

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

**Influência do cálcio e do silício via fertirrigação na produção e qualidade de
flores cortadas de gérbera**

Sueyde Fernandes de Oliveira

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

**Piracicaba
2011**

Sueyde Fernandes de Oliveira
Engenheira Agrônoma

Influência do cálcio e do silício via fertirrigação na produção e qualidade de flores cortadas de gérbera

Orientadora:
Profa. 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**

Oliveira, Sueyde Fernandes de

Influência do cálcio e do silício via fertirrigação na produção e qualidade de flores cortadas de gérbera / Sueyde Fernandes de Oliveira. - - Piracicaba, 2011.
62 p. : il.

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

1. Cálcio 2. Fertirrigação 3. Flores de corte 4. Gérbera - Produção - Qualidade
5. Nutrição vegetal 6. Nutrientes - Acumulação 7. Silício I. Título

CDD 635.9355
O48i

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

Aos meus pais, Eunice Antonio dos Santos de Oliveira e Manoel Antonio Fernandes de Oliveira, pelo amor, carinho e conselhos oferecidos nos momentos mais difíceis, e por sempre me apoiarem nas minhas decisões!! É difícil dizer em palavras toda a gratidão....

Dedico

Chega o momento de alcançarmos a vitória maior e é aí que descobrimos o quanto ainda somos pequenos e temos que aprender, pois cada conquista nossa

abre as portas para a construção de um novo sonho...

(autor desconhecido)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por se fazer presente em todos os momentos firmes e trêmulos da minha vida.

À minha orientadora Prof. Dra. Simone da Costa Mello, pelos ensinamentos transmitidos durante estes anos, que me ajudaram a realizar este trabalho, mas principalmente por acreditar na minha capacidade.

À Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ-USP), por me fornecer esse gigantesco espaço e professores capacitados que me ajudaram a subir mais um degrau da vida.

À Coordenação do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia pela oportunidade de fazer o curso e à secretária Luciane Lopes Toledo pelo suporte e paciência.

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 Fundação de Amparo a Pesquisa (FAPESP) pela concessão do auxílio financeiro.

Aos professores da ESALQ-USP, em especial ao Prof. Dr. Keigo Minami, pelos conhecimentos transmitidos, e aos funcionários Paulo Elisabete Sarkis São João, Paulo Jaoude, Maria Célia Rodrigues, Aparecido Donizete Serrano, José Benedito Casarolo, Gerson Alexandre de Almeida, José Nivaldo dos Santos, José Galdêncio Stenico, Antonio Pereira Goulart, Liliane de Diana Teixeira, Marli Kasue Misaki Soares, Maria das Graças Ongarelli, Ednéia C.S. Mondoni e Lurdes A.D. Gonzáles, pela colaboração em algumas etapas do experimento.

À Empresa Plant Defender pela doação dos fertilizantes usados durante o experimento.

À Equipe de Divisão de Biblioteca e Documentação pelo suporte e padronização da dissertação nas normas da ABNT.

Aos meus companheiros da Pós-graduação: Mateus, Luigi, Ester, Rafael, Ricardo (Cimidão), Roberto, Cleucione e Denis, e a todos os estagiários do GEPOL (Grupo de Estudos e Práticas em Olericultura), Raquel (Mil-gols), Natália (Magmatika), Guilherme (3-Pontin), Alcides (Xernobil), Bruna (KY), Ivan (Viaduto), Lucas (Fórmen), Ana Carolina (Koróti), Bianca (Faço-nada), Grazielle (Salsinha), Fábio (Xiri), Caroline (Da marxa), sem os quais esses anos não teriam sido tão divertidos. Muito obrigada pela amizade!

À toda a minha família, em especial aos meus pais e minha irmã Aline, por me desejarem sempre o melhor, e me proporcionarem tantos momentos felizes.

Às minhas grandes amigas Ana Elisa, Maridélia, Narimã, Olivia, Ana Carolina, Kaysi, Iara, Natália, Cintia e Aila, com as quais dividi medos, incertezas e inseguranças...e somei entusiasmos, forças e alegrias. Muito obrigada pela amizade!

Ao meu namorado Renato, pelo companheirismo e paciência durante todos os momentos difíceis, e principalmente pelos momentos maravilhosos ao meu lado.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Produção de flores cortadas de gérbera.....	19
2.2 Qualidade de flores cortadas de gérbera.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Localização e instalação do experimento.....	23
3.2 Delineamento experimental.....	23
3.3 Material de propagação.....	24
3.4 Descrição do sistema de cultivo.....	24
3.5 Solução nutritiva a partir de fertilizantes minerais.....	26
3.6 Condução do experimento.....	27
3.7 Avaliações.....	28
3.7.1 Fase vegetativa.....	28
3.7.2 Fase reprodutiva.....	29
3.7.3 Pós-colheita das flores.....	29
3.7.4 Estudo de anatomia das hastes florais.....	30
3.8 Análise dos resultados.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 Crescimento da planta.....	31
4.2 Qualidade comercial.....	34
4.3 Acúmulo de nutrientes.....	37
4.4 Pós-colheita.....	48
4.5 Estudos de anatomia das hastes florais.....	52
5 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	57

RESUMO

Influência do cálcio e do silício via fertirrigação na produção e qualidade de flores cortadas de gérbera

Com o objetivo de estudar o efeito do Ca e do Si via fertirrigação no desenvolvimento, produção e qualidade de gérbera de corte, um experimento foi conduzido em casa de vegetação no período compreendido entre 18 de novembro de 2009 a 4 de setembro de 2010. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, sendo os tratamentos constituídos por três níveis de Ca (7,5; 10 e 12,5 mmol L⁻¹) e quatro níveis de Si (0; 2,95; 4,43 e 5,89 mmol L⁻¹), aplicados via solução nutritiva, avaliados em quatro épocas, com três repetições. O cultivo da gérbera foi realizado em vasos plásticos de 5L, preenchidos com fibra de coco. A partir do início das aplicações, na fase reprodutiva, foi registrado semanalmente o número de hastes florais por planta. No final da fase vegetativa, foram avaliados o número de folhas, a área foliar, a massa seca e os teores de nutrientes nas folhas. O crescimento e produção da gérbera na fase reprodutiva foram avaliados pelo número de folhas, área foliar, massa seca das folhas, hastes e capítulos. Nesses mesmos períodos também foram determinados os teores de nutrientes nas folhas, hastes e capítulos florais, longevidade e perda de massa das flores no período pós-colheita, além da qualidade das flores em seu ponto de colheita, avaliada através do comprimento e diâmetro da haste, diâmetro do capítulo e intensidade da coloração das pétalas (L, C, a, b e h°). O acúmulo de macronutrientes e micronutrientes não sofreram influência da aplicação de Ca e Si durante o período de cultivo, seguindo a ordem de extração K>N>Ca>Mg>P>S, para os macronutrientes, e Fe>Mn>B>Zn>Cu>Si, para os micronutrientes. O Si aplicado semanalmente via solução nutritiva durante o cultivo da gérbera aumentou a vida pós-colheita de flores coletadas aos 210 dias após o transplante.

Palavras-chave: *Gerbera jamesonii*; Flor de corte; Nutrição; Acúmulo de nutrientes

ABSTRACT

Influence of calcium and silicon fertirrigation in the production and quality of cut gerbera

Aiming to evaluate the effect of Ca and Si fertirrigation in the development, growth and quality of cut gerbera, one experiment was conducted in a greenhouse in period between November 18, 2009 and September 4, 2010. The experimental design was in blocks randomized, in split plot in time, being the treatments three doses of Ca (7,5; 10 e 12,5 mmol L⁻¹) and four doses of Si (0; 2,95; 4,43 and 5,89 mmol L⁻¹), applied nutrient solution, valued at four times, with three replication. The cultivation of gerbera was held in plastic pots 5L, containing coconut fiber. At the beginning of the application, in the reproductive phase, weekly it was registered the number of flower stems per plants. At the end of vegetative phase, were evaluated the number of leaves, leaf area, dry mass and nutrient content of leaves. Gerbera growth and production in the reproductive phase were evaluated for number of leaves, leaf area, dry mass of leaves, stems and chapters. In those periods were also evaluated nutrient content of leaves, stems and chapters, vase longevity and mass loss of flowers in the postharvest period, besides flower stem quality on its harvest point, evaluated by the length and diameter stem, diameter chapter and intensity of petals coloration (L, C, a, b e h°). The accumulation of macronutrients and micronutrients were not influenced by Ca and Si application during the growth period, following the order extraction K>N>Ca>Mg>P>S, for macronutrients, and Fe>Mn>B>Zn>Cu>Si, for micronutrients. The Si applied weekly nutrient solution during the gerbera growth increased postharvest flowers collected at 210 days after transplant.

Keywords: *Gerbera jamesonii*; Cut flower; Nutrition; Nutrient accumulation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vista geral da área experimental.....	26
Figura 2 – Número de folhas por planta, área foliar, massa seca de folhas, massa seca de hastes, massa seca de capítulos e massa seca total em função do período de cultivo.....	33
Figura 3 – Acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio nas hastes, capítulos, folhas e na planta total em função do período de cultivo.....	43
Figura 4 – Acúmulo de cálcio, magnésio e enxofre nas hastes, capítulos, folhas e na planta total em função do período de cultivo.....	44
Figura 5 – Acúmulo de boro, manganês e ferro nas hastes, capítulos, folhas e na planta total em função do período de cultivo.....	45
Figura 6 – Acúmulo de manganês, zinco e silício nas hastes, capítulos, folhas e na planta total em função do período de cultivo.....	46
Figura 7– Acúmulo de manganês nos capítulos em função das doses de Si e do período de cultivo.....	47
Figura 8 – Acúmulo de silício nas folhas e na planta total em função das doses de Ca e do período de cultivo.....	47
Figura 9 – Número de flores aos 90 DAT, 150 DAT e 210 DAT em função dos dias de avaliação pós-colheita.....	49
Figura 10 – Massa das flores de gérbera ‘Shania’ aos 90, 150 e 210 DAT em função dos dias de avaliação pós-colheita.....	51
Figura 11 – Haste de gérbera de corte no padrão de comercialização e haste com lígulas murchas e presença de manchas e doenças.....	52
Figura 12 – Seções transversais de hastes florais de gérbera, na região situada entre 12 e 15 cm do capítulo floral, mostrando a disposição dos feixes vasculares.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Concentrações dos fertilizantes contendo Ca e Si correspondentes aos tratamentos...	23
Tabela 2 – Análises químicas e físicas do substrato Golden Mix Misto (Tipo 98).....	25
Tabela 3 – Concentrações dos fertilizantes para a fase vegetativa de gérbera.....	27
Tabela 4 – Concentrações dos demais fertilizantes para a fase reprodutiva de gérbera.....	27
Tabela 5 – Valores de F para o número de folhas por planta, área foliar por planta, massa seca de folhas por planta, massa seca de hastes, massa seca de capítulos, massa seca total e produção de gérbera “Shania”	32
Tabela 6 – Valores de F para o diâmetro do capítulo, comprimento da haste, diâmetro da haste, luminosidade, componentes cromáticos “a” e “b”, cromaticidade e ângulo Hue de gérbera “Shania”, aos 90 dias após o transplante das mudas.....	35
Tabela 7 – Valores de F para o diâmetro do capítulo, comprimento da haste, diâmetro da haste, luminosidade, componentes cromáticos “a” e “b”, cromaticidade e ângulo Hue de gérbera “Shania”, aos 150 dias após o transplante das mudas.....	35
Tabela 8 – Valores de F para o diâmetro do capítulo, comprimento da haste, diâmetro da haste, luminosidade, componentes cromáticos “a” e “b”, cromaticidade e ângulo Hue de gérbera “Shania”, aos 210 dias após o transplante das mudas.....	36
Tabela 9 – Componente cromático “a” e cromaticidade em função das doses de Ca, aos 90 dias após o transplante das mudas de gérbera.....	36
Tabela 10 – Comprimento da haste em função das doses de Si, aos 150 dias após o transplante das mudas de gérbera.....	36
Tabela 11– Valores de F para o acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Si nos capítulos florais de gérbera “Shania”.....	38
Tabela 12 – Valores de F para o acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Si nas hastes florais de gérbera “Shania”.....	38
Tabela 13 – Valores de F para o acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Si nas folhas de gérbera “Shania”.....	39
Tabela 14 – Valores de F para o acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Si nas plantas de gérbera “Shania”.....	39

Tabela 15 – Valores de F para o número de flores permanentes coletadas aos 90, 150 e 210 DAT de gérbera “Shania”	48
Tabela 16 – Valores de F para perda de massa de flores coletadas aos 90, 150 e 210 DAT de gérbera “Shania”	50
Tabela 17 – Valores de F para o número de feixes vasculares em hastes florais de gérbera “Shania”	52

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de flores e plantas ornamentais constitui-se num dos segmentos produtivos agroindustriais mais promissores, apresentando-se como alternativa eficiente para o desenvolvimento econômico e social (NOGUEIRA JUNIOR, 2001; STRINGHETA et al., 2002). A Floricultura Nacional movimentada em torno de 1,1 bilhões de dólares ao ano no mercado interno, o qual absorve aproximadamente 90% da produção nacional de flores e plantas ornamentais (JUNQUEIRA; PEETZ, 2007).

Com relação às exportações de flores e plantas ornamentais, o Brasil tem mantido um crescimento sustentado das exportações, atingindo o valor de US\$ 28,68 milhões em 2010, sendo que as flores e botões de corte representam 2,19% desse total. Para o grupo de flores de corte, em que as gérberas estão incluídas, os principais países importadores foram: Holanda (61,15%), EUA (21,05%), Portugal (12,91%), Canadá (4,81%) e Alemanha (0,08%) (JUNQUEIRA; PEETZ, 2010).

No Estado de São Paulo, maior produtor e consumidor de flores e plantas ornamentais (ANEFALOS; GUILHOTO, 2003), a exportação de flores cortadas de gérbera encontra-se em pleno crescimento, onde os produtores cultivam variedades competitivas no mercado externo, provenientes de mudas adquiridas de empresas representantes de híbridos internacionais (SABUGOSA, 2004).

A contínua expansão do mercado interno e das exportações de flores pelo Brasil depende do aumento da demanda dos consumidores atuais e da conquista de novos mercados, por meio da disponibilidade no mercado de produtos diferenciados. Tanto o mercado externo, como o interno, exige flores de qualidade, tanto em estética como sanitária, e com longevidade pós-colheita adequada (JOINER; POOLE; CONOVER, 1983; NOWAK; RUDNICKI, 1990). Assim, os produtores têm se preocupado com o manejo da cultura, buscando tecnologias que levem ao aumento da produtividade e da qualidade.

O cultivo de flores e plantas ornamentais é controlado direta ou indiretamente pela temperatura, luminosidade, fotoperíodo, disponibilidade de água e nutrientes e, ainda, pela interação entre esses fatores.

Na gérbera, o manejo da solução nutritiva é fundamental para a obtenção de elevada qualidade e produtividade das flores (LUDWIG et al., 2009), sendo necessário o conhecimento

das concentrações dos nutrientes e da relação entre eles (BARBOSA, 2009), para a realização de uma adubação eficiente.

