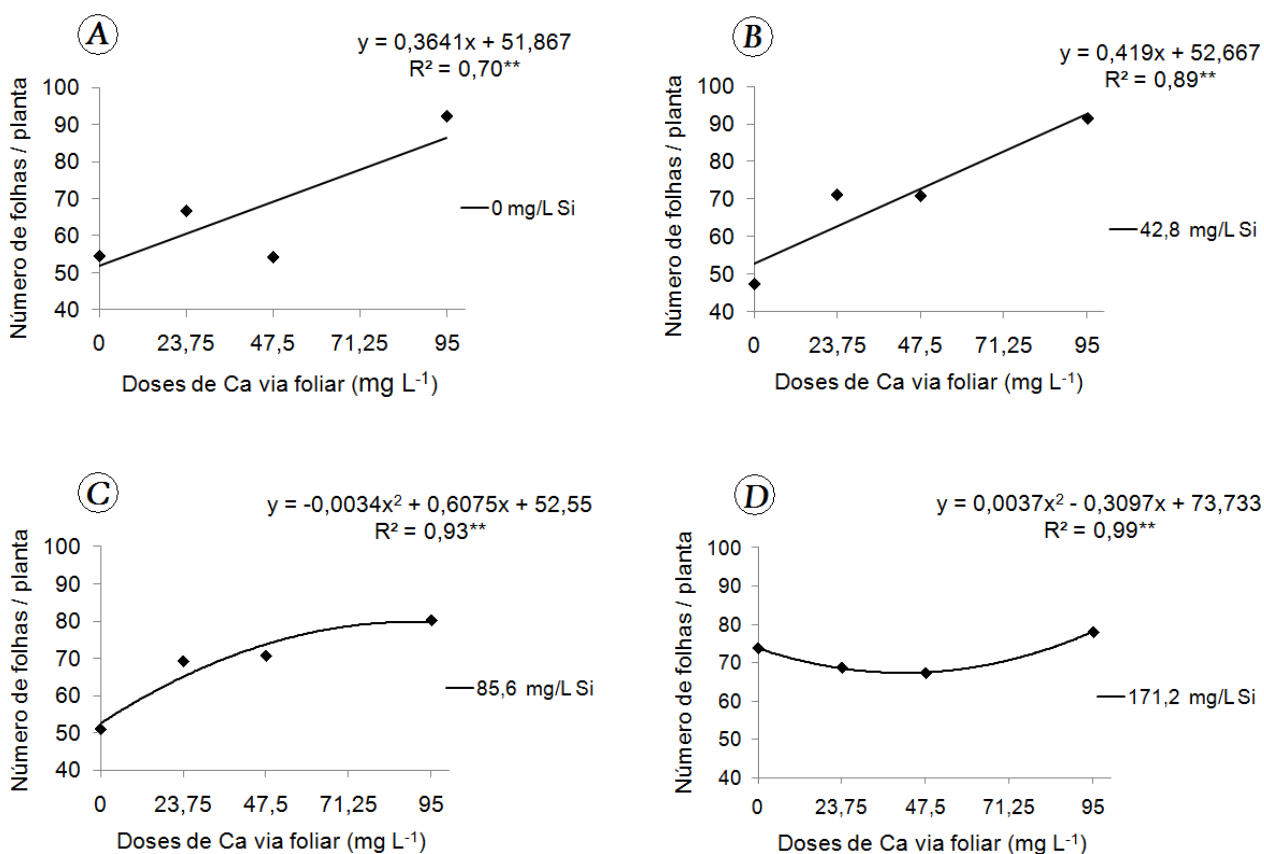
Aos 204 dias após o transplante das mudas, o número de folhas por planta aumentou linearmente com a aplicação de Ca via foliar na ausência e na presença de 42,8 mg L<sup>-1</sup> de Si (Figura 15A e B).

Na presença de 85,6 mg L<sup>-1</sup> e 171,2 mg L<sup>-1</sup> de Si, ajustaram-se equações de regressão quadrática, sendo que na primeira dose, o número de folhas por planta aumentou com a aplicação

de Ca foliar (Figura 15C). Na segunda dose de Si, essa característica atingiu um valor mínimo com a adição de 41,8 mg L<sup>-1</sup> de Ca, aumentando a partir desse valor (Figura 15D).

Na ausência e na presença de 47,5 mg L<sup>-1</sup> de Ca, o número de folhas aumentou a partir da aplicação de 55,7 mg L<sup>-1</sup> de Si e até a aplicação de 107,6 mg L<sup>-1</sup> de Si, respectivamente (Figura 15E e F).

Na presença de 95 mg L<sup>-1</sup> de Ca, por sua vez, o número de folhas por planta diminuiu linearmente com a aplicação de Si nas folhas (Figura 15G).



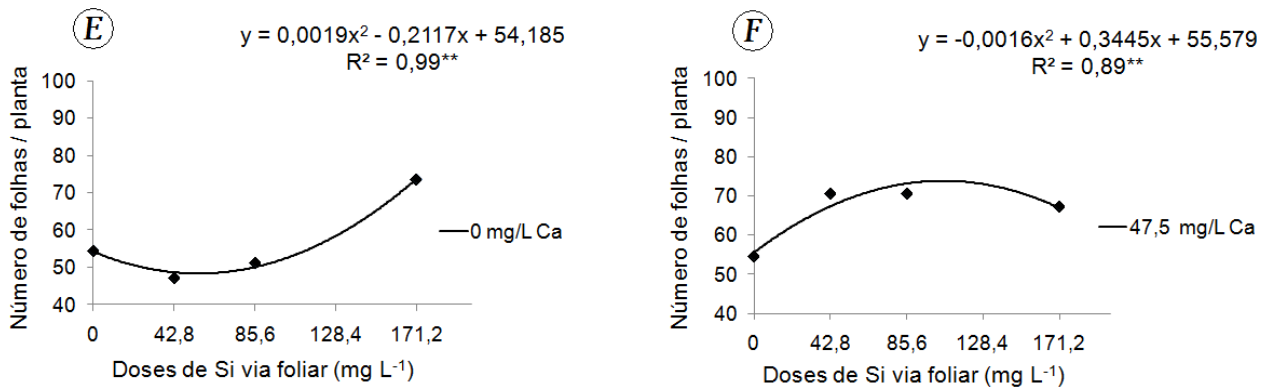


Figura 15 - Efeito da interação entre Ca e Si no número de folhas em gérbera 'Shania' aos 204 dias após o transplante das mudas. \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade (continua)