As informações sobre a nutrição de gérbera de corte na literatura ainda são escassas, principalmente a nível nacional. Assim, este trabalho teve como objetivo estudar o efeito do Ca e do Si via fertirrigação no desenvolvimento, produção e qualidade de gérbera de corte.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produção de flores cortadas de gérbera

A gérbera apresenta crescimento em roseta, com surgimento do botão floral nas axilas das folhas (INFOAGRO, 2007). As inflorescências são altamente decorativas, com grande variedade de formas e cores, sustentadas por hastes longas, sem folhas. A inflorescência é um capítulo formado por flores tubuladas no centro e liguladas nas bordas. Atualmente, a demanda preferencial do mercado quanto à coloração das pétalas é a seguinte: vermelho (22%), amarelo (18%), lilás (17%), laranja (14%), rósea (13%) e outras (16%), conforme Ferreira¹ (informação verbal).

A gérbera de corte é propagada por cultura de tecidos, que proporciona mudas uniformes e com boa sanidade. A propagação por sementes ou divisão de touceiras também pode ser feita, no entanto, apresenta alguns inconvenientes para a produção comercial, como o baixo rendimento na formação de mudas, sendo insuficiente para atender a demanda de material para instalação e renovação da cultura (OLDONI, 2009).

Na produção comercial de flores cortadas de gérbera são utilizadas mudas que após dois a três meses de desenvolvimento vegetativo iniciam a emissão dos botões florais e permanecem em cultivo, em média, por dois anos. A colheita de flores ocorre durante o ano todo, mas com produção diferenciada de capítulos entre o verão e o inverno (ROGERS; TJIA, 1990; SABUGOSA, 2004).

Para a produção de flores de elevada qualidade são necessárias condições adequadas de temperatura e luminosidade. A temperatura do ar influencia a taxa inicial de alongamento da haste floral e a duração de período requerido para o desenvolvimento do capítulo, enquanto que a temperatura do substrato influencia o intervalo entre o aparecimento dos capítulos, o comprimento final da haste floral e o diâmetro dos capítulos (TESI, 1977; BERNINGER, 1979; ROGERS; TJIA, 1990). 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. A intensidade luminosa deve ser mantida entre 40 e 60 mil lux, sendo que intensidades inferiores ou superiores provocam queda na produção de flores. Para o controle da luminosidade e da temperatura, é

¹FERREIRA, G.A. Flores Bakker. Holambra, SP. 2007.

recomendado o uso de telas aluminizadas e de sistema resfriativo em regiões quentes (SABUGOSA, 2004).

A gérbera requer substratos com alta capacidade de retenção de água e boa drenagem. A faixa de pH recomendada para o substrato de cultivo é de 5,5 a 6,5 (ROGERS; TJIA, 1990). Entretanto, Savvas et al. (2003) relatam que a gérbera é propensa a deficiência de Mn e Cu, quando os valores do pH na zona radicular encontram-se acima de 6,0. As cultivares de gérbera diferem quanto à tolerância aos sais (BOAS et al., 1995), mas, em geral, a espécie pode ser considerada de sensibilidade mediana (PARADISO et al., 2003).

Atualmente, no Estado de São Paulo, aproximadamente 50% da produção de flores cortadas de gérbera é desenvolvida em vasos preenchidos com fibra de coco, pois este substrato apresenta excelente drenagem, alta capacidade de retenção de água e baixa capacidade de troca de cátions, além de elevada estabilidade (MEEROW, 1994).

A gérbera, em geral, é considerada medianamente exigente em nutrientes (ROGERS; TJIA, 1990). O conteúdo de nutrientes nas folhas, para o crescimento adequado das plantas, durante o estágio de produção de flores, encontra-se entre 2,5 e 4,9% para N; entre 0,25 e 0,62% para P; entre 3,9 e 5,0% para K; entre 1,0 e 2,0% para Ca e entre 0,24 e 0,63% para Mg (DE KREIJ et al., 1990).

Segundo Oldoni (2008), a extração de macronutrientes pelas plantas de gérbera decresceu na ordem: K>N>Ca>P>Mg>S (320; 191; 115; 33; 27,4; 15, mg planta⁻¹); enquanto que a de micronutrientes decresceu na ordem: Fe>B>Mn>Zn>Cu (4.952;480;264;261;38, µg planta⁻¹).

2.2 Qualidade de flores cortadas de gérbera

A qualidade de flores de corte envolve uma série de atributos, enquadrados em fatores pré-colheita, como escolha da cultivar, ambiente de cultivo, nutrição e sanidade; fatores durante a colheita, como temperatura e estágio de maturação das hastes; e fatores pós-colheita, como redução do calor de campo, beneficiamento, classificação, embalagem e armazenamento (CUQUEL; FINGER; LOGIS, 2009).

Vários parâmetros são utilizados na classificação de flores cortadas de gérbera, como comprimento e firmeza da haste floral e sanidade das flores (MOTOS, 2000). Conforme o padrão Ibraflor de qualidade, as flores cortadas de gérberas são classificadas em Extra-A1 (haste floral firme e reta, com comprimento mínimo de 40 cm e capítulo livre de sintomas de mofo-cinzeno)

e Classe I-A2 (haste floral firme e reta, com comprimento mínimo de 30 cm, com sintomas leves de doenças que não comprometem a durabilidade e o aspecto do produto), demonstrando a importância da ausência do mofo-cinza nos capítulos e da curvatura da haste durante a fase de comercialização e de pós-colheita (MOTOS, 2000).

A curvatura da haste floral, entre 10 e 15 cm abaixo da inserção do capítulo, é uma desordem comum na pós-colheita de flores de gérbera, resultando na senescência prematura das flores. O processo de senescência natural em flores cortadas é caracterizado pela murcha de lígulas do capítulo (DE JONG, 1978; VAN MEETEREN, 1978; MAROUSKY, 1986).

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, a curvatura da haste tem sido associada às características anatômicas da haste, como número de feixes vasculares, 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 WITT, 1994), à nutrição mineral e às variações ambientais de intensidade luminosa, 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 da curvatura, aumentando a longevidade pós-colheita (PARUPS; VOISEY, 1976). Em gérbera, o atraso na ocorrência da curvatura é muito importante para manutenção da qualidade e durabilidade pós-colheita das flores (RUDNICK; NOWAK, 1976).

O Ca tem importante função na qualidade das flores (GISLEROD, 1999), sendo essencial para a permeabilidade das membranas e manutenção da integridade estrutural da parede celular (MALAVOLTA, 2006). O Ca liga-se à pectina da lamela média, originando o pectato de cálcio e formando uma estrutura de parede com elevada resistência mecânica (DEMATRY; MORGAN; THELLIER, 1984). Além disso, esse nutriente retarda a senescência de flores cortadas de gérbera (GERASOPOULOS; CHEBLI, 1999).

O Ca se acumula principalmente nos órgãos de maior transpiração, que são as folhas, pois sua distribuição na planta é realizada via xilema, sendo considerado de baixa mobilidade no floema. Dessa forma, o fluxo desse elemento para os órgãos reprodutivos, como as flores, 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).

Aplicações de cloreto de cálcio a 1,5%, dirigidas para as hastes florais de gérbera em desenvolvimento, aumentaram o conteúdo de Ca nesses órgãos, e reduziram a ocorrência da curvatura (GERASOPOULOS; CHEBLI, 1999).

O Si, embora não seja considerado um elemento essencial para a nutrição das plantas, segundo a definição clássica de essencialidade, tem sido frequentemente aplicado por proporcionar diversos efeitos benéficos, como a formação de folhas eretas e com maior capacidade fotossintética, aumento no teor de clorofila em dicotiledôneas, redução na transpiração e na perda de água, aumento na resistência mecânica dos tecidos e maior resistência à doenças (EPSTEIN, 1999; MALAVOLTA, 2006).

O Si é absorvido pela planta como ácido silícico (H_4SiO_4) e translocado no xilema, preferencialmente, para as folhas maduras. Ele é depositado nas células das paredes dos vasos do xilema, o que pode evitar o colapso desse órgão quando a planta transpira excessivamente. O Si acumula-se nas paredes celulares e espaços intercelulares, principalmente, das áreas de maior transpiração, na forma de sílica amorfa hidratada ($SiO_2.nH_2O$) ou como fitólitos tridimensionais, o que impede ou reduz sua mobilidade no floema (TAIZ; ZEIGER, 2004; KORNDORFER; PEREIRA; CAMARGO, 2004; MALAVOLTA, 2006).

A aplicação de Si, principalmente em cultivos de substratos, aumenta a tolerância ao estresse hídrico e proporciona hastes florais mais grossas e com menor ocorrência de curvatura. Savvas et al. (2002) verificaram que a adição de Si (1,25 mM) na solução nutritiva durante a produção de gérbera resultou na produção de hastes florais significativamente mais grossas e no menor número de hastes com curvatura, provavelmente devido ao esforço da parede celular pela deposição de Si.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e instalação do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na área experimental do Departamento de Produção Vegetal, da ESALQ/USP, em Piracicaba (SP). A estufa tem 28 m de comprimento; 12,80 m de largura e 3,4 m de altura na lateral, apresentando malha aluminizada com movimentação manual. Para sua cobertura foi empregado um filme plástico com proteção UV. O controle da temperatura foi realizado por meio de sistema resfriativo, para manter a temperatura em torno de 27°C durante o desenvolvimento da planta.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos foram constituídos por três níveis de Ca (7,5; 10 e 12,5 mmol L⁻¹) e quatro níveis de Si (0; 2,95; 4,43 e 5,89 mmol L⁻¹), aplicados via solução nutritiva, e as subparcelas foram constituídas de quatro épocas de avaliação ao longo do ano, com três repetições (30 vasos por unidade experimental). A fonte de Ca foi o Librel (9,5% Ca) e a de Si foi o FertiSil (12% K₂O solúvel em água – 165,6g L⁻¹ e 12% de Si solúvel em água – 165,6g L⁻¹), cujas concentrações desses fertilizantes correspondentes às doses de Ca e Si estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Concentrações dos fertilizantes contendo Ca e Si correspondentes aos tratamentos

Fertilizante	Concentrações de Ca (mmol L ⁻¹)			
		7,5	10	12,5
Librel (9,5% Ca)	Concentrações do fertilizante (mg L ⁻¹)			
	300	400	500	
	Concentrações de Si (mmol L ⁻¹)			
	0	2,95	4,43	5,89
FertiSil (12% K ₂ O e 12% Si solúveis em água)	Concentrações do fertilizante (mL L ⁻¹)			
	0	0,5	0,75	1,0

3.3 Material de propagação

A cultivar de gérbera de corte utilizada foi a Shania®, que apresenta capítulos com 10 a 12 cm de diâmetro, lígulas de coloração vermelha e haste floral com 65 cm de comprimento. A cultivar foi escolhida por apresentar excelente aceitação no mercado nacional e internacional.

3.4 Descrição do sistema de cultivo

O cultivo da gérbera foi realizado 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 – Misto, tipo 98, Amafibra®), o qual apresenta textura extremamente grosseira. Uma amostra do substrato foi enviada para o laboratório de Fertilizantes, Corretivos e Resíduos Orgânicos do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas (ESALQ/USP), para a realização das análises químicas (pH; condutividade elétrica; matéria orgânica total; carbono total; teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cl, Fe, Mn, Zn, Na e Si; relação C/N), apresentadas na tabela 2. As características físicas foram fornecidas pela Empresa Amafibra®.

Tabela 2 - Análises químicas e físicas do substrato Golden Mix Misto, Tipo 98

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	UMIDADE	BASE SECA	
	NATURAL	60-65 °C	110 °C
pH em CaCl ₂ 0,01M	5,8	-	-
Umidade perdida a 60-65°C (%)	21,62	-	-
Umidade perdida entre 65 e 110 °C (%)	5,13	-	-
Umidade total (%)	26,75	-	-
Matéria orgânica total (combustão)(%)	69,35	88,48	94,68
Carbono total (orgânico e mineral)(%)	38,53	49,16	52,60
Carbono orgânico (%)	37,06	47,28	50,59
Resíduo mineral total (%)	3,90	4,98	5,32
Resíduo mineral insolúvel (%)	1,34	1,71	1,83
Resíduo mineral solúvel (%)	2,56	3,27	3,49
Nitrogênio total (%)	0,55	0,70	0,75
Fósforo (P ₂ O ₅) total (%)	0,27	0,34	0,37
Potássio (K ₂ O) total (%)	0,62	0,79	0,85
Cálcio (Ca) total (%)	0,80	1,02	1,09
Magnésio (Mg) total (%)	0,14	0,18	0,19
Enxofre (S) total (%)	0,14	0,18	0,19
Relação C/N (C total e N total)	70/1	70/1	70/1
Relação C/N (C orgânico e N total)	67/1	67/1	67/1
Cobre (Cu) total (mg kg ⁻¹)	29	37	40
Manganês (Mn) total (mg kg ⁻¹)	89	114	122
Zinco (Zn) total (mg kg ⁻¹)	58	74	79
Ferro (Fe) total (mg kg ⁻¹)	1120	1429	1529
Boro (B) total (mg kg ⁻¹)	15	19	20
Sódio (Na) total (mg kg ⁻¹)	502	640	685
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
Umidade com base em peso a 1 kPa (%)	76	-	-
Umidade com base em volume a 1 kPa (%)	74	-	-
Densidade (kg m ⁻³)	92	-	-
Porosidade total (%)	94	-	-

Os vasos foram colocados sobre tijolos de cerâmica (Figura 1), a fim de permitir o escoamento da solução nutritiva drenada. A irrigação foi feita por gotejamento, através de gotejadores autocompensados com quatro emissores (vazão de 1 L hora⁻¹ por emissor), sendo que

a quantidade de água aplicada diariamente foi calculada pela diferença de peso do vaso entre duas irrigações, com o objetivo de manter o nível de umidade na capacidade de recipiente. Para isso, foram amostrados 10% dos vasos para pesagem em balança digital.

As fertirrigações foram realizadas diariamente, através de soluções nutritivas com condutividade elétrica (CE) em torno de $1,4 \text{ dS m}^{-1}$. Foi realizado o monitoramento da salinidade e do pH através da coleta da água de drenagem três vezes por semana.



Figura 1 - Vista geral da área experimental. Piracicaba (2010)

3.5 Solução nutritiva a partir de fertilizantes minerais

Na tabela 3 encontram-se os fertilizantes e suas concentrações utilizados para o preparo da solução nutritiva empregada na fase vegetativa, que foram misturados no momento da aplicação para a obtenção da solução final.

Tabela 3 - Concentrações dos fertilizantes para a fase vegetativa de gérbera

Fertilizante	Concentração (g 1000L⁻¹)
Nitrato de cálcio (20% Ca; 15,5% N)	820,0
Nitrato de potássio (36,5% K ₂ O; 13%N)	410,0
Fosfato monopotássico (MKP) (34% K ₂ O; 52% P ₂ O ₅)	164,0
Nitrato de magnésio (9,4% Mg; 10,5%N)	114,8
Sulfato de magnésio (10% Mg; 13%S)	410,0
Conmicros*	25,0
Libfer (7% Fe)	16,0

* Fe-EDTA 7,26%; Cu-EDTA 1,82%; Zn-EDTA 0,73%; Mn-EDTA 1,82%; B 1,82%; Mo 0,36%; Ni 0,335%.

Na fase reprodutiva foram empregadas as quantidades dos fertilizantes descritos na tabela 4. Nesse período deu-se início à aplicação dos tratamentos, sendo que o Ca foi aplicado quatro vezes por semana e o Si semanalmente, sendo ambos aplicados isoladamente.

Tabela 4 - Concentrações dos demais fertilizantes para a fase reprodutiva de gérbera

Fertilizante	Concentração (g 1000L⁻¹)
Nitrato de potássio	410,0
Fosfato monopotássico (MKP)	164,0
Nitrato de magnésio	547,5
Nitrato de amônio	228,8
Conmicros*	25,0
Libfer (7% Fe)	16,0

* Fe-EDTA 7,26%; Cu-EDTA 1,82%; Zn-EDTA 0,73%; Mn-EDTA 1,82%; B 1,82%; Mo 0,36%; Ni 0,335%.

3.6 Condução do experimento

3.6.1 Produção de mudas e transplante

As mudas foram produzidas pelo cultivo de meristemas *in vitro*, e deixadas em laboratório entre 28 de outubro e 13 de novembro de 2009. Posteriormente foram transferidas para a casa-de-vegetação, para o seu desenvolvimento e climatização. Em 18 de novembro de 2009 foram transplantadas para os vasos definitivos.

3.6.2 Controle de pragas e doenças

O controle químico de pragas e doenças foi efetuado através do monitoramento da área, empregando-se os seguintes defensivos agrícolas: Abamectina (Vertimec), Deltametrina (Decis 25EC), Lufenurom (Match EC), Buprofezina (Applaud 250), para o controle de lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*), Ácaro Branco (*Polyphagotarsonemus latus*), Ácaro Rajado (*Tetranychus urticae* Koch), Tripes (*Frankliniella spp.*), Mosca-branca (*Bemisia tabaci*) e Lesma; Iprodiona (dicarboximida) (Rovral SC), Clorotalonil+tiofanato metílico (Cerconil), difenoconazol (Score), usados no controle do Mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) e Oídio (*Oidio spp.*).

3.6.3 Colheita

A colheita das flores foi realizada semanalmente quando elas atingiram o ponto de comercialização, caracterizado pela presença de duas fileiras de flores tubulares completamente abertas. Foi iniciada em 03/03/10 (início da fase reprodutiva), estendendo-se até o dia 04/09/10. Para a obtenção da produção, foram avaliadas 10 plantas por parcela.

3.7 Avaliações

3.7.1 Fase Vegetativa

3.7.1.1 Crescimento da planta

No final da fase vegetativa (visualização da 1ª gema floral em cada planta), aos 60 dias após o transplante (DAT), foram amostrados três vasos por parcela, para avaliação do número de folhas planta⁻¹, área foliar total (usando-se medidor de área foliar LI-3100) e massa seca de folhas, obtida por meio da secagem em estufa a 65°C.

3.7.1.2 Teores e quantidades de nutrientes extraídos

A massa seca das folhas, após pesagem, foi moída 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). A partir dos dados obtidos foram calculadas as extrações dos nutrientes pelas folhas.

3.7.2 Fase reprodutiva

3.7.2.1 Produtividade

As flores foram coletadas semanalmente para a determinação da produção total por planta, expressa em número de flores por planta.

3.7.2.2 Crescimento e distribuição de massa seca na planta

A cada dois meses (90, 150 e 210 DAT) foram amostrados três vasos por parcela, com o objetivo de determinar: número de folhas por planta, área foliar, massa seca de folhas, hastes florais e capítulos, conforme descrito no item 3.6.1.1. A massa seca total da planta (g) foi obtida pela soma da massa seca das partes da planta.

3.7.2.3 Teores e quantidades de nutrientes extraídos

A massa seca das partes da planta, após secagem, foi moída 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 extraídos.

3.7.2.4 Qualidade comercial

Foi avaliada a qualidade comercial das flores produzidas a cada intervalo de 60 dias. No ponto de colheita, quando o capítulo apresentou duas fileiras de flores tubuladas completamente abertas (DE JONG, 1978), foram avaliados: o diâmetro do capítulo, o comprimento da haste floral (medida da base até o receptáculo floral) e o seu diâmetro. A intensidade da coloração das pétalas foi realizada tomando-se cinco medidas de coloração por repetição com o auxílio de um colorímetro, usando o sistema CIE, o qual emite os dados de luminosidade (L); o ângulo Hue (h°); os parâmetros a e b, e a cromaticidade (C).

3.7.3 Pós-colheita das flores

De cada parcela foram colhidas cinco hastes florais que foram transportadas em baldes com água destilada para o laboratório, padronizadas quanto ao comprimento da haste floral, etiquetadas e pesadas. Em seguida, as hastes foram colocadas em vasos de vidro contendo água destilada e hipoclorito de sódio, a qual foi renovada a cada três dias até o término do experimento (VAN DOORN; DE WITTE, 1994). As hastes florais foram mantidas em câmara a $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e

umidade relativa do ar de 60-70% com 12 horas de iluminação diária, sob lâmpadas fluorescentes ($15 \text{ micromol s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ PAR}$), conforme as normas internacionais de padronização para avaliação de flores cortadas (REID, 1980).

Nessa etapa foram avaliadas a perda de massa acumulada e a longevidade comercial das hastes, determinada pelo número de dias para o aparecimento dos seguintes sintomas: haste com pétalas desbotadas e/ou escurecidas; presença de manchas e/ou doenças; haste murcha; haste muito curvada ou tombada; haste com mais da metade dos discos florais visivelmente abertos.

3.7.4 Estudos de anatomia das hastes florais

No ponto de colheita foram coletadas cinco hastes florais por parcela, para a realização de estudos anatômicos das hastes, na região compreendida entre o receptáculo e 10 cm abaixo dele. Para isso, as amostras foram submetidas a secções transversais em micrótono de deslize. Os cortes obtidos foram clarificados com hipoclorito de sódio a 20%, corados com azul de Astra a 1% e safranina a 0,03%, respectivamente, e montados em gelatina glicerinada entre lâmina e lamínula (KRAUS; ARDUIN, 1997; KAISER, 1880).

Foram avaliadas as alterações anatômicas na região dos feixes vasculares, decorrentes da aplicação de Si e, número dos feixes vasculares da haste, segundo metodologia de Marousky (1986).

3.8 Análise dos resultados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos fatores doses de Ca e Si comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5%. Para o fator tempo, as médias foram submetidas à análise de regressão polinomial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Crescimento da planta

A análise de variância não acusou efeito significativo entre os tratamentos aos 60, 90, 150 e 210 dias após o transplante das mudas (DAT) para o número de folhas, área foliar, massa seca de folhas, massa seca de hastes, massa seca de capítulos, massa seca total e número de flores por planta (Tabela 5).

O número de folhas, a massa seca das plantas, a produção e a qualidade das inflorescências de copo-de-leite, também não aumentaram pelo uso de doses de Si incorporado no substrato (25, 50, 75 e 100 mg dm⁻³) (ALMEIDA et al., 2009). Em mini rosas, fontes e doses de Ca (nitrato de cálcio e cálcio quelatizado; 125; 250 e 500 mg L⁻¹ da Ca) e de Si (Si quelatizado e silicato de potássio; 125; 250 e 500 mg L⁻¹), aplicados através de pulverizações nas plantas, também não influenciaram a área foliar e a massa seca das plantas (ROBICHAUX, 2008).

Em gérbera de corte cultivar Amaretto, a aplicação de cálcio na solução nutritiva (120; 180 e 240 mg L⁻¹) também não influenciou a área foliar e a massa seca das folhas e hastes, avaliadas aos 90 dias após o transplante das mudas. Para a cultivar Darling, por sua vez, a adição de 180 mg L⁻¹ de Ca proporcionou massa seca das folhas e hastes superior à obtida com a menor dose desse elemento. Para ambas as cultivares, o número de inflorescências foi reduzido entre 60 e 70% na presença de baixa concentração de cálcio (120 mg L⁻¹) (ALBIÑO-GARDUÑO et al., 2008), sem entretanto, apresentarem sintomas de deficiência desse elemento, como morte do meristema apical e amarelecimento das folhas velhas.

Os valores de área foliar, que variaram de 5576,29 a 5939,44 cm², foram bem superiores aos obtidos por esses últimos autores, cujos valores encontrados estiveram entre 1135,8 e 2258,74 cm². Esse resultado pode ser explicado pelo uso de cultivares diferentes, que apresentam padrões de crescimento distintos. As massas secas das folhas e hastes (30,96 e 57,52 g), no entanto, foram semelhantes às obtidas nesse experimento, que variaram entre 47,47 e 49,22 g, aos 90 dias após o transplante das mudas.

Savvas et al. (2002), ao estudarem os efeitos de doses de silício e de soluções nutritivas com condutividades elétricas diferentes (1,8 dSm⁻¹ e 0,20 mMSi; 1,8 dSm⁻¹ e 1,25 mMSi; 3,2 dSm⁻¹ e 0,20 mMSi e 3,2 dSm⁻¹ e 1,25 mMSi) na produção de gérbera de corte também não encontraram diferença significativa entre os tratamentos para o número de flores planta⁻¹ (27,61 a 32,87 flores por planta).

Tabela 5 - Valores de F para o número de folhas por planta (NF), área foliar por planta (AF), massa seca de folhas por planta (MSF), massa seca de hastes (MSHT), massa seca de capítulos (MSCAP), massa seca total (MST) e produção (P) de gérbera “Shania” submetida às doses de cálcio e silício. USP/ESALQ - Piracicaba (2010)

Características	Teste F			Média geral	C.V. (%)
	Ca	Si	Ca x Si		
NF	0,056 ^{NS}	2,039 ^{NS}	1,672 ^{NS}	48,84	18,74
AF	0,586 ^{NS}	0,371 ^{NS}	0,937 ^{NS}	7000,03 cm ²	21,18
MSF	1,097 ^{NS}	1,469 ^{NS}	0,673 ^{NS}	56,52 g	17,25
MSHT	1,117 ^{NS}	0,463 ^{NS}	1,677 ^{NS}	2,56 g	51,46
MSCAP	0,195 ^{NS}	0,274 ^{NS}	0,822 ^{NS}	1,82 g	53,46
MST	0,823 ^{NS}	1,208 ^{NS}	0,865 ^{NS}	59,81 g	14,50
P (Nº flores planta ⁻¹)	2,73 ^{NS}	0,38 ^{NS}	0,84 ^{NS}	28,97	8,58

^{NS} = Não significativo

Houve diferença significativa para o número de folhas (Figura 2A), área foliar (Figura 2B), massa seca de folhas (Figura 2C), hastes (Figura 2D), capítulos (Figura 2E) e total (Figura 2F), ao longo do período de cultivo.

O número de folhas aumentou até os 210 dias após o transplante (DAT), quando atingiu 70,62 folhas planta⁻¹ (Figura 2A). Maloupa et al. (1996), em gérbera cultivar Fame, e Camargo et al. (2004), em *Lisianthus*, também obtiveram aumento no número de folhas até 100 e 120 DAT, cujas médias nesses períodos foram de 31,5 e 76 folhas plantas⁻¹, respectivamente.

A área foliar, a massa seca das folhas, a massa seca das hastes, a massa seca dos capítulos e total foram máximas aos 162,6, 166,3, 190, 163,3 e 188,8 DAT, com valores obtidos de 9816,75 cm², 78,37 g, 4,52 g, 2,16 g, e 101,81 g, respectivamente (Figuras 2B, 2C, 2D, 2E e 2F, respectivamente). A partir desses períodos houve redução das características avaliadas. Este fato pode ser explicado pelo início da senescência das folhas e a emissão de folhas novas pelas plantas.

A massa seca das plantas de gérbera cv. Eclipse aos 64 dias após o transplante das mudas variou de 23,8 a 56,3 g, segundo Savvas et al. (2003). Essa variação se deu em função do pH e da relação NH₄⁺/NO₃⁻, sendo que os valores de pH de 5,8 e 5,0 com 13% de NH₄⁺ proporcionaram as maiores massas secas das folhas. Nesse experimento, foi usado pH entre 5,5 e 5,7 e aplicação de nitrogênio nítrico, sendo que essa característica, aos 60 DAT, variou de 25,47 a 47,23 g, faixa semelhante à encontrada por esses autores.

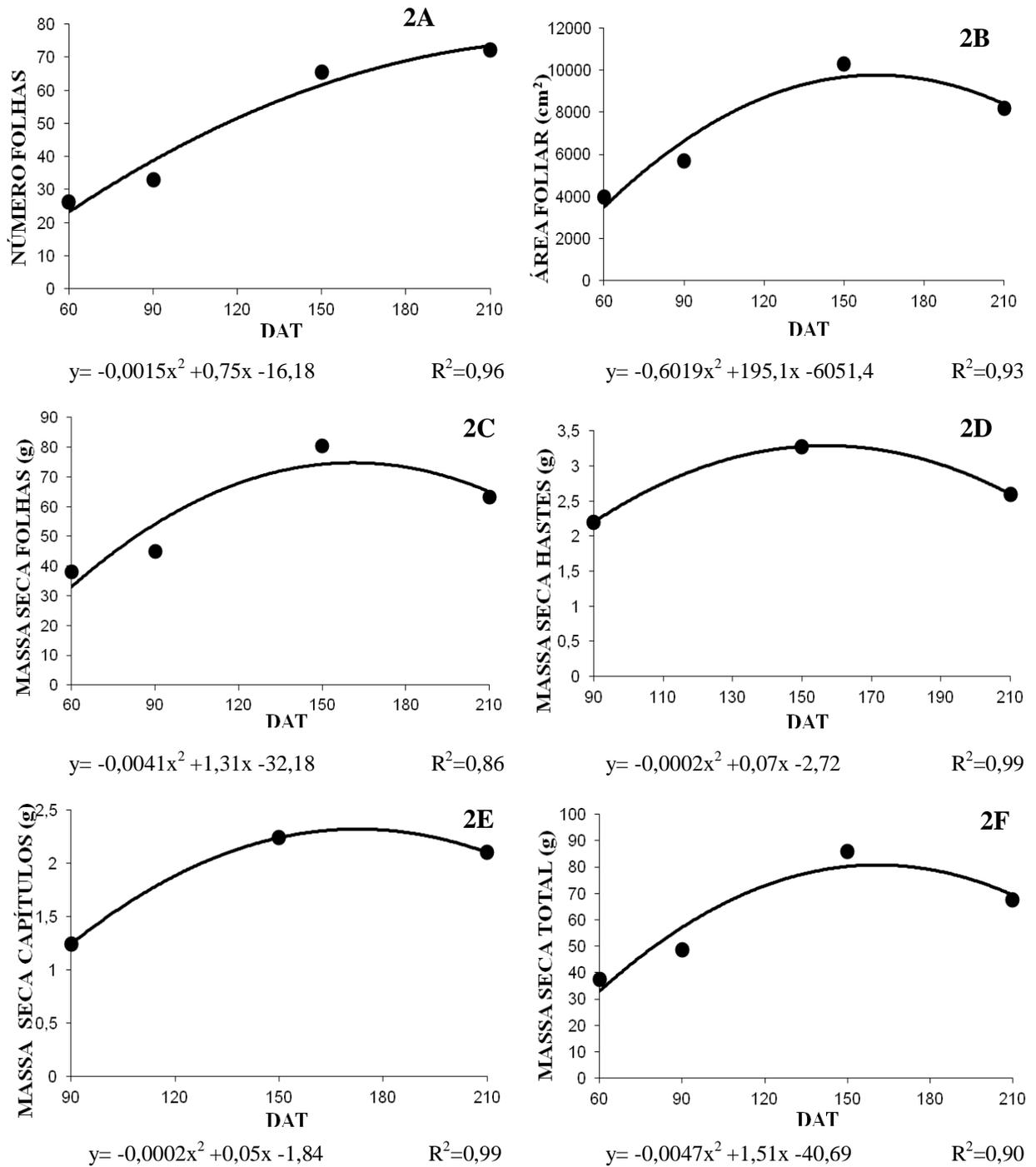


Figura 2 - Número de folhas por planta (Figura 2A), área foliar (Figura 2B), massa seca de folhas (Figura 2C), massa seca de hastes (Figura 2D), massa seca de capítulos (Figura 2E) e massa seca total (Figura 2F) de gérbera 'Shania', em função do período de cultivo USP/ESALQ - Piracicaba (2010)

4.2 Qualidade comercial

Nas tabelas 6, 7 e 8 estão apresentadas as características qualitativas das flores aos 90, 150 e 210 DAT, respectivamente. Nesse último período, todas as características não sofreram influência dos tratamentos.