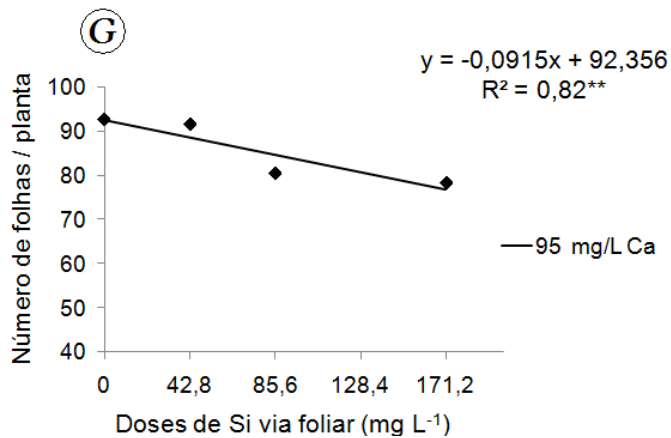


Figura 15 - Efeito da interação entre Ca e Si no número de folhas em gérbera 'Shania' aos 204 dias após o transplante das mudas. \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade (conclusão)

### Massa Seca da folha

Quando as doses de Ca foram aplicadas na ausência de Si, houve aumento linear no percentual de massa seca das folhas (Figura 16A). Na presença de 95 mg L<sup>-1</sup> Ca, houve redução no percentual de massa seca das folhas de gérbera até a aplicação de 113,24 mg L<sup>-1</sup> Si (Figura 16B). Esses resultados estão de acordo com os obtidos para o número de folhas, que também aumentou com a aplicação de Ca via foliar. Taiz e Zeiger (2010) citam que o teor de massa seca da folha é uma das maneiras de mensuração do crescimento da planta. Dessa forma, pode-se dizer que a aplicação de Ca pode ter incrementado o crescimento da planta, devido ao acréscimo na divisão e produção de células.

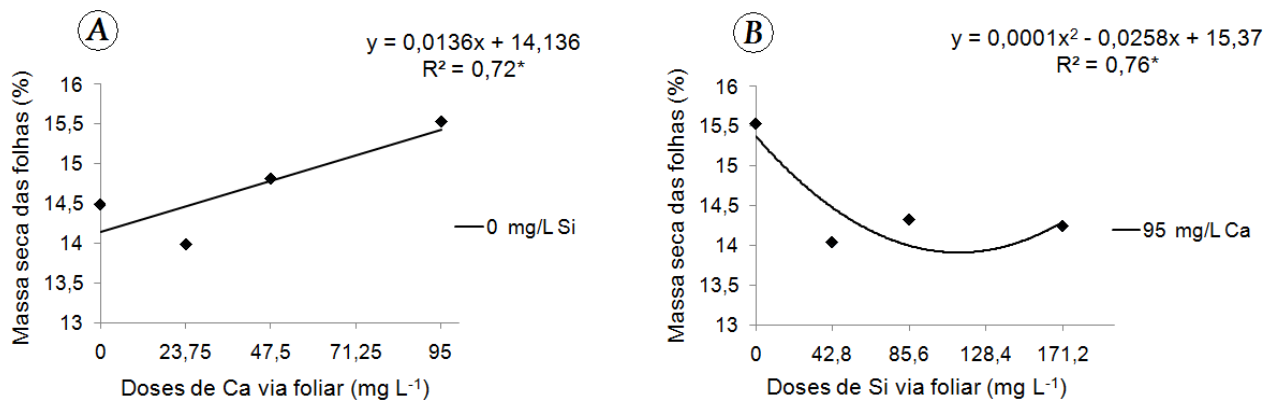


Figura 16 - Efeito da interação entre Ca e Si na massa seca das folhas de gérbera 'Shania' aos 204 dias após o transplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade

### Massa seca do capítulo e Massa seca total da haste floral

Aos 204 dias após o transplante das mudas de gérbera 'Shania', o percentual de massa seca do capítulo atingiu seu valor máximo com a aplicação de  $58 \text{ mg L}^{-1}$  de Si (Figura 17).

A mesma resposta obtida para a massa seca do capítulo foi constatada para a massa seca total da haste floral cujo valor máximo foi alcançado com  $67,14 \text{ mg L}^{-1}$  de Si (Figura 18).

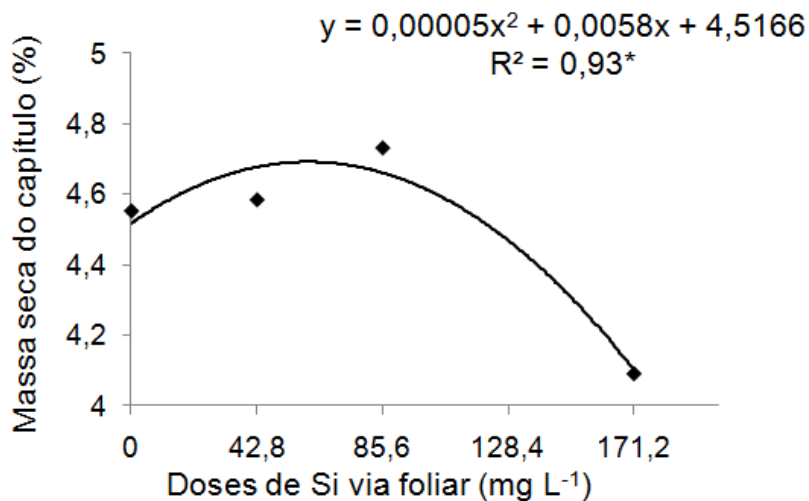


Figura 17 - Efeito da aplicação de Si na massa seca no capítulo de gérbera 'Shania' aos 204 dias após o transplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade

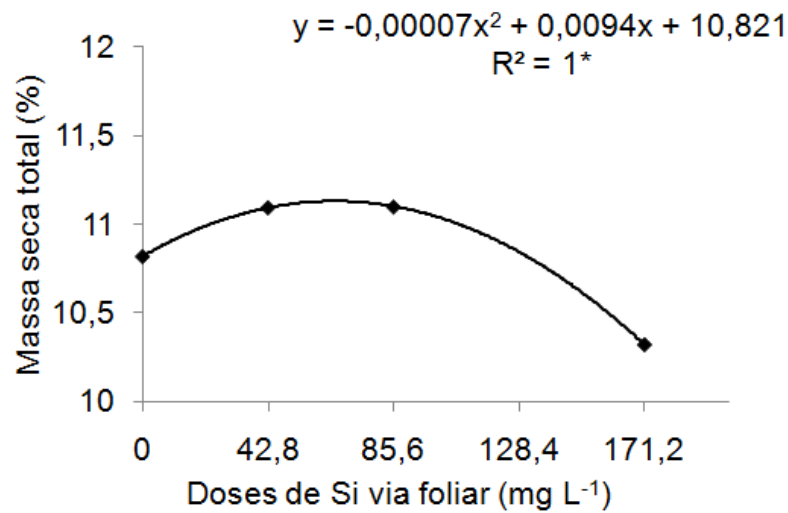


Figura 18 - Efeito da aplicação de Si na massa seca total da haste floral de gérbera 'Shania' aos 204 dias após o transplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade

#### Massa fresca da haste floral

Na avaliação realizada aos 336 dias após o transplante das mudas, a aplicação de 51,12 mg L<sup>-1</sup> de Ca proporcionou maior massa fresca da haste floral, estimada em 28,67 g, o que significou incremento de 15,73% comparado à testemunha. Entretanto, a partir dessa concentração houve redução nessa característica (Figura 19).