Aos 90 DAT, houve diferença significativa entre as doses de Ca para a intensidade da coloração das pétalas (a) e cromaticidade (C) (Tabela 9). O componente cromático “a” dos capítulos, cujos valores positivos estão relacionados à intensidade da cor vermelha, foi maior com a aplicação de 400 mg L⁻¹ de Ca em relação à maior dose e estatisticamente semelhante à dose 300 mg L⁻¹ de Ca. A cromaticidade, que representa a intensidade da cor, teve o mesmo comportamento do componente cromático “a”. Chang et al. (2010), ao estudarem a influência do manejo da adubação no crescimento e qualidade de flores de Antúrio, também observaram diferença significativa para o componente cromático “a”, que foi maior com a aplicação de fertilizante de liberação controlada ou de solução nutritiva no substrato em comparação à adição de composto orgânico de esterco de gado, folha de chá e serragem. Isto mostra que o manejo da nutrição tem influência sobre a coloração das flores, cuja resposta depende da cultivar.

Aos 150 DAT houve diferença significativa entre as doses de Si para o comprimento da haste, sendo que a aplicação de 0,75 mL L⁻¹ deste elemento proporcionou maior valor dessa característica em relação à maior dose de Si, sendo estatisticamente semelhante às demais (Tabela 10). O comprimento da haste de girassol ornamental também aumentou com a incorporação de 140 g m⁻³ de silicato de potássio em relação ao controle (KAMENIDOU; CAVINS, 2008)

O diâmetro do capítulo variou de 76,4 a 109,41 mm, faixa semelhante à obtida por Mota et al. (2007), que foi de 91,28 a 110,87 mm, e por Savvas et al. (2002), que esteve entre 102,1 e 104 mm para gérbera.

O comprimento e o diâmetro da haste variaram de 46,05 a 64,78 mm e de 5,89 a 7,10 mm, valores superiores e semelhantes aos obtidos por Savvas et al. (2002), que encontraram as faixas de 45,2 a 48,2 mm e de 6,51 a 6,89 mm, respectivamente.

A luminosidade (L) não sofreu influência das doses de Ca e Si, concordando com os resultados obtidos por Chang et al. (2010).

Tabela 6 - Valores de F para o diâmetro do capítulo (DC), comprimento da haste (CH), diâmetro da haste (DH), luminosidade (L), componentes cromáticos “a” e “b”, cromaticidade (C) e ângulo Hue (h°) de gébera “Shania” submetida às doses de Ca e Si, aos 90 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Características	Teste F			Média geral	C.V. (%)
	Ca	Si	Ca x Si		
DC (mm)	0,456 ^{NS}	0,391 ^{NS}	1,559 ^{NS}	108,42	3,94
CH (mm)	0,905 ^{NS}	0,498 ^{NS}	1,360 ^{NS}	59,38	4,75
DH (mm)	0,09 ^{NS}	1,055 ^{NS}	0,622 ^{NS}	6,43	5,48
L	0,446 ^{NS}	0,137 ^{NS}	1,339 ^{NS}	42,11	1,38
a	4,096 [*]	0,298 ^{NS}	0,257 ^{NS}	44,22	1,18
b	1,503 ^{NS}	0,121 ^{NS}	1,233 ^{NS}	20,94	3,76
C	4,055 [*]	0,296 ^{NS}	0,670 ^{NS}	48,94	1,37
h°	0,450 ^{NS}	0,060 ^{NS}	1,235 ^{NS}	25,30	3,06

^{NS} = Não significativo a 5% de probabilidade; * = significativo a 5% de probabilidade

Tabela 7 - Valores de F para o diâmetro do capítulo (DC), comprimento da haste (CH), diâmetro da haste (DH), luminosidade (L), componentes cromáticos “a” e “b”, cromaticidade (C) e ângulo Hue (h°) de gébera “Shania” submetida às doses de Ca e Si, aos 150 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Características	Teste F			Média geral	C.V. (%)
	Ca	Si	Ca x Si		
DC (mm)	0,769 ^{NS}	0,904 ^{NS}	0,227 ^{NS}	80,92	16,03
CH (mm)	0,917 ^{NS}	3,04 [*]	0,977 ^{NS}	59,24	16,85
DH (mm)	1,768 ^{NS}	0,332 ^{NS}	0,957 ^{NS}	7,01	3,58
L	0,645 ^{NS}	0,339 ^{NS}	0,331 ^{NS}	41,22	0,98
a	1,087 ^{NS}	0,541 ^{NS}	0,925 ^{NS}	44,70	1,09
b	0,184 ^{NS}	0,252 ^{NS}	0,648 ^{NS}	20,70	2,96
C	0,717 ^{NS}	0,377 ^{NS}	0,847 ^{NS}	49,27	1,36
h°	0,009 ^{NS}	0,265 ^{NS}	0,500 ^{NS}	24,82	1,90

^{NS} = Não significativo a 5% de probabilidade; * = significativo a 5% de probabilidade

Tabela 8 - Valores de F para o diâmetro do capítulo (DC), comprimento da haste (CH), diâmetro da haste (DH), luminosidade (L), componentes cromáticos “a” e “b”, cromaticidade (C) e ângulo Hue (h°) de gérbera “Shania” submetida às doses de Ca e Si, aos 210 dias após o transplante das mudas. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Características	Teste F			Média geral	C.V. (%)
	Ca	Si	Ca x Si		
DC (mm)	1,845 ^{NS}	0,328 ^{NS}	1,545 ^{NS}	92,62	4,59
CH (mm)	1,732 ^{NS}	0,574 ^{NS}	1,235 ^{NS}	47,72	11,27
DH (mm)	0,160 ^{NS}	0,326 ^{NS}	1,278 ^{NS}	6,48	6,40
L	0,993 ^{NS}	0,852 ^{NS}	0,861 ^{NS}	39,66	17,57
a	0,966 ^{NS}	0,839 ^{NS}	0,914 ^{NS}	43,49	17,56
b	0,937 ^{NS}	0,724 ^{NS}	0,862 ^{NS}	21,48	18,28
C	0,986 ^{NS}	0,792 ^{NS}	0,926 ^{NS}	48,52	17,60
h°	1,024 ^{NS}	0,939 ^{NS}	0,953 ^{NS}	25,46	17,56

^{NS} = Não significativo a 5% de probabilidade

Tabela 9 - Componente cromático “a” e cromaticidade (C) em função das doses de Ca, aos 90 dias após o transplante das mudas de gérbera. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Ca (mg L ⁻¹)	a	C
300	44,11 ab	48,84 ab
400	44,57 a	49,37 a
500	43,99 b	48,61 b
C.V. (%)	1,18	1,37
DMS	0,53	0,69

* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 10 - Comprimento da haste em função das doses de Si, aos 150 dias após o transplante das mudas de gérbera. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Si (mL L ⁻¹)	Comprimento da haste (cm)
0	62,19 ab
0,5	58,59 ab
0,75	64,78 a
1	51,42 b
C.V. (%)	16,85
DMS	13,07

* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

4.3 Acúmulo de nutrientes

A análise de variância acusou diferença significativa entre os tratamentos para o acúmulo de P e Ca nas hastes e de B e Cu nas folhas e na planta total (Tabelas 12,13 e 14).

As hastes apresentaram maior acúmulo de P e Ca com a aplicação de 0,75 mL L⁻¹ de Si (10,51 e 3,36 mg planta⁻¹, respectivamente) em relação à aplicação de 0,5 mL L⁻¹ (7,06 e 2,24 mg planta⁻¹, respectivamente) e ao controle (6,64 e 2,09 mg planta⁻¹, respectivamente), na dose de 300 mg L⁻¹ de Ca. Na dose 0,5 mL L⁻¹ de Si, o maior acúmulo de P nas hastes ocorreu com a adição de 400 mg L⁻¹ de Ca (9,78 mg planta⁻¹). Na dose de 1 mL L⁻¹ de Si, a adição de 500 mg L⁻¹ de Ca resultou em maior extração de P pelas hastes (10,40 mg planta⁻¹) em comparação à dose 400 mg L⁻¹ (7,51 mg planta⁻¹) (Tabela 12).

Entretanto, Latorre, Guerreiro e Fernandes (2009) não constataram diferença significativa entre as doses de silício (0 a 93,2 mg L⁻¹) para o acúmulo de P nas folhas de gérbera de vaso, cuja média foi de 15 mg planta⁻¹. Provavelmente isto se deve a baixa extração deste elemento pela gérbera de vaso, como observado no experimento em questão.

O acúmulo de B e Cu nas folhas e total sofreram influência da interação entre as doses de Ca e Si (Tabelas 13 e 14). O acúmulo destes elementos foi superior com a aplicação de 300 mg L⁻¹ de Ca e 0,75 mL L⁻¹ de Si (3223,10 µg planta⁻¹ de B e 316,44 µg planta⁻¹ de Cu nas folhas, e de 3302,83 µg planta⁻¹ de B e 332,04 µg planta⁻¹ de Cu na planta total). Na dose 500 mg L⁻¹ de Ca, a aplicação de 0,5 mL L⁻¹ de Si resultou em maior acúmulo de Cu na planta em relação à dose 0,75 mL L⁻¹ de Si.

Para Kamenidou e Cawins, (2008), a aplicação de silicato de potássio (200 mg L⁻¹ de Si), semanalmente no substrato, aumentou a concentração de Cu nas folhas de girassol ornamental. Segundo Latorre, Guerreiro e Fernandes (2009), esse fertilizante também aumentou o acúmulo de P e K em folhas de gérbera de vaso. O maior acúmulo de K ocorreu provavelmente pelo fornecimento desse elemento através do fertilizante usado como fonte de Si.

Tabela 11 - Valores de F para o acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Si nos capítulos florais de gérbera "Shania" submetidas às doses de Ca e Si. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Nutrientes	Teste F			Média geral	C.V. (%)
	Ca	Si	Ca x Si		
N	0,126 ^{NS}	0,332 ^{NS}	1,348 ^{NS}	51,67	33,34
P	0,652 ^{NS}	0,405 ^{NS}	1,108 ^{NS}	7,74	38,82
K	0,657 ^{NS}	0,531 ^{NS}	1,399 ^{NS}	72,50	34,15
Ca	0,937 ^{NS}	1,236 ^{NS}	1,712 ^{NS}	2,80	62,63
Mg	0,622 ^{NS}	0,329 ^{NS}	0,814 ^{NS}	3,07	39,72
S	0,169 ^{NS}	0,049 ^{NS}	0,913 ^{NS}	2,91	34,72
B	0,019 ^{NS}	0,140 ^{NS}	0,733 ^{NS}	49,10	47,55
Cu	0,067 ^{NS}	0,719 ^{NS}	1,286 ^{NS}	9,52	48,10
Fe	0,361 ^{NS}	0,627 ^{NS}	1,216 ^{NS}	156,54	33,80
Mn	0,446 ^{NS}	0,786 ^{NS}	1,901 ^{NS}	53,84	33,66
Zn	0,679 ^{NS}	1,204 ^{NS}	0,653 ^{NS}	49,93	39,63
Si	0,398 ^{NS}	1,181 ^{NS}	0,370 ^{NS}	1,71	51,93

NS= não significativo a 5% de probabilidade

Tabela 12 - Valores de F para o acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Si nas hastes florais de gérbera "Shania" submetidas às doses de Ca e Si. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Nutrientes	Teste F			Média geral	C.V. (%)
	Ca	Si	Ca x Si		
N	1,965 ^{NS}	1,795 ^{NS}	2,157 ^{NS}	57,19	31,62
P	0,722 ^{NS}	2,375 ^{NS}	3,715 ^{**}	8,38	27,14
K	1,695 ^{NS}	1,649 ^{NS}	2,016 ^{NS}	117,96	28,86
Ca	0,537 ^{NS}	1,709 ^{NS}	3,220 [*]	2,63	29,48
Mg	1,775 ^{NS}	1,317 ^{NS}	2,108 ^{NS}	2,38	30,02
S	0,311 ^{NS}	1,010 ^{NS}	2,278 ^{NS}	4,19	34,73
B	0,429 ^{NS}	0,830 ^{NS}	2,017 ^{NS}	41,19	34,67
Cu	0,532 ^{NS}	2,296 ^{NS}	1,421 ^{NS}	8,33	29,56
Fe	0,599 ^{NS}	0,238 ^{NS}	2,829 ^{NS}	169,83	33,19
Mn	0,284 ^{NS}	0,941 ^{NS}	2,701 ^{NS}	32,68	33,80
Zn	0,396 ^{NS}	1,248 ^{NS}	0,916 ^{NS}	33,68	35,76
Si	0,238 ^{NS}	0,357 ^{NS}	1,987 ^{NS}	3,78	40,20

NS= não significativo a 5% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade; **= significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 13 - Valores de F para o acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Si nas folhas de gérbera “Shania” submetidas às doses de Ca e Si. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Nutrientes	Teste F			Média geral	C.V. (%)
	Ca	Si	Ca x Si		
N	0,684 ^{NS}	1,374 ^{NS}	0,454 ^{NS}	1429,12	18,51
P	0,207 ^{NS}	1,620 ^{NS}	1,425 ^{NS}	176,95	19,08
K	0,743 ^{NS}	1,162 ^{NS}	0,892 ^{NS}	2965,94	17,11
Ca	1,041 ^{NS}	0,760 ^{NS}	1,308 ^{NS}	560,73	19,03
Mg	1,555 ^{NS}	1,227 ^{NS}	1,537 ^{NS}	309,18	21,40
S	0,395 ^{NS}	1,189 ^{NS}	1,370 ^{NS}	98,19	17,20
B	4,065 ^{NS}	0,147 ^{NS}	2,883 *	2765,48	19,28
Cu	1,336 ^{NS}	0,630 ^{NS}	4,244 **	260,59	20,29
Fe	2,952 ^{NS}	0,444 ^{NS}	1,026 ^{NS}	12768,39	32,64
Mn	1,434 ^{NS}	0,938 ^{NS}	0,899 ^{NS}	6144,19	28,76
Zn	0,822 ^{NS}	1,038 ^{NS}	1,238 ^{NS}	1118,64	28,84
Si	2,996 ^{NS}	1,445 ^{NS}	0,794 ^{NS}	160,36	18,82

NS= não significativo a 5% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade; **= significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 14 - Valores de F para o acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Si total nas plantas de gérbera “Shania” submetidas às doses de Ca e Si. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Nutrientes	Teste F			Média geral	C.V. (%)
	Ca	Si	Ca x Si		
N	0,470 ^{NS}	1,290 ^{NS}	0,520 ^{NS}	1511,91	17,42
P	0,136 ^{NS}	1,738 ^{NS}	1,449 ^{NS}	189,09	17,84
K	0,547 ^{NS}	1,114 ^{NS}	1,017 ^{NS}	3109,76	16,61
Ca	1,002 ^{NS}	0,726 ^{NS}	1,351 ^{NS}	564,84	18,92
Mg	1,513 ^{NS}	1,228 ^{NS}	1,571 ^{NS}	313,30	21,09
S	0,252 ^{NS}	1,064 ^{NS}	1,337 ^{NS}	103,58	16,69
B	4,228 ^{NS}	0,132 ^{NS}	3,115 *	2832,91	18,51
Cu	1,229 ^{NS}	0,495 ^{NS}	4,110 **	273,93	19,90
Fe	2,914 ^{NS}	0,438 ^{NS}	1,014 ^{NS}	13015,19	32,15
Mn	1,426 ^{NS}	0,937 ^{NS}	0,898 ^{NS}	6209,40	28,54
Zn	0,889 ^{NS}	1,134 ^{NS}	1,113 ^{NS}	1181,25	27,42
Si	2,988 ^{NS}	1,536 ^{NS}	0,860 ^{NS}	164,48	18,09

NS= não significativo a 5% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade; **= significativo a 1% de probabilidade.

A extração de N pelo capítulo, haste, folhas e total aumentou até os 158,33; 166,0; 158,2 e 158,14 DAT, respectivamente, cujos valores nesses períodos foram de 60,05; 77,85; 1962,74 e 2093,93 mg planta⁻¹ (Figuras 3A e 3B). A partir desses períodos, a extração de N diminuiu, corroborando com os resultados obtidos para as massas secas do capítulo, haste, folhas e total, que diminuíram a partir de 163,3; 190; 162,6 e 188,8 DAT, porque as folhas mais velhas entraram em senescência. As quantidades extraídas pelo capítulo, haste e folhas representaram 2,87; 3,72 e 93,7% em relação ao total acumulado pela planta.

Para o P, as quantidades extraídas pelo capítulo, haste, folhas e total atingiram valores máximos aos 162,5; 171,43; 175,71 e 173,44 DAT, que foram de 9,06; 11,13; 268,63 e 287,25 mg planta⁻¹, respectivamente (Figuras 3C e 3D). Aos 60 DAT, as folhas de gérbera haviam extraído 40% da quantidade máxima.

O acúmulo de K nos capítulos e hastes foi de 127,17 mg planta⁻¹ e 180,36 mg planta⁻¹, respectivamente, aos 169,9 e 177,33 DAT (Figura 3E). O maior acúmulo de K nas folhas e total foi observado aos 181,22 DAT (4112,25 mg planta⁻¹) e aos 180,24 DAT (4358,22 mg planta⁻¹) (Figura 3F). Observa-se que a maior parte do nutriente extraído concentra-se nas folhas, visto que 94% do total foram absorvidos por esse tecido vegetal.

O acúmulo máximo de Ca nos capítulos, hastes, folhas e total ocorreram aos 210; 180; 161,82 e 163,63 DAT, respectivamente (Figura 4A e 4B). A extração de Ca pelas hastes foi baixa devido a distribuição desse elemento na planta, que depende da transpiração. Dessa forma, o maior acúmulo ocorreu nas folhas, porque estas são os principais órgãos que realizam a fotossíntese (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Para Ludwig et al.(2008), o acúmulo de Ca variou entre 90 e 140 mg planta⁻¹ aos 62 DAT, para plantas de gérbera de vaso. Oldoni (2008) relatou que a cultura de gérbera, também de vaso, extraiu 115 mg planta⁻¹. Os valores são inferiores aos encontrados neste experimento, por se tratar de plantas de gérbera de vaso, de menor porte, portanto, com menor exigência nutricional devido à menor fitomassa dessas plantas (11g planta⁻¹) (LUDWIG et al., 2008; LATORRE; GUERREIRO; FERNANDES, 2009).

A absorção de Mg pelos capítulos e hastes foi maior aos 171,25 e 165 DAT (4,24 e 3,25 mg planta⁻¹, respectivamente) (Figura 4C). A quantidade de magnésio acumulada

aumentou até os 166,28 DAT (489,23 mg planta⁻¹) e reduziu a partir desse período até o final do ciclo de cultivo (210 DAT), cujo valor obtido foi de 383,01 mg planta⁻¹ (Figura 4D). Entretanto, Savvas et al. (2003), aos 90 DAT, obtiveram acúmulo de Mg em folhas de gérbera de corte entre 54,74 e 140,75 mg planta⁻¹, valores inferiores ao obtido nesse experimento (167,97 mg planta⁻¹).

O acúmulo máximo de S pelas hastes e capítulos se deu aos 160 e 143,67 DAT, cujos valores foram de 5,54 e 2,71 mg planta⁻¹, respectivamente (Figura 4E). Quanto à absorção de S pelas plantas, houve maior acúmulo deste nutriente nas folhas aos 152,5 DAT (125,65 mg planta⁻¹), decrescendo para 104,41 mg planta⁻¹ aos 210 DAT (Figura 4F).

As extrações de macronutrientes pelas plantas de gérbera decresceram na seguinte ordem: K>N>Ca>Mg>P>S. Para Ludwig et al. (2008) e Rogers e Tjia (1990), entretanto, a quantidade extraída de P foi maior que a de Mg em plantas de gérbera de vaso. Estas variações podem estar relacionadas ao estudo de cultivares diferentes neste experimento. O acúmulo de macronutrientes pelas hastes decresceu na ordem de: K > N > P > S > Ca > Mg (180,36; 77,85; 11,13; 5,54; 3,43 e 3,25 mg planta⁻¹, respectivamente). Os capítulos florais apresentaram a extração de macronutrientes na ordem: K > N > P > Mg > S > Ca (127,17; 60,05; 9,06; 4,24; 2,71 e 2,60 mg planta⁻¹, respectivamente).

O acúmulo de boro pelas hastes e capítulos foi crescente até os 210 DAT (53,93 e 62,83 µg planta⁻¹, respectivamente) (Figura 5A). Na figura 5B observa-se o acúmulo de B pelas folhas, de 4335,34 µg planta⁻¹, aos 161,6 DAT. Este nutriente nas flores representou apenas 2,63% do total acumulado. Assim como o Ca, o boro foi mais acumulado nas folhas, devido a sua baixa mobilidade no floema.

O cobre apresentou acúmulo máximo de 7,89 µg planta⁻¹ pelas hastes, aos 150 DAT. Já os capítulos florais acumularam 10,94 µg planta⁻¹ aos 166,67 DAT (Figura 5C). O maior acúmulo de Cu pelas folhas foi de 383,47 µg planta⁻¹ aos 152,33 DAT (Figura 5D). A extração de Cu pelas folhas esteve entre os valores observados por Savvas et al. (2003), que variaram de 83,3 a 546,11 µg planta⁻¹.

As hastes acumularam 34,45 µg planta⁻¹ de Mn aos 155 DAT (Figura 6A), enquanto a extração desse elemento nos capítulos sofreu influência das doses de Si no período avaliado (Figura 7), sendo que, aos 90 DAT, a maior absorção deste elemento foi com a aplicação de 0,5 mL L⁻¹ de Si e sem este elemento (58,31 e 59,13 µg planta⁻¹, respectivamente), os quais

diferiram do tratamento em que se aplicou 1 mL L⁻¹ de Si. O Mn teve maior absorção aos 186,35 DAT, de 8777,55 µg planta⁻¹ (Figura 6B) pelas folhas.

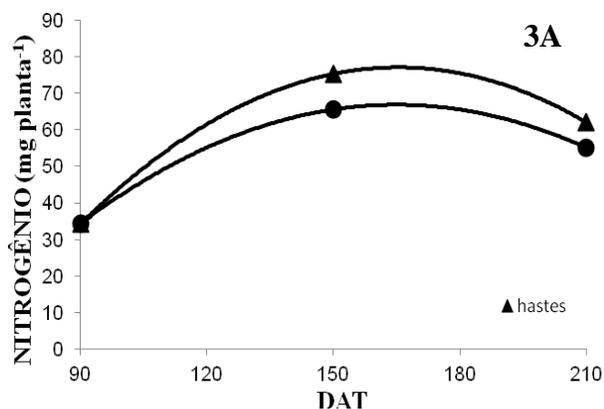
A absorção de Fe foi muito elevada com relação aos outros micronutrientes durante o ciclo de cultivo. O maior acúmulo se deu aos 189,17 DAT (197,15 µg planta⁻¹) nas hastes, aos 207,14 DAT (193,90 µg planta⁻¹) nos capítulos (Figura 5E) e aos 161,3 DAT (21908,2 µg planta⁻¹) nas folhas (Figura 5F). Resultado semelhante foi obtido por Hulshof (2008), o qual analisou o acúmulo de nutrientes em gérbera de corte cultivar Igor produzida em vaso com substrato a base de fibra da casca de coco.

O zinco apresentou o maior acúmulo aos 210 DAT, de 1363,62 µg planta⁻¹ nas folhas (Figura 6C), e de 57,29 µg planta⁻¹ nos capítulos, aos 175 DAT. As hastes florais não apresentaram diferença significativa no teor deste nutriente ao longo do tempo, obtendo acúmulo médio de 33,68 µg planta⁻¹.

As hastes e capítulos florais acumularam mais Si aos 140 e 210 DAT, de 5,34 e 2,75 µg planta⁻¹, respectivamente (Figura 6C). O acúmulo de Si nas folhas e planta total foi afetado pelas doses de Ca, sendo que a aplicação de 400 mg L⁻¹ de Ca resultou na maior extração desse elemento em relação à adição de 500 mg L⁻¹, aos 90 DAT. O teor de Si na massa seca foi de 0,30%, estando dentro da faixa obtida para rosa por Korndorfer et al. (2004), de 0,08 a 0,36%. Segundo Miyake e Takahashi (1983), o conteúdo de Si nas plantas varia de 1 a 100 g kg⁻¹ em base seca, caracterizando a gérbera como não acumuladora deste elemento, o que justifica o baixo acúmulo deste elemento na planta.

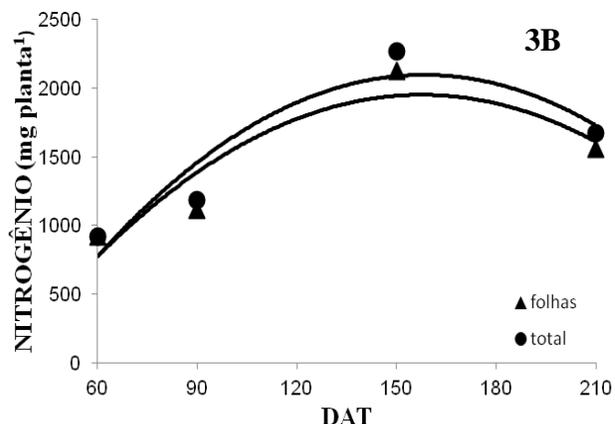
A extração de micronutrientes e de Si pelas folhas de gérbera decresceu na ordem de: Fe > Mn > B > Zn > Cu > Si (21908,2; 8777,55; 4335,34; 1034,46; 383,47 e 225,78 µg planta⁻¹, respectivamente). Para Savvas e Gizas (2002), a ordem de acúmulo de micronutrientes foi a mesma, concordando com os resultados obtidos neste experimento.

O acúmulo de micronutrientes e de Si pelas hastes decresceu na ordem de: Fe > B > Mn > Zn > Cu > Si (197,15; 53,93; 34,45; 33,68; 7,89 e 5,34 µg planta⁻¹, respectivamente). Para os capítulos florais, a extração foi de: Fe > B > Mn > Zn > Cu > Si (193,90; 62,83; 61,89; 57,29; 10,94 e 2,75 µg planta⁻¹, respectivamente).