Essa resposta pode ser atribuída à capacidade do Si conferir melhoria na arquitetura da planta, proporcionando maior interceptação da luz pelas folhas e conseqüentemente maior taxa fotossintética (DEREN et al., 1993).

Carvalho et al. (2009) verificaram aumento de massa seca da inflorescência de girassol com a aplicação de até 1g de silicato de potássio líquido (12% de Si e 15% de K<sub>2</sub>O) por quilo de substrato. Léles et al. (2008) obtiveram resposta positiva da aplicação de Si em soja, com incremento significativo da massa seca da parte aérea e das vagens e de grãos. Santos et al. (2010), adicionando Si à cultura do arroz, observaram aumento de massa seca da parte aérea e dos grãos. Resultados positivos em relação ao aumento da massa seca da parte aérea e grãos de trigo foram citados por Lima Filho e Tsai (2007).

Por outro lado, a redução da massa seca do capítulo e total da haste floral de gérbera com a aplicação de doses superiores a 58 e 67,1 mg L<sup>-1</sup> de Si, respectivamente, pode ser explicada pelo acúmulo de Si, na forma de uma camada dupla de sílica na epiderme foliar junto às células-guarda dos estômatos (DAYANANDAN; KAUFMAN; FRANKLIN, 1983), que reduziu a



abertura dos estômatos, conseqüentemente a entrada de CO<sub>2</sub> na célula. A menor absorção desse gás pode ter diminuído a produção de fotoassimilados necessários para o crescimento da planta.

O aumento da massa seca da haste floral é interessante porque apresenta maior quantidade de carboidratos que serão usados nos processos metabólicos após a colheita, aumentando a vida de vaso da haste. Segundo Nichols (1973), o conteúdo de substratos respiratórios, como os carboidratos, pode indicar a vida potencial da flor cortada, pois existe relação positiva entre a manutenção da vida de vaso e o conteúdo de massa seca da flor no momento da colheita.

A aplicação de Ca, portanto, deve ser recomendada, pois, altos níveis de hidratação dos tecidos são, em geral, associados ao aumento na vida de vaso das flores de corte (MUÑOZ; DAVIS; SHERMAN, 1982). Hastes florais de gérbera que apresentam maior massa fresca sofrem menores danos por estresse hídrico, causado pelo transporte, armazenamento e comercialização em condições inadequadas de temperatura e umidade. Nessas situações, a transpiração aumenta e pode limitar a longevidade de vaso das hastes florais que se mantiverem menos hidratadas no final desses processos. Assim sendo, o Ca pode ser utilizado como um promotor de qualidade em gérbera.

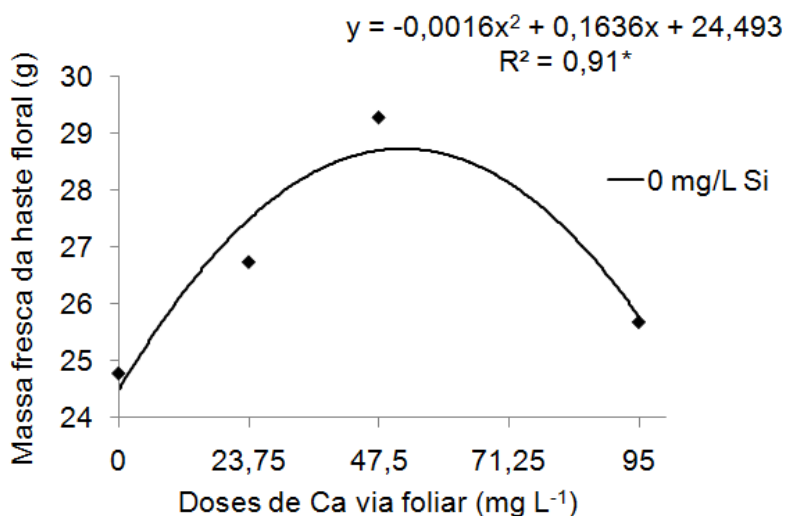


Figura 19 - Efeito da interação entre Ca e Si na massa fresca da haste floral de gérbera 'Shania' aos 336 dias após o transplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade

#### 4.2.3 Qualidade Comercial

O período de longevidade pós-colheita (ou de vaso) de gérbera 'Shania' foi de 12 dias, independente da época de colheita e dos tratamentos. Não foi observada curvatura da haste ao longo do período pós-colheita (Figura 20), provavelmente, porque a cultivar Shania apresenta maior resistência a esse distúrbio fisiológico, concordando com Javad et al. (2011), que ao avaliarem a curvatura pós-colheita da haste constataram esse fenômeno em 18 das 21 cultivares de gérbera de corte analisadas.



Figura 20 - Hastes florais de gérbera 'Shania' ao fim da longevidade de vaso, sem apresentar curvatura da haste

O diâmetro do capítulo, comprimento e diâmetro da haste, perda da massa fresca das hastes florais, luminosidade, cromaticidade e ângulo hue das pétalas de gérbera podem ser observados nas tabelas 15 e 16. Apenas as variáveis diâmetro do capítulo, perda da massa fresca das hastes florais e comprimento da haste sofreram influência dos tratamentos.

Tabela 15 - Médias do diâmetro do capítulo (DC), comprimento da haste (CH), diâmetro da haste (DH), perda da massa fresca da haste (PMF), luminosidade (L\*), cromaticidade (C\*) e ângulo Hue (°h) das pétalas de plantas de gérbera 'Shania' submetida à aplicação de cálcio e silício na primeira avaliação reprodutiva. Piracicaba, USP-ESALQ, fevereiro de 2010

Características	Teste F			Média geral	C.V. (%)
	Ca	Si	Ca x Si		
DC (cm)	0,309 <sup>ns</sup>	0,052 <sup>ns</sup>	0,015*	11,62	2,99
CH (cm)	0,503 <sup>ns</sup>	0,573 <sup>ns</sup>	0,929 <sup>ns</sup>	59,73	5,45
DH (cm)	0,590 <sup>ns</sup>	0,132 <sup>ns</sup>	0,307 <sup>ns</sup>	0,71	4,77
PMF (%)	1,023 <sup>ns</sup>	1,235 <sup>ns</sup>	2,586*	9,23	22,58
L*	0,671 <sup>ns</sup>	0,664 <sup>ns</sup>	0,384 <sup>ns</sup>	35,26	2,52
C*	0,536 <sup>ns</sup>	0,303 <sup>ns</sup>	0,721 <sup>ns</sup>	79,00	1,64
°h	0,588 <sup>ns</sup>	0,554 <sup>ns</sup>	0,862 <sup>ns</sup>	44,03	1,13

<sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 16 - Médias do diâmetro do capítulo (DC), comprimento da haste (CH), diâmetro da haste (DH), perda da massa fresca da haste (PMF), luminosidade (L\*), cromaticidade (C\*) e ângulo Hue (h°) das pétalas de plantas de gérbera 'Shania' submetida à aplicação de cálcio e silício na segunda avaliação da fase reprodutiva. Piracicaba, USP-ESALQ, junho de 2010

Características	Teste F			Média geral	C.V. (%)
	Ca	Si	Ca x Si		
DC (cm)	1,218 <sup>ns</sup>	3,087*	2,238*	11,13	2,62
CH (cm)	3,438*	1,047 <sup>ns</sup>	0,971 <sup>ns</sup>	59,75	3,63
DH (cm)	0,930 <sup>ns</sup>	1,044 <sup>ns</sup>	0,492 <sup>ns</sup>	0,65	5,84
PMF (%)	1,144 <sup>ns</sup>	0,324 <sup>ns</sup>	1,422 <sup>ns</sup>	26,62	6,74
L*	2,093 <sup>ns</sup>	0,975 <sup>ns</sup>	0,397 <sup>ns</sup>	33,93	2,28

C*	1,477 <sup>ns</sup>	1,634 <sup>ns</sup>	1,016 <sup>ns</sup>	75,74	1,62
°h	0,932 <sup>ns</sup>	1,085 <sup>ns</sup>	0,907 <sup>ns</sup>	42,76	1,31

<sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

### Diâmetro do Capítulo

Na primeira avaliação, o diâmetro do capítulo atingiu valor máximo e mínimo com 28,25 e 27,5 mg L<sup>-1</sup> de Ca, na presença de 42,8 e 171,2 mg L<sup>-1</sup> de Si, respectivamente (Figura 21A). Além disso, o diâmetro do capítulo das hastes colhidas aos 204 dias aumentou linearmente com a aplicação de Si nas folhas, na presença de 95 mg L<sup>-1</sup> de Ca e, na presença de 23,75 mg L<sup>-1</sup> de Ca, o diâmetro do capítulo aumentou até a aplicação de 57,85 mg L<sup>-1</sup> de Si, com decréscimo nessa característica com aplicação de doses superiores de Si (Figura 21B). Quando a segunda avaliação foi realizada, com as hastes florais colhidas aos 336 dias após o transplante das mudas (Tabela 16), foi observado que na ausência de Si, o diâmetro do capítulo foi máximo com a aplicação foliar de 59,92 mg L<sup>-1</sup> Ca na ausência de Si, o que significou um acréscimo de 8,8% em relação ao controle (Figura 22). Kamenidou, Cavins e Marek (2010) também verificaram aumento no diâmetro do capítulo de gérbera 'Acapella' com a aplicação foliar de Si (50 e 100 mg L<sup>-1</sup> cinco vezes por semana). Em girassol, Carvalho et al. (2009) discorreram sobre o aumento do diâmetro médio das inflorescências de girassol através da aplicação de até 1g de silicato de potássio líquido (12% de Si e 15% de K<sub>2</sub>O) por quilo de substrato.

O silício diminui a espessura da parede das células, que por sua vez, pode ocasionar um aumento na extensibilidade da parede celular, promovendo assim maior crescimento (HOSSAIN et al., 2002). Esses eventos podem estar vinculados ao crescimento do capítulo de gérbera.

Trabalhos com diversas gramíneas, como arroz e trigo, mostram que um dos efeitos do silício na promoção do crescimento está relacionado ao aumento no tamanho das células epidérmicas, especialmente de regiões basais, sem afetar o número de células. Isto demonstra que o silício promove um dos três eventos pelos quais passa o crescimento e desenvolvimento celular, ou seja, o alongamento celular (LIMA FILHO; TSAI, 2007).

As hastes florais de gérbera 'Shania' colhidas aos 204 dias após o transplante das mudas apresentaram maior diâmetro do capítulo, alcançando 12 cm com a aplicação de 95 mg L<sup>-1</sup> de Ca e 171,2 mg L<sup>-1</sup> de Si, o que significou acréscimo de 9,05% em comparação à testemunha. As

hastes colhidas aos 336 dias após o transplante das mudas apresentaram capítulos menores, que alcançaram 11,64 cm com a aplicação de 59,92 mg L<sup>-1</sup> de Ca, proporcionando aumento de 8,8% comparado à testemunha, cujo diâmetro foi de 10,7 cm, valor considerado inferior ao padrão comercial para esse material. Assim sendo, a utilização de Ca via foliar pode manter o diâmetro do capítulo de gérbera 'Shania' dentro dos padrões da cultivar.