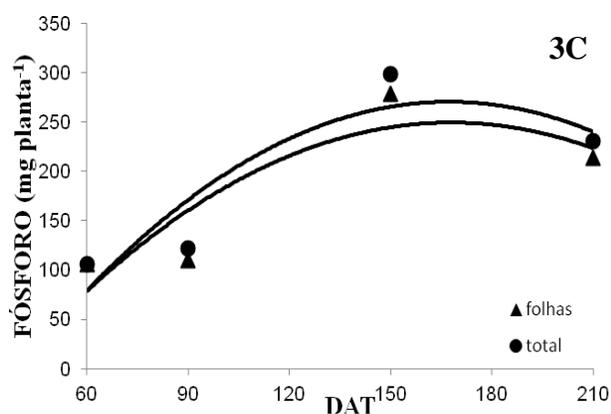
$$\text{Haste } y = -0,007x^2 + 2,49x - 128,93 \quad R^2 = 0,99$$

$$\text{Capítulo } y = -0,006x^2 + 1,90x - 90,37 \quad R^2 = 0,99$$



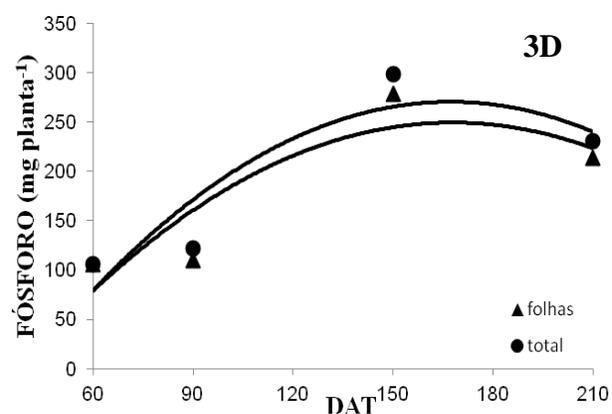
$$\text{Folhas } y = -0,125x^2 + 38,91x - 1114,47 \quad R^2 = 0,87$$

$$\text{Total } y = -0,137x^2 + 43,33x - 1332,14 \quad R^2 = 0,88$$



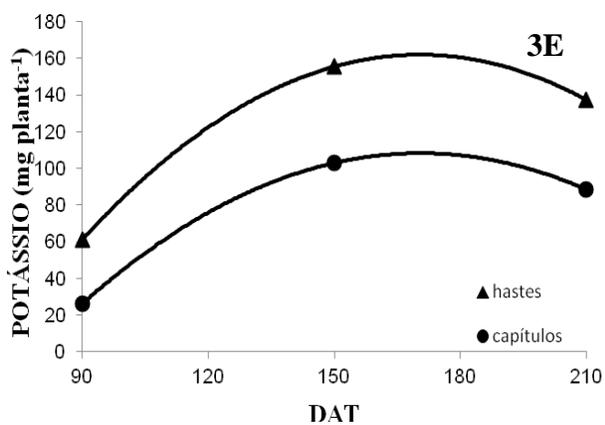
$$\text{Haste } y = -0,001x^2 + 0,24x - 9,44 \quad R^2 = 0,99$$

$$\text{Capítulo } y = -0,001x^2 + 0,26x - 12,06 \quad R^2 = 0,99$$



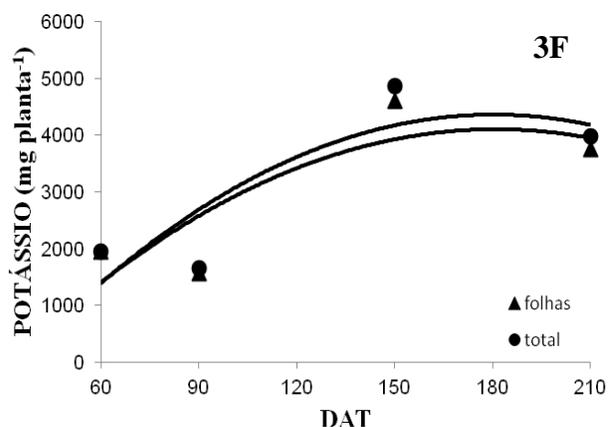
$$\text{Folhas } y = -0,014x^2 + 4,92x - 163,63 \quad R^2 = 0,79$$

$$\text{Total } y = -0,016x^2 + 5,55x - 194,04 \quad R^2 = 0,83$$



$$\text{Haste } y = -0,015x^2 + 5,32x - 291,35 \quad R^2 = 0,99$$

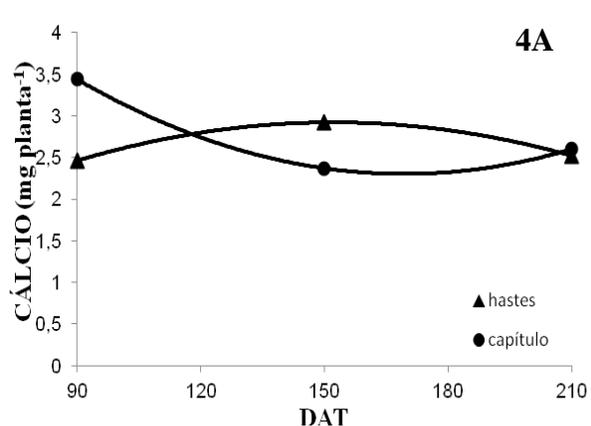
$$\text{Capítulo } y = -0,012x^2 + 4,32x - 259,80 \quad R^2 = 0,99$$



$$\text{Folhas } y = -0,184x^2 + 66,69x - 1930,62 \quad R^2 = 0,71$$

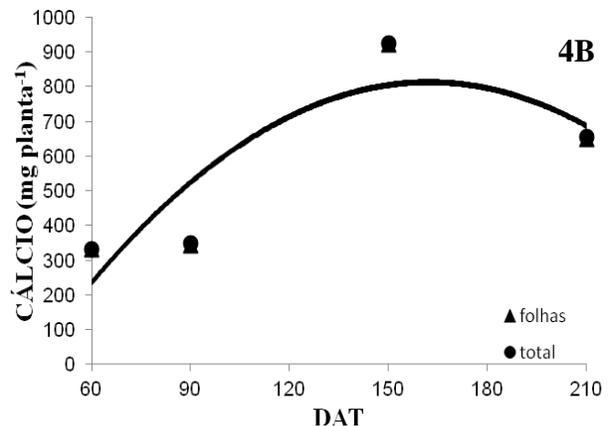
$$\text{Total } y = -0,205x^2 + 73,90x - 2301,79 \quad R^2 = 0,74$$

Figura 3 - Acúmulo de nitrogênio (Figura 3A), fósforo (Figura 3C) e potássio (Figura 3E) nas hastes e capítulos, e acúmulo de nitrogênio (Figura 3B), fósforo (Figura 3D) e potássio (Figura 3F) nas folhas e na planta total de gérbera 'Shania', em função do período de cultivo. USP/ESALQ - Piracicaba (2010)



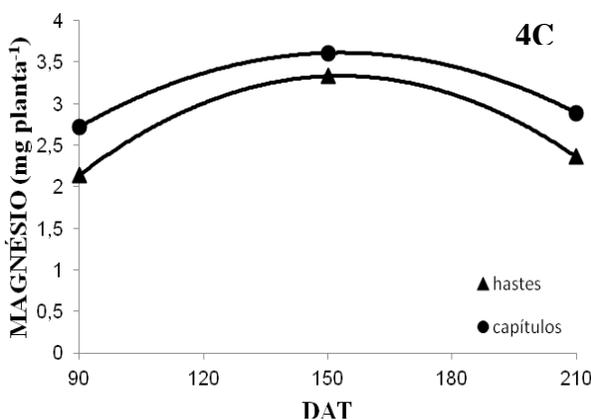
$$\text{Haste } y = -0,001x^2 + 0,04x + 0,19 \quad R^2 = 0,99$$

$$\text{Capítulo } y = 0,001x^2 - 0,06x + 7,49 \quad R^2 = 0,99$$



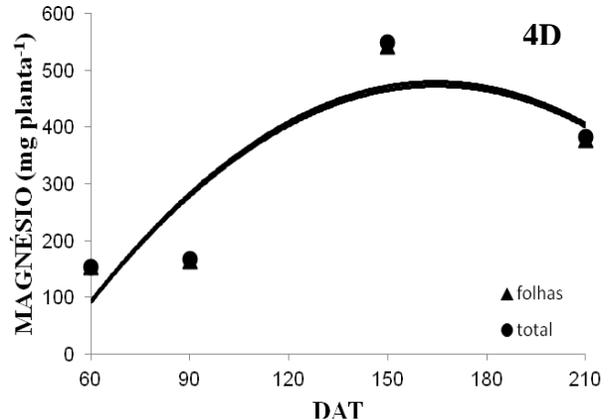
$$\text{Folhas } y = -0,055x^2 + 17,80x - 635,87 \quad R^2 = 0,76$$

$$\text{Total } y = -0,055x^2 + 18,0x - 644,30 \quad R^2 = 0,77$$



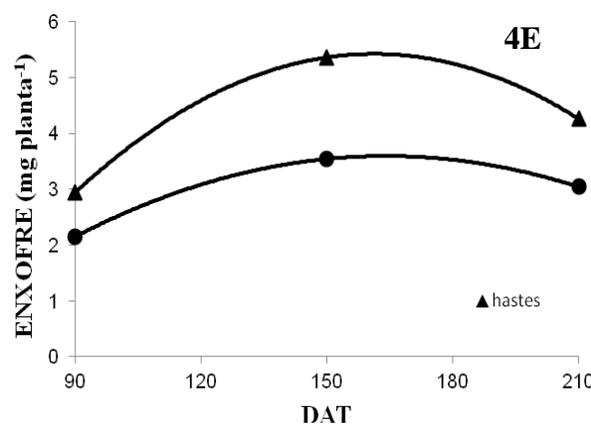
$$\text{Haste } y = -0,0003x^2 + 0,09x - 3,69 \quad R^2 = 0,99$$

$$\text{Capítulo } y = -0,001x^2 + 0,06x - 1,62 \quad R^2 = 0,99$$



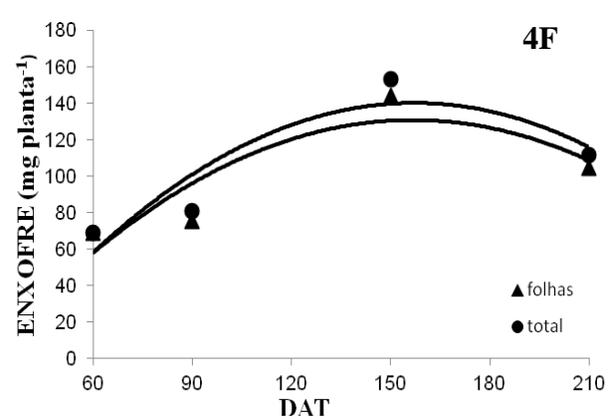
$$\text{Folhas } y = -0,034x^2 + 11,42x - 467,97 \quad R^2 = 0,77$$

$$\text{Total } y = 0,035x^2 + 11,64x - 478,55 \quad R^2 = 0,78$$



$$\text{Haste } y = -0,001x^2 + 0,16x - 7,26 \quad R^2 = 0,99$$

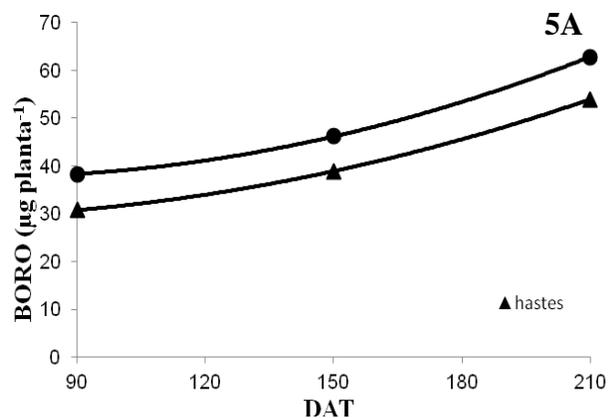
$$\text{Capítulo } y = -0,001x^2 + 0,08x - 3,47 \quad R^2 = 0,99$$



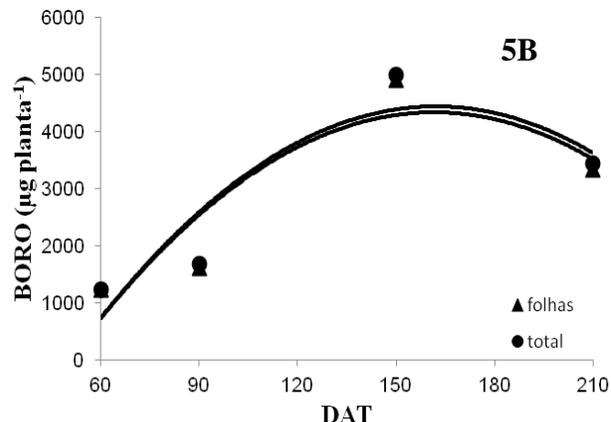
$$\text{Folhas } y = -0,008x^2 + 2,44x - 60,4 \quad R^2 = 0,79$$

$$\text{Total } y = -0,008x^2 + 2,72x - 74,16 \quad R^2 = 0,83$$

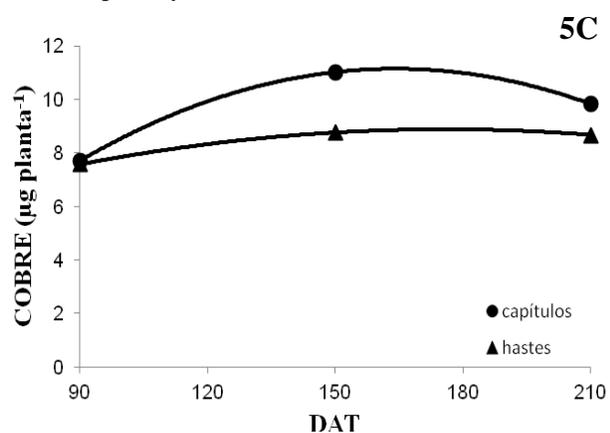
Figura 4 - Acúmulo de cálcio (Figura 4A), magnésio (Figura 4C) e enxofre (Figura 4E) nas hastes e capítulos, e acúmulo de cálcio (Figura 4B), magnésio (Figura 4D) e enxofre (Figura 4F) nas folhas e na planta total de gérbera 'Shania', em função do período de cultivo. USP/ESALQ - Piracicaba (2010)



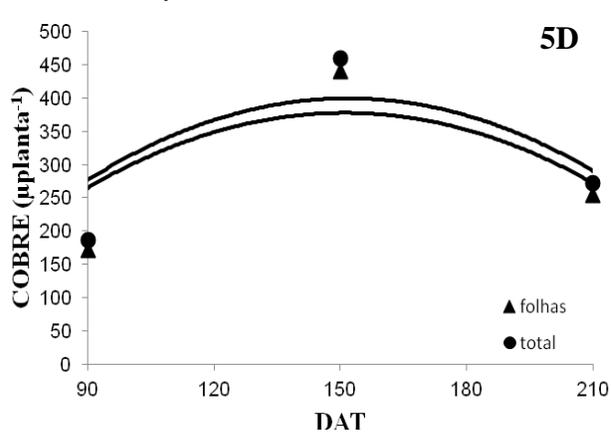
$$\begin{aligned} \text{Haste } y &= 0,001x^2 - 0,09x + 31,35 & R^2 &= 0,99 \\ \text{Capítulo } y &= 0,001x^2 - 0,16x + 43,11 & R^2 &= 0,99 \end{aligned}$$



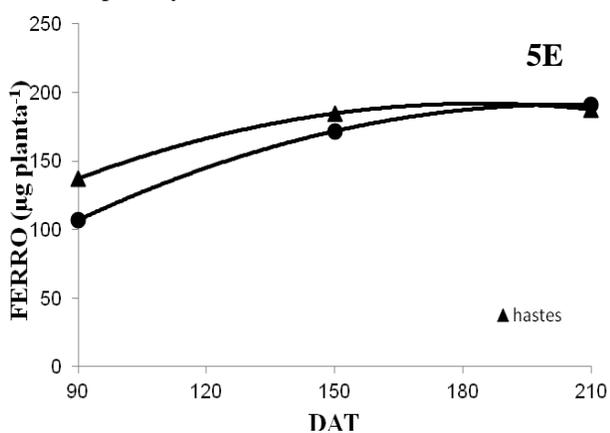
$$\begin{aligned} \text{Folhas } y &= -0,35x^2 + 113,12x - 4804,75 & R^2 &= 0,82 \\ \text{Total } y &= -0,35x^2 + 115,18x - 48,99,12 & R^2 &= 0,83 \end{aligned}$$