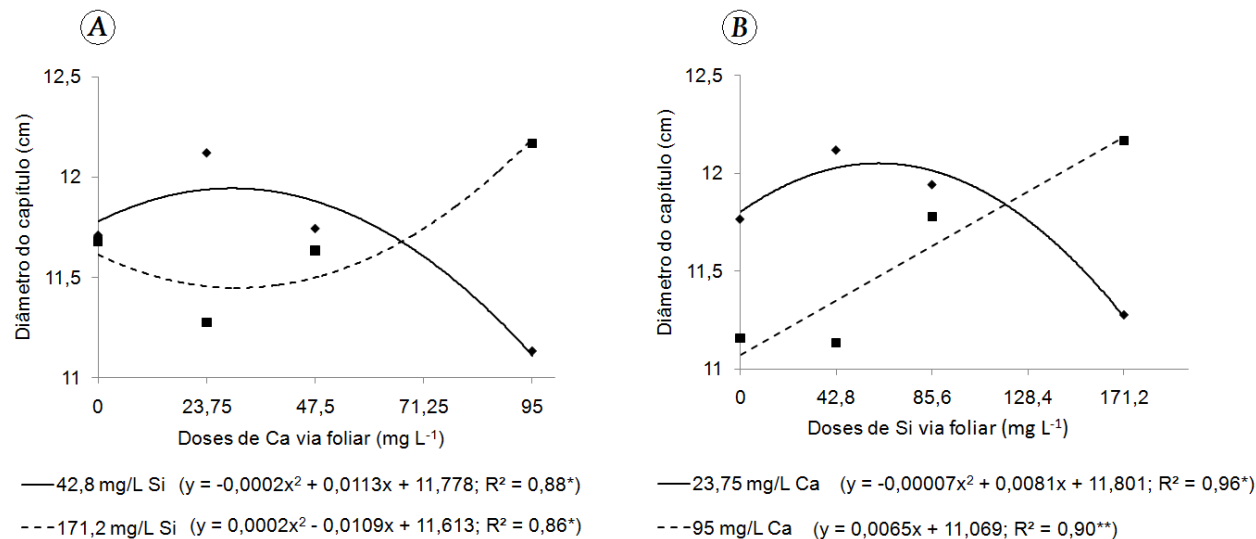


Figura 21 - Efeito da interação entre Ca e Si no diâmetro do capítulo de gérbera 'Shania' aos 204 dias após o transplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade

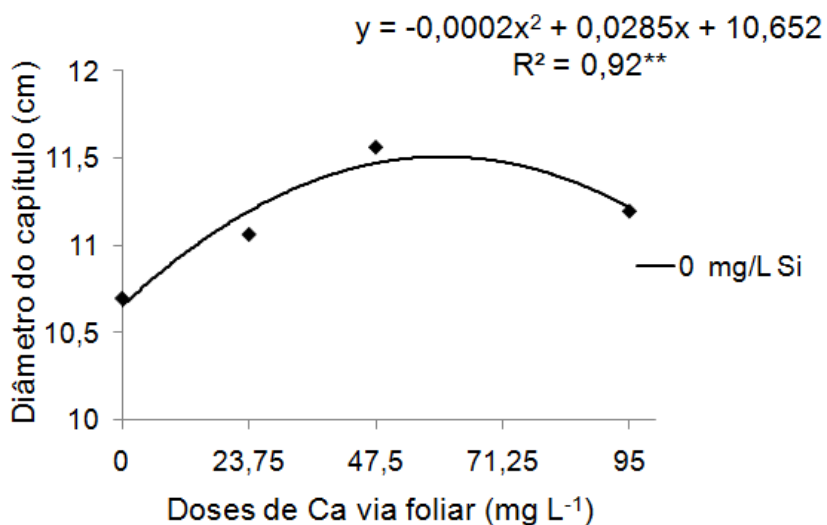


Figura 22 - Efeito da interação entre Ca e Si no diâmetro do capítulo de gérbera 'Shania' aos 336 dias após o transplante das mudas. \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade

### Perda de Massa Fresca

Foi observada diferença significativa na perda de massa fresca (Tabela 15) durante a vida de vaso quando as doses de Ca foram aplicadas na ausência de Si e quando as doses de Si foram aplicadas na ausência de Ca (Figura 23).

Quando as doses de Ca foram aplicadas sem Si houve redução na perda da massa fresca da haste até a aplicação de 73,76 mg L<sup>-1</sup> de Ca, o que representou queda de 38,82% relação à testemunha (Figura 23A). A aplicação foliar de Si na ausência de Ca também reduziu a perda da massa fresca das hastes até a aplicação de 128,12 mg L<sup>-1</sup> de Si, o que significou redução de 30,74% em relação à testemunha (Figura 23B). Esses resultados não estão de acordo com Sosa Nan (2007), que não observou diferença significativa na perda de massa fresca com a aplicação de Ca na pré-colheita de girassol.

Segundo Mayak e Halevy (1974) a capacidade das inflorescências de manter a massa fresca durante a vida em vaso é usada para mensurar a qualidade. A menor perda de massa fresca, que pode ser diretamente associada à menor perda de água, observada com o fornecimento de Si, corrobora com as informações sobre o seu papel na tolerância ao estresse hídrico pelas plantas.

A tolerância das plantas ao estresse hídrico está relacionada ao acúmulo de prolina, o que pode representar um mecanismo regulador de perda de água mediante a redução do potencial hídrico celular (FUMIS; PEDRAS, 2002). A prolina é um aminoácido que teria a função de proteger as células dos processos de desnaturação sob condições de estresse hídrico (SHEVYAKOVA, 1984). Pesquisas de Gunes et al. (2007) com grão de bico, de Gunes et al. (2008) com girassol e de Crusciol et al. (2009) com batata, revelaram aumento de prolina quando o Si foi aplicado, conseqüentemente maior tolerância das plantas ao estresse hídrico.

Leatherwood, Mattson e Dole (2010) realizaram pesquisas com poinsettias submetidas à estresse hídrico. Quando as plantas apresentavam características de comercialização, deixaram de ser irrigadas por 18 dias. No final do período de avaliação, as plantas que receberam silício durante a produção apresentaram menor murcha e se recuperaram após a rehidratação.

Com o suprimento adequado de silício, a absorção e o acúmulo de água nos vacúolos são mais uniformes e constantes (GALSTON, 1968), facilitando as condições de hidratação das hastes.

Quando a haste se mantém hidratada por mais tempo, o processo da senescência é retardado. Assim, a aplicação de Si pode ser benéfica para a manutenção hídrica da haste de gérbera quando o armazenamento, transporte e local de comercialização não estão adequados quanto à temperatura e umidade relativa do ar.

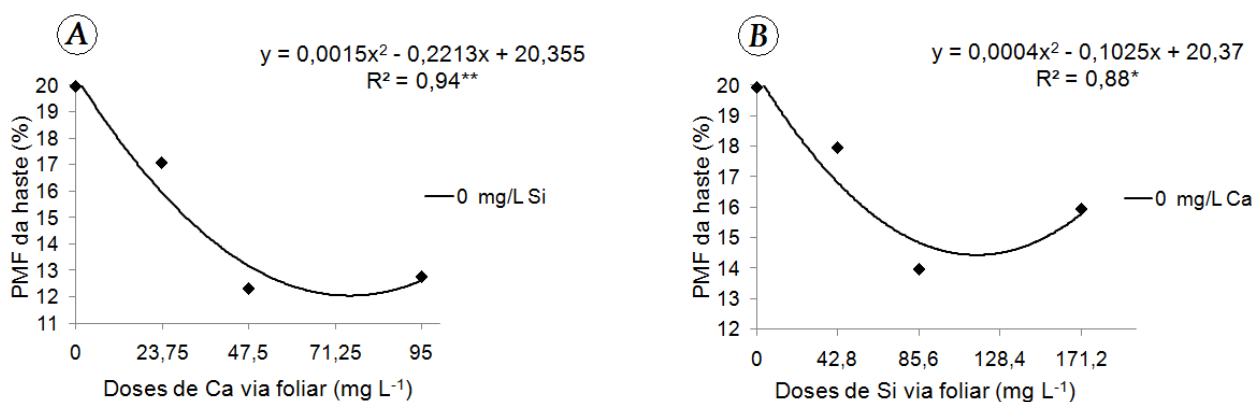


Figura 23 - Efeito da interação entre Ca e Si na perda de massa fresca da haste floral de gérbera 'Shania' aos 204 dias após o transplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade