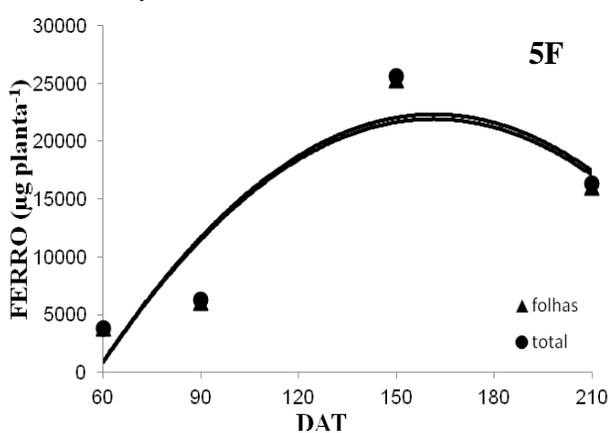
$$\begin{aligned} \text{Haste } y &= -0,0002x^2 + 0,06x + 3,39 & R^2 &= 0,99 \\ \text{Capítulo } y &= -0,0006x^2 + 0,20x - 5,73 & R^2 &= 0,99 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Folhas } y &= -0,03x^2 + 9,14x - 312,69 & R^2 &= 0,65 \\ \text{Total } y &= -0,03x^2 + 9,76x - 341,17 & R^2 &= 0,72 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Haste } y &= -0,006x^2 + 2,27x - 17,55 & R^2 &= 0,99 \\ \text{Capítulo } y &= -0,006x^2 + 2,61x - 76,42 & R^2 &= 0,99 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Folhas } y &= -2,05x^2 + 661,03x - 31405,69 & R^2 &= 0,82 \\ \text{Total } y &= -2,08x^2 + 671,52x - 31902,71 & R^2 &= 0,83 \end{aligned}$$

Figura 5 - Acúmulo de boro (Figura 5A), cobre (Figura 5C) e ferro (Figura 5E) nas hastes e capítulos, e acúmulo de boro (Figura 5B), cobre (Figura 5D) e ferro (Figura 5F) nas folhas e na planta total de gérbera 'Shania', em função do período de cultivo. USP/ESALQ - Piracicaba (2010)

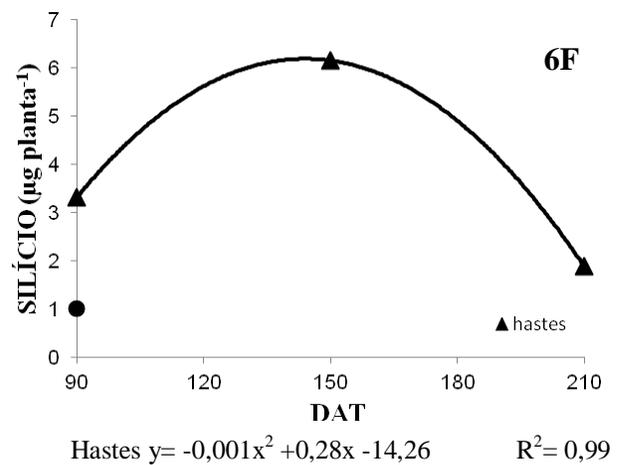
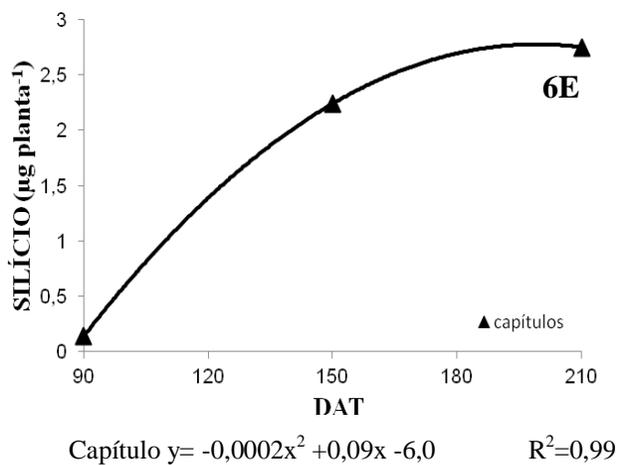
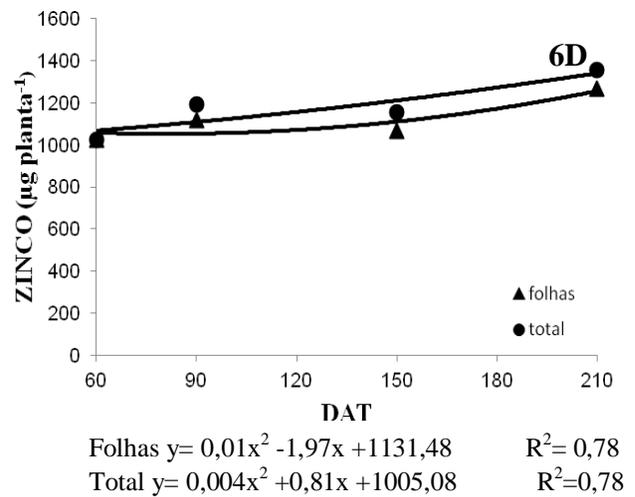
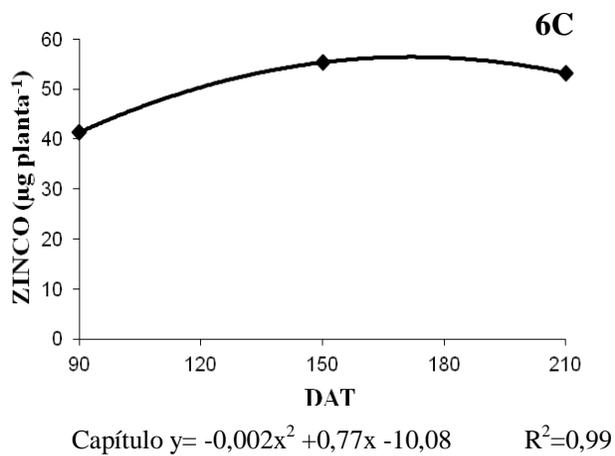
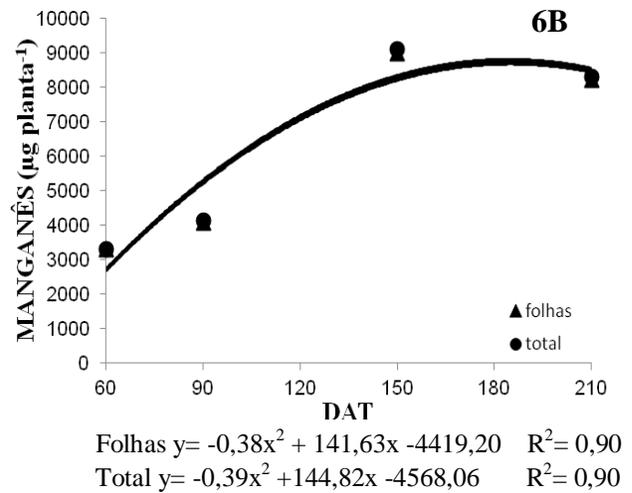
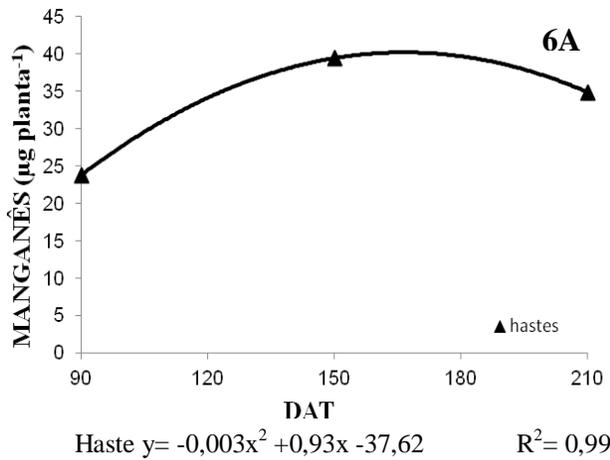


Figura 6 - Acúmulo de manganês (Figura 6A) e silício (Figura 6C) nas hastes e capítulos, e acúmulo de manganês (Figura 6B), silício (Figura 6D) e zinco (Figura 6E) em folhas e na planta total, de gérbera 'Shania', em função do período de cultivo. USP/ESALQ - Piracicaba (2010)

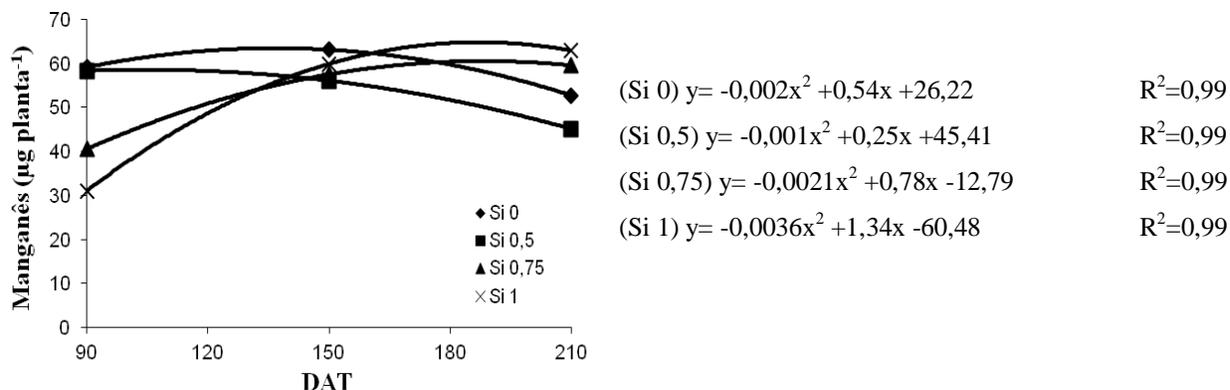


Figura 7 - Acúmulo de manganês nos capítulos de gérbera 'Shania', em função das doses de Si e do período de cultivo. USP/ESALQ - Piracicaba (2010)

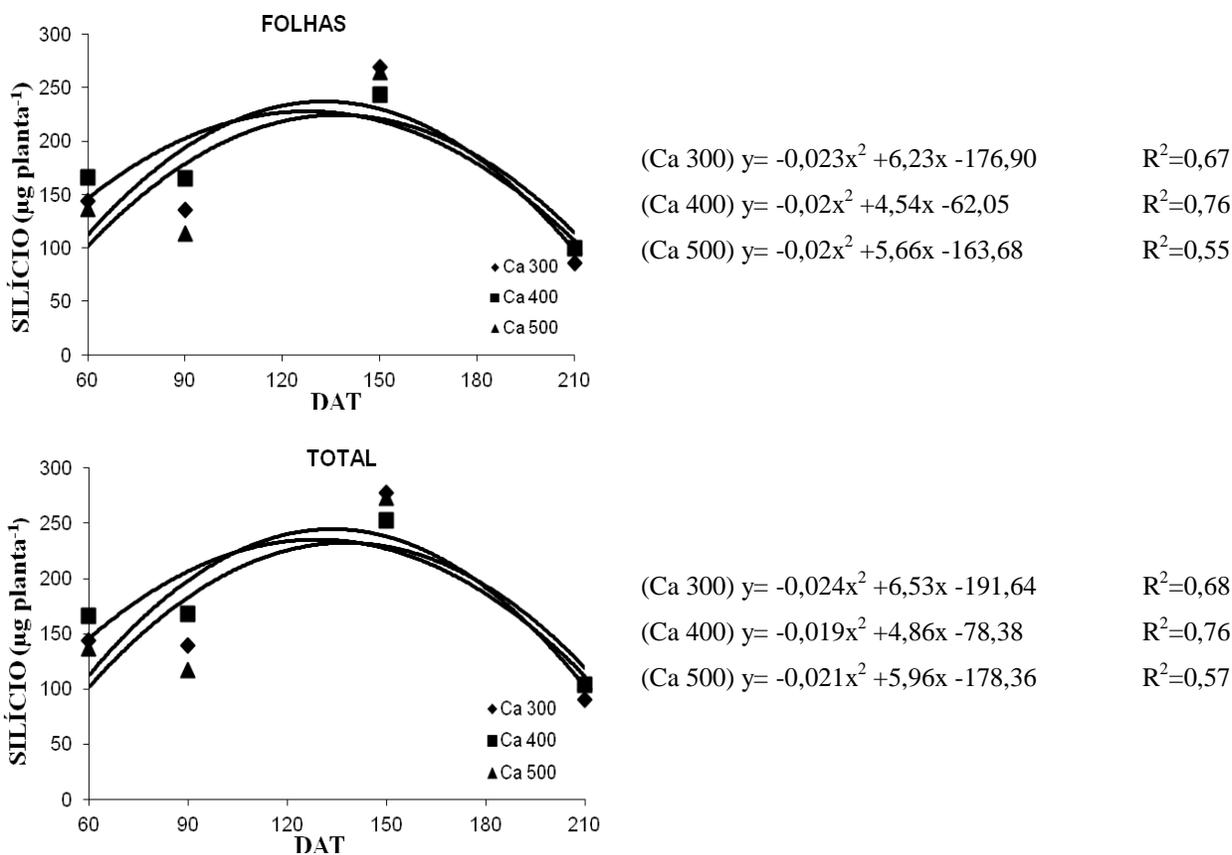


Figura 8 - Acúmulo de silício nas folhas e planta total de gérbera 'Shania', em função das doses de Ca e do período de cultivo. USP/ESALQ - Piracicaba (2010)

4.4 Pós-colheita

A avaliação pós-colheita foi feita até o início da senescência das plantas, pois após este período, as flores não eram mais caracterizadas como um produto comercial.

Na tabela 15 são apresentados os valores de número de flores permanentes aos 90, 150 e 210 dias após o transplante das mudas (DAT). Não houve diferença significativa entre os tratamentos para esta característica. O mesmo resultado foi obtido por Baas et al. (1995) e Barbosa et al. (2010), ao avaliarem os efeitos de soluções nutritivas com diferentes condutividades elétricas na pós-colheita de flores cortadas de gérbera e de doses de Ca (1,0; 2,5; 4,0 e 5,5 mmol L⁻¹) no cultivo de crisântemo cultivares Calabria e Blush Hawaii, respectivamente.

Tabela 15 - Valores de F para o número de flores permanentes coletadas aos 90, 150 e 210 DAT de gérbera “Shania” submetida às doses de cálcio e silício. USP/ESALQ - Piracicaba (2010)

DAT	Teste F			Média geral	C.V. (%)
	Ca	Si	Ca x Si		
90	0,33 ^{NS}	3,03 ^{NS}	0,59 ^{NS}	4,80	16,80
150	0,30 ^{NS}	0,49 ^{NS}	0,39 ^{NS}	4,87	9,32
210	1,35 ^{NS}	3,67 ^{NS}	0,75 ^{NS}	4,89	7,59

^{NS}= Não significativo a 5% de probabilidade.

Houve interação significativa entre as doses de Si e o período pós-colheita para a permanência das flores coletadas aos 90 e 210 DAT (Figuras 9A e 9C). Aos 90 DAT (Figura 9A), o número de flores permanentes foi maior com a ausência de Si e aplicação de 0,5 ml L⁻¹ e 0,75 ml L⁻¹ desse elemento, em relação à maior dose, cuja redução foi acentuada no final da avaliação pós-colheita (3,9 flores). Aos 210 DAT, por sua vez, a redução no número de flores com qualidade comercial foi maior na ausência de Si em relação aos demais tratamentos (Figura 9C).

Aos 150 DAT, houve influência somente do período pós-colheita no número de flores permanentes (Figura 9B).