### Comprimento da haste

Aos 336 dias após o transplante das mudas (Tabela 16), o comprimento da haste de gérbera 'Shania' diminuiu com a aplicação de Ca via foliar, sendo que, na maior dose, essa redução foi de 3,91% (Figura 24). Esse efeito também foi observado por Barbosa et al. (2010) em crisântemo cultivado em hidroponia em resposta às doses 1,0, 2,5, 4,0 e 5,5 mg L<sup>-1</sup> de Ca. Asfanani, Davarynejad e Tehranifar (2008) aplicaram 10 e 20 mM de cloreto de cálcio em rosas de corte e verificaram também redução do comprimento da haste.

Segundo os padrões da cultivar, a gérbera 'Shania' deve apresentar o comprimento da haste em torno de 60 a 70 cm, entretanto, de acordo com os padrões de qualidade comercial para exportação (IBRAFLOR, 2010) a haste deve apresentar 45 a 50 cm de comprimento. Assim, mesmo o Ca tendo reduzido essa característica, o valor mínimo encontrado foi 58,4 cm,

permitindo o corte da haste para comercialização de acordo com o intervalo de comprimento considerado adequado.

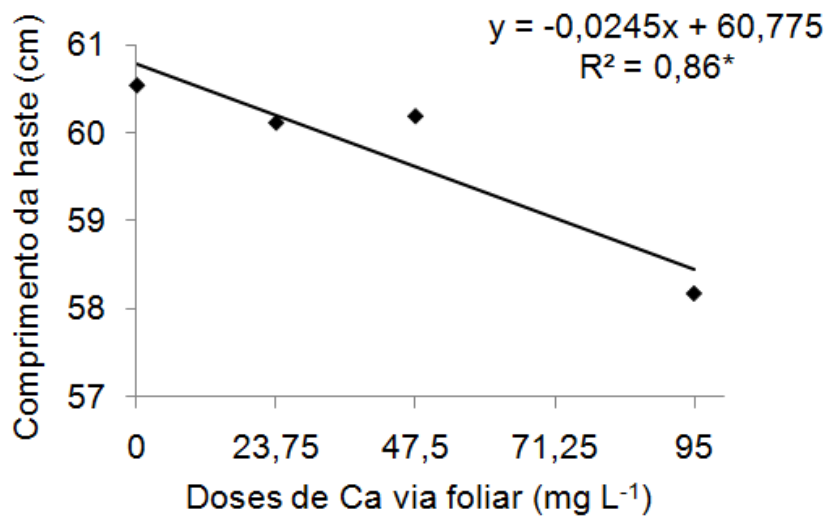


Figura 24 - Efeito da aplicação de Ca no comprimento da haste de gérbera 'Shania' aos 336 dias após o transplante das mudas. \*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade





## 5 CONCLUSÕES

- Recomenda-se a aplicação de Si com  $95 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca para aumentar o diâmetro do capítulo de gérbera.
- Recomenda-se a aplicação de Si para a redução da perda de massa da haste de gérbera na pós-colheita.



## REFERÊNCIAS

ALBINO-GARDUÑO R.; ZAVALA-MANCERA, H.A.; RUIZ-POSADAS, L.M.; SANDOVAL-VILLA, M.; CASTILLO-MORALES, A. Response of gerbera to calcium in hydroponics. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 31, n. 1, p. 91-101, 2008.

ASFANANI, M.; DAVARYNEJAD, G.H.; TEHRANIFAR, A. Effects of pre-harvest calcium fertilization on vase life of rose cut flowers cv. Alexander. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 804, p. 217-221, 2008. Apresentado no EUROPE-ASIA SYMPOSIUM ON QUALITY MANAGEMENT IN POST HARVEST SYSTEMS, 2007, Bangkok. **Proceedings...**

AYALA ARREOLA, J.; CASTILLO GONZÁLES, A.M.; VALDEZ AGUILAR, L.A.; COLINAS LEÓN, M.T.; PINEDA PINEDA, J.; AVITIA GARCÍA, E. Effect of calcium, boron and molybdenum on plant growth and bract pigmentation in poinsettia. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Chapingo, v. 31, n. 2, p. 165-172, 2008.

BALASTRA, M.L.F.; PEREZ, C. M.; JULIANO, B.O.; VILLREAL, P. Effects of silica level on some properties of *Oriza sativa* straw and hult. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 67, n. 8, p. 2356-2363, 1989.

BARBOSA, M.S.; BARBOSA, J.G.; FINGER, F.L.; PONTES, T.; RAIMUNDO, M.R.; FERREIRA, T.C. Produtividade e longevidade de crisântemos, cultivados em hidroponia, em resposta a doses de cálcio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1205-1210, set./out. 2010.

BARBOSA FILHO, M.P.; SNYDER, G.H.; FAGERIA, N.K.; DATNOFF, L.; SILVA, O.F. Silicato de cálcio como fonte de silício para arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 325-330, abr./jun. 2001.

BELLÉ, S. **Sistemas de irrigação e concentrações de adubação complementar na produção de *Gerbera jamesonii* cv 1187 em vaso**. 1998. 122 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario?uf=SP>>. Acesso em: 30 jun. 2010.

BOROCHOV, A.; MAYAK, S.; BROUN, R. The involvement of water stress and ethylene in senescence of cut carnation flowers. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 33, n. 137, p. 1202-1209, 1982.

CARVALHO, M.P.; ZANÃO JÚNIOR, L.A.; GROSSI, J.A.S.; BARBOSA, J.G. Silício melhora produção e qualidade do girassol ornamental em vaso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2394-2399, nov. 2009.

CASTRO, P.R.C. **Princípios da adubação foliar**. Jaboticabal: FUNEP, 2009. 42 p.

CRUSCIOL, C.A.C.; PULZ, A.L.; LEMOS, L.B.; SORATTO, R.P.; LIMA, G.P.P. Effects of silicon and drought stress on tuber yield and leaf biochemical characteristics in potato. **Crop Science**, Madison, v. 49, p. 949-954, 2009.

DAYANANDAN, P.; KAUFMAN, P.B.; FRANKLIN, C.L. Detection of silica in plants. **American Journal of Botany**, New York, v. 70, n.7, p. 1079-1084, 1983.

DEREN, C.W.; GLAZ, B.; SNYDER, G.H. Leaf-tissue silicon content of sugarcane genotypes grown on Everglades Histosols. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 16, n. 11, p. 2273-2280, 1993.

DE JONG, J. Dry storage and subsequent recovery of cut gerbera flowers as an aid in selection for longevity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 9, p. 289-268, 1978.

DORDAS, C. Foliar application of calcium and magnesium improves growth, yield, and essential oil yield of oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*). **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 29, n. 2/3, p. 599-608, Mar. 2009.

DUFAULT, R.D.; PHILLIPS, T.L.; KELLY, J.W. Nitrogen and potassium fertility and plant populations influence field production of gerbera. **HortScience**, Saint Joseph, v. 25, n. 12, p. 1599-1602, 1990.

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

\_\_\_\_\_. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 661-664, 1999.

\_\_\_\_\_. Silicon in plants: facts VS concepts. In: DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDÖRFER, G.H. (Ed.). **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. p. 1-15.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2004. 401 p.

FAGERIA, N.K. **The use of nutrients in crop plants**. Boca Raton: CRC Press, 2009. 430 p.

FIGUEIREDO, F.C.; BOTREL, P.P.; TEIXEIRA, C.P.; PETRAZZINI, L.L.; LOCARNO, M.; CARVALHO, J.G. Pulverização foliar e fertirrigação com silício nos atributos físico-químicos de qualidade e índices de coloração do morango. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1306-1311, set./out. 2010.

FRANTZ, J.M.; LOCKE, J.C.; STURTZ, D.S.; LEISNER, S. Silicon in ornamental crops: detection, delivery and function. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, 5., 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, DFP, 2010. p. 111-134.

FRANKE, W. Mechanisms of foliar penetration of solutions. **Annual Review of Plant Physiology**, Stanford, v.18, p. 281-300, 1967.

FUMIS, T.F.; PEDRAS, J.F. Variação nos níveis de prolina, diamina e poliaminas em cultivares de trigo submetidas a déficits hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 449-453, abr. 2002.

GALSTON, A.W. **The green plant**. New Jersey: Prentice-Hall, 1968. 118 p.

GERASOPOULOS, D.; CHEBLI, B. Effects os pré- and postharvest calcium application on the vase life of cut gerberas. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 74, n. 1, p. 78-81, 1999.

GISLEROD, H.R. The role of calcium on several aspects of plant and flower quality from a floricultural perspective. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 481, p. 345-353, 1999.

GUNES, A.; PILBEAM, D.J.; INAL, A.; COBAN, S. Influence of silicon on sunflower cultivars under drought stress. I: Growth, antioxidant mechanisms, and lipid peroxidation. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, London, v. 39, n. 13, p. 1885-1903, 2008.

GUNES, A.; PILBEAM, D.J.; INAL, A.; BAGCI, E.G.; COBAN, S. Influence of silicon on antioxidant mechanisms and lipid peroxidation in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under drought stress. **Journal of Plant Interactions**, Oxon, v. 2, n. 2, p.105-113, 2007.

HARBAUGH, B.K.; WOLTZ, S.S. Fertilization practice and foliar bract calcium sprays reduce incidence of marginal bract necrosis of poinsettia. **HortScience**, Saint Joseph, v. 24, n. 3, p. 465-468, 1989.

HOSSAIN, M.T.; KOUICHI, S.; WAKABAYASHI, K.; FUJII, S.; YAMAMOTO, R.; HOSON, T. Silicon stimulates oat leaf growth by modifying cell wall properties. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 2., 2002, Tsuruoka. **Proceedings...** Tsuruoka: Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition, 2002. p. 121-124.

INFORMACIÓN TÉCNICA AGRÍCOLA. **El cultivo de la gerbera**. Disponível em: <[www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)>. Acesso em: 18 jun. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **Critério de classificação gerbera corte para exportação**. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=82>>. Acesso em: 29 nov. 2010.

JAVAD, N.M.; AHMAD, K.; MOSTAFA, A.; ROYA K. Postharvest evaluation of vase life, stem bending and screening of cultivars of cut gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook f.) flowers. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 10, n.4, p. 560-566, Jan. 2011.

JONES, L.H.P.; HANDRECK, K.A. Silica in soils, plants and animals. **Advances in Agronomy**, New York, v. 19, p. 107-149, 1967.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. Producción y comercialización de plantas ornamentales en Brasil. **Revista Horticultura Internacional**, Molins de Rei, n. 55, p. 16-19, 2007a.

\_\_\_\_\_. **Exportações de flores e plantas ornamentais próximas dos US\$30 milhões: um novo recorde para o Brasil.** Disponível em: <[www.hortica.com.br](http://www.hortica.com.br)>. Acesso: 12 fev. 2007b.

KAMENIDOU, S. **Silicon supplementation affects greenhouse produced cut flowers.** 2005. 92 p. Dissertation (Master of Science)-Faculty of the Graduate College, Oklahoma State University, Oklahoma, 2005.

KAMENIDOU, S.; CAVINS, T.; MAREK, S. Silicon supplements affect horticultural traits of greenhouse-produced ornamental sunflowers. **Hortscience**, Saint Joseph, v. 43, p. 236-239, Feb. 2008.

\_\_\_\_\_. Silicon supplements affect floricultural quality traits and elemental nutrient concentrations of greenhouse produced gerbera. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 123, p. 390-394, 2010.

KÄMPF, A.N. **Produção comercial de plantas ornamentais.** 2. ed. Guaíba: Agrolivros, 2005. 254 p.

KUEHNY, J.S.; BRANCH, P.C.; ADAMS, P.W. Stem strength of poinsettia. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 515, p. 257-264, 2000.

LEATHERWOOD, W.R.; MATTSON, N.S.; DOLE, J. Silicon supplementation and regulated deficit irrigation improve poinsettia quality and postharvest performance. ASHS ANNUAL CONFERENCE PALM DESERT, 2010, Alexandria. Disponível em: <<http://www.ashs.org/db/horttalks/detail.lasso?id=837>>. Acesso em: 15 mar. 2011.

LÉLES, E.P.; FERNANDES, D.M.; BOAS, R.L.; GUERRINI, I.; CRUSCIOL, A.C. **Adubação foliar com silício na cultura da soja.** Disponível em: <[http://www.diadecampo.com.br/arquivos/materias/%7BBAEA558A1-2A63-498C-A536-6BBAB3B8D20B%7D\\_71\\_1.pdf](http://www.diadecampo.com.br/arquivos/materias/%7BBAEA558A1-2A63-498C-A536-6BBAB3B8D20B%7D_71_1.pdf)>. Acesso em: 18 fev. 2011.

LIMA FILHO, O.F.; TSAI, S.M. **Crescimento e produção do trigo e da aveia branca suplementados com silício.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. 34 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 41).

MA, J.F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop lants. In: DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDÖRFER, G.H. (Ed.). **Silicon in agriculture.** Amsterdam: Elsevier Science, 2001. p. 17-39.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas.** Piracicaba: Livroceres, 2006. 638 p.

- MANSFIELD, T.A.; HETHERINGTON, A.M.; ATKINSON, C.J. Some current aspects of stomatal physiology. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 41, p. 55-75, 1990.
- MAROUSKY, F.J. Vascular structure of the gerbera scape. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 181, p. 399-406, 1986.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2<sup>nd</sup> ed. San Diego: Academic Press, 1997. 889 p.
- MAYAK, S. Senescence of cut flowers. **HortScience**, Amsterdam, v. 22, n. 5, p. 863-868, 1987.
- MAYAK, S.; HALEVY, A.H. The action of kinetin in improving the water balance and delaying senescence processes of cut rose flowers. **Physiologia Plantarum**, Kopenhagen, n. 32, p. 330-336, 1974.
- MCGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **Horticultural Science**, Geneva, v. 27, p. 1254-1255, 1992.
- MERCURIO, G. **Gerbera cultivation in greenhouse**. Amsterdam: Schreurs, 2004. 206 p.
- MUÑOZ, C.E.; DAVIS, F.S.; SHERMAN, W.B. Hydraulic conductivity and ethylene production in detached flowering peach shoots. **HortScience**, Alexandria, v. 17, p. 226-228, 1982.
- NICHOLS, R. Senescence of cut carnation flower: respiration and sugar status. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 48, p. 111-121, 1973.
- NIELSEN, B.; STARKEY, K.R. Response surface models of the effects of nutrients and spacing on the quality of potted roses. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 456, p. 215-221, 1998.
- NOGUEIRA JUNIOR, S.P. Programa FloraBrasilis: base produtiva da floricultura nacional aumenta o desempenho exportador. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 79-80, 2001.
- NOWAK, J.; RUDNICKI, R.M. **Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants**. Portland: Timber Press, 1990. 210 p.
- ORGELL, W.H. The isolation of plant cuticle with pectic enzymes. **Plant Physiology**, Rockville, v. 30, n. 1, p. 78-80, 1955.
- PARUPS, E.V.; VOISEY, P.W. Lignin content and resistance to bending of pedicel in greenhouse grown roses. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 97, p. 532-534, 1972.



PAVINATO, P.S.; MARTIN, T.N.; MERLIN, A.A.; ORTIZ, S.; SIMIONATTO, C.C. Sunflower production under calcium and boron leaf application. In: INTERNATIONAL PLANT NUTRITION COLLOQUIUM, 14., 2009, Sacramento. **Proceedings...** Disponível em <<http://escholarship.org/uc/item/1f88g1v8>>. Acesso em: 18 abr. 2011.

PREESMAN gerbera varieties for sale. Disponível em: <[www.roskamhorticultura.com](http://www.roskamhorticultura.com)>. Acesso em: 12 fev. 2010.

RAVEN, J.A. The transport and function of silicon in plants. **Biological Review**, Cambridge, v. 58, p. 179-207, 1983.

REID, M. Recommendations for standardized vase life evaluations. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 113, p. 171-173, 1980.

RUDNICKI, R.M.; NOWAK, J. Vase life of *Gerbera jamesonii* Bolus cut flowers depending upon media, mineral nutrition, their morphological attributes and treatment with flower preservatives. **Acta Agrobotanica**, Lublin, v. 29, p. 289-296, 1976.

SABUGOSA, A.T. Os segredos das gérbas. **HFF & Citrus**, Jaguariúna, v. 1, n. 5, p. 18-21, out. 2004.

SANTINATO, R.; SENA, C.A.; SILVA, A.A.; CAMARGO, R.P. Efeitos de P, Ca e B via foliar no pegamento de florada e frutificação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIEIRA, 17., 1991, Campos do Jordão. **Anais...** Rio de Janeiro, IBC, 1991. p. 36-38.

SANTOS, D.S.; SILVA, V.A.; KORNDÖRFER, G.H.; SILVA, J.C. Eficiência de fontes de silício para a cultura do arroz. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, 2010. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/eficiencia%20de%20fontes.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2011.

SAVVAS, D.; MANOS, G.; KOTSIRAS, A.; SOUVALIOTIS, S. Effects of silicon and nutrient-induced salinity on yield, flower quality and nutrient uptake of gerbera grown in a closed hydroponic system. **Journal of Applied Botany**, Berlin, v. 76, n. 5/6, p. 153-158, 2002.

SHEVYAKOVA, N.I. Metabolism and the physiological role of proline in plants under conditions of water and salt stress. **Soviet Plant Physiology**, New York, v. 30, p. 597-608, 1984.

SOSA-NAN, S. **Effects of pre- and postharvest calcium supplementation on longevity of sunflower (*Helianthus annuus* cv. Superior Sunset)**. 2007. 94 p. Thesis (Master of Science Graduate Faculty) - Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, Louisiana, 2007.

STEINITZ, B. The influence of sucrose and silver ions on dry weight, fiber and lignin contents, and stability of cut gerbera flower stalks. **Gartenbauwissenschaft**, Wiesbaden, v. 48, p. 67-71, 1984.

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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 5<sup>th</sup> ed. Sinauer Associates, 2010. 782 p.

VAN DER HEIJDEN, G.W.A.M.; VAN DER VOOREN, J.G.; VAN DER WIEL, C.C.M. Measuring cell wall dimensions using distance transform. **Annals of Botany**, Oxford, v. 75, p. 545-552, 1995.

VAN DOORN, W.G.; DE WITTE, Y. Effects of bacteria on scape bending in cut *Gerbera jamesonii* flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Geneva, v. 119, n. 3, p. 568-571, 1994.

VOOGT, W.; SONNEVELD, C. Silicon in horticultural crops grown in soilless culture. In: DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDÖRFER, G.H. (Ed.). **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. p. 115-131.

WERNETT, H.C. **Genetics and breeding of postharvest longevity in cut flowers of *gerbera* x *hybrid*** Hort. 1990. 128 p. Thesis (Doctor of Philosophy) – University of Florida, Gainesville, 1990.

WITTWER, S.H.; TEUBNER, F.G. Foliar absorption of mineral nutrients. **Annual Review of Plant Physiology**, Stanford, v. 10, p. 13-30, 1959.

WÓJCIK, P. Uptake of mineral nutrients from foliar fertilization (Review). **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, Skierniewice, v. 12, p. 201-218. 2004.