Os benefícios da aplicação deste elemento, segundo Ma, Miyake e Takahashi (2001), estão relacionados à redução na transpiração, amenizando o déficit hídrico e

aumentando a resistência aos estresses abióticos quando depositados nas folhas, o que explica os resultados obtidos aos 210 DAT.

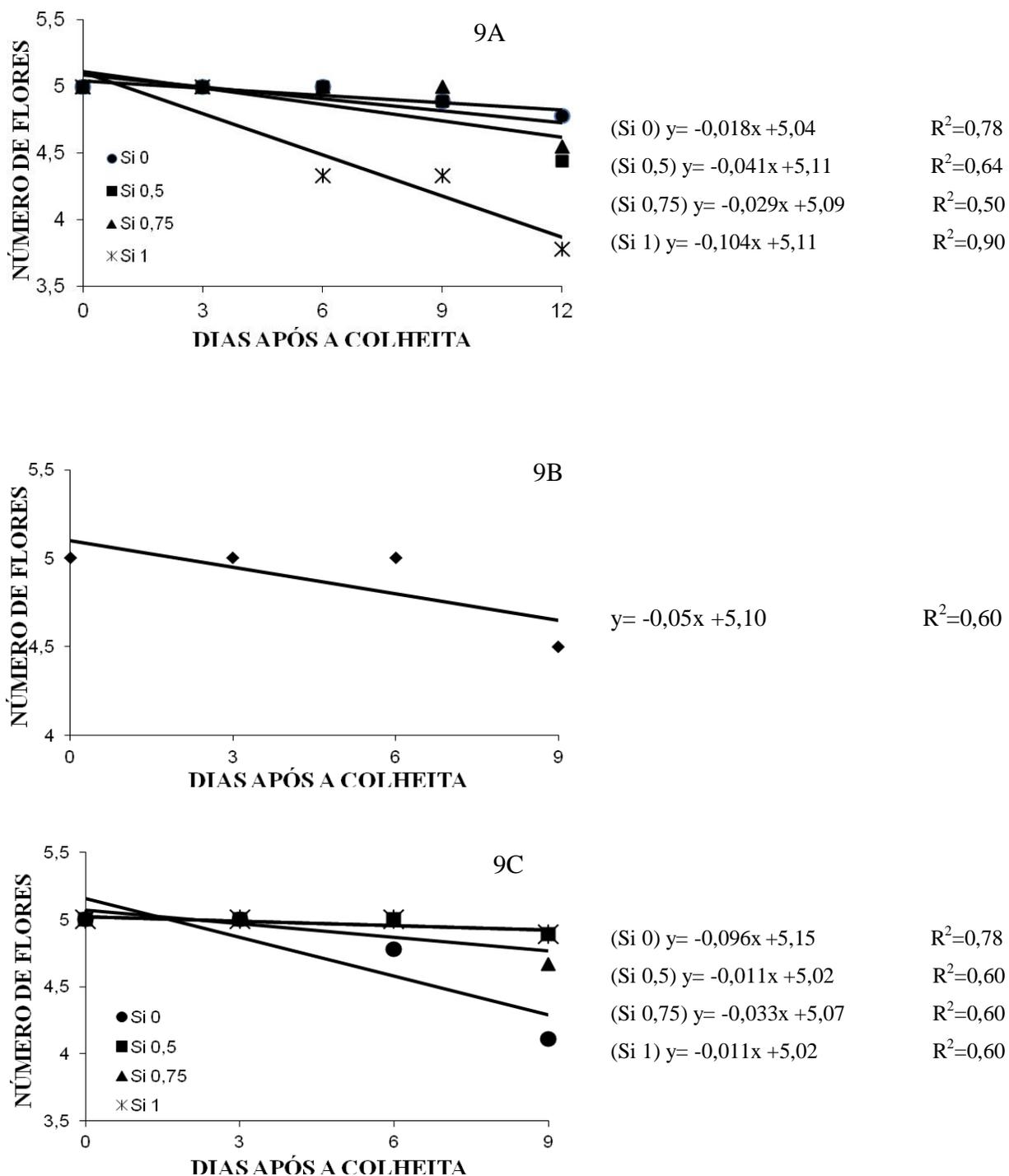


Figura 9 - Número de flores de gérbera 'Shania' aos 90 DAT (Figura 9A), 150 DAT (Figura 9B) e 210 DAT (Figura 9C) em função dos dias de avaliação pós-colheita. USP/ESALQ - Piracicaba (2010)

A análise de variância não acusou efeito significativo entre as doses de Ca e Si, aos 90 e 210 DAT para a perda de massa. Entretanto, aos 150 DAT, houve diferença entre doses de Ca para esta característica, sendo que a aplicação de 400 mg L⁻¹ proporcionou a redução na perda de massa (Tabela 16).

Flores de gérbera de corte cultivar Campitano, Testarossa e Dino, pulverizadas antes da colheita com CaCl₂ 1,0%, mergulhadas e tratadas com injeção desse mesmo fertilizante, tiveram maior vida de vaso e menor incidência de quebra da haste comparadas ao controle (GERASOPOULOS; CHEBLI, 1999). O Ca é importante na manutenção da estabilidade e resistência mecânica das paredes celulares (POOVAIAH; GLENN; REDDY, 1988) e na prevenção da perda de massa e de firmeza da haste floral, por isso ele diminui a incidência de quebra da haste e aumenta a longevidade das flores de corte.

Sasaki (2007) afirma que a perda de água é uma das principais causas de deterioração dos produtos hortícolas. Segundo Donegá (2009), o aumento da vida pós-colheita pode ser obtido através de práticas e tecnologias antes e após a colheita, como nutrição equilibrada, manuseio adequado, armazenamento rápido após a colheita, dentre outras. Entre os nutrientes, o Ca é geralmente visto como agente redutor da taxa de senescência de plantas e amadurecimento de frutos (FERGUSON, 1984), mantendo a integridade das membranas e /retardando a senescência (PICCHIONI et al., 1996).

Tabela 16 - Valores de F para perda de massa de flores coletadas aos 90, 150 e 210 DAT de gérbera “Shania” submetida às doses de cálcio e silício. USP/ESALQ - Piracicaba (2010)

DAT	Teste F			Média geral (g)	C.V. (%)
	Ca	Si	Ca x Si		
90	0,63 ^{NS}	0,11 ^{NS}	1,61 ^{NS}	30,00	15,40
150	4,29*	0,78 ^{NS}	1,43 ^{NS}	24,65	21,12
210	1,21 ^{NS}	0,30 ^{NS}	1,64 ^{NS}	21,61	23,83

^{NS}= Não significativo a 5% de probabilidade; *= Significativo a 5% de probabilidade.

Durante todos os períodos avaliados houve diferença estatística ao longo do tempo quanto à perda de massa das flores (Figura 10). Observou-se que até o terceiro dia de avaliação houve aumento de massa das flores avaliadas aos 90 e 210 DAT. Resultados

semelhantes também foram obtidos por Cordeiro (2008) em inflorescências de rosa, ao avaliar o efeito do 1-metilciclopropeno (MCP) sobre a vida de vaso da cultivar Osiana, pois constatou aumento de 5% na massa das flores no segundo dia após o tratamento. Este ganho inicial de massa está associado à absorção de água (SUZUKI et al., 2001). Após esse período, houve perda de massa até o final do período de avaliação. Aos 150 DAT a perda de massa ocorreu desde o início do período pós-colheita até o final.

Aos doze dias houve perda de massa acumulada de 29,74%, 36,29 e 27,97% para as flores coletadas aos 90, 150 e 210 DAT, respectivamente. Nesse momento, as flores foram caracterizadas como não comerciais devido às lígulas murchas, presenças de manchas nas pétalas e leve curvatura das hastes (Figura 11).

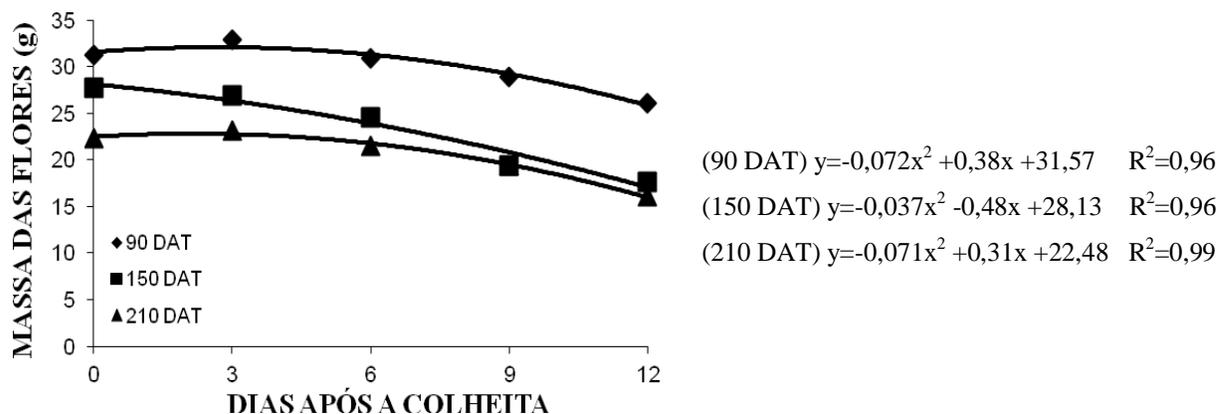


Figura 10 - Massa das flores de gérbera 'Shania' aos 90, 150 e 210 DAT em função dos dias de avaliação pós-colheita. USP/ESALQ - Piracicaba (2010)



Figura 11 - Haste de gérbera de corte no padrão de comercialização (A) e haste com lígulas murchas e presença de manchas e doenças (B). USP/ESALQ - Piracicaba (2010)

4.5 Estudos de anatomia das hastes florais

A análise de variância não acusou diferença significativa entre os tratamentos para o número de feixes vasculares em hastes florais de gérbera de corte (Tabela 17). A média obtida para o número de feixes foi de 45,69.

Tabela 17 - Valores de F para o número de feixes vasculares em hastes florais de gérbera “Shania” submetidas às doses de Ca e Si. Piracicaba, USP-ESALQ, 2010

Característica	Teste F			Média geral	C.V. (%)
	Ca	Si	Ca x Si		
Nº fx vasculares	3,41 ^{NS}	1,35 ^{NS}	1,26 ^{NS}	45,69	6,97

^{NS} = Não significativo

A figura 12 mostra as hastes florais, com a disposição dos feixes vasculares formando um anel completo na conformação do câmbio vascular (cordão de células situadas entre o xilema (xl) e o floema (fl) no parênquima medular).

Na estrutura anatômica da haste é possível distinguir a epiderme (ep), onde se encontra grande quantidade de radículas, e a zona cortical ou córtex (ctx), formada por células de parênquima medular (pm) e cuja camada mais interna é designada endoderme (end) (BONA; BOEGER; SANTOS, 2004).

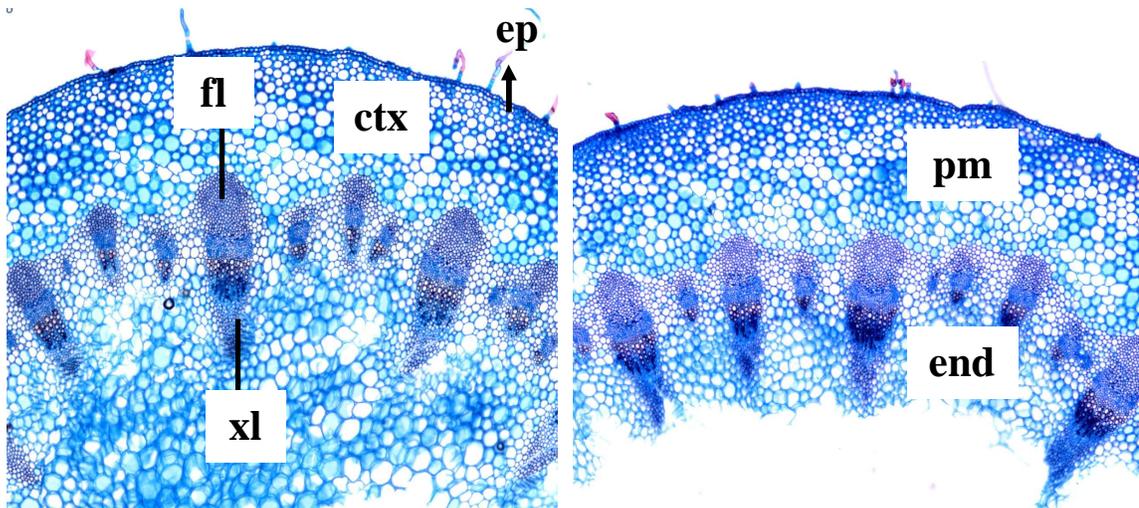


Figura 12 - Seções transversais de hastes florais de gérbera, na região situada entre 12 e 15 cm do capítulo floral, mostrando a disposição dos feixes vasculares. USP/ESALQ - Piracicaba (2010)

5 CONCLUSÃO

- O acúmulo de macronutrientes e de micronutrientes não sofreram influência da aplicação de Ca e Si via solução nutritiva durante o período de cultivo;
- A ordem de extração de macronutrientes pelas plantas (mg planta^{-1}) foi: $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$;
- A ordem de extração de micronutrientes e de Si pelas plantas ($\mu\text{g planta}^{-1}$) foi: $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Si}$;
- O Si aplicado semanalmente via solução nutritiva durante o cultivo da gérbera aumentou a vida pós-colheita de flores coletadas aos 210 DAT.

REFERÊNCIAS

- ALBINO-GARDUÑO R.; ZAVALETA-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.
- ALMEIDA, E.F.A.; PAIVA, P.D.O.; CARVALHO, J.G.; OLIVEIRA, N.P.; FONSECA, J.; CARNEIRO, D.N.M. Efeito do silício no desenvolvimento e na nutrição mineral de copo-de-leite. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 103-113, 2009.
- ANEFALOS, L.C.; GUILHOTO, J.J.M. Estrutura do mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 50, n. 2, p. 41-63, 2003.
- BAAS, R.; NIJSSEN, H.M.C.; VAN DEN BERG, T.J.M.; WARMENHOVEN, M.G. Yield and quality of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) and gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) in a closed nutrient system as affected by sodium chloride. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 61, p. 273-284, 1995.
- BARBOSA, J.G.; BARBOSA, M.S.; MUNIZ, M.A.; GROSSI, J.A.S.. Nutrição mineral e adubação de plantas ornamentais. **Informe Agropecuário**. Floricultura: tecnologias, qualidade e diversificação, Belo Horizonte, v. 30, n. 249, p. 16-21, 2009.
- 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 Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1205-1210, 2010.
- BERNINGER, E. Effects of air and soil temperature on the growth of gerbera. **Scientia Horticulture**, Amsterdam, v. 10, p. 271-276, 1979.
- BOAS, R.; NIJSSEN, H.M.C.; VAN DER BERG, T.J.M.; WARMENHOVEN, M.G. Yield and quality of carnation and gerbera in a closed nutrient system as affected by sodium chloride. **Scientia Horticulture**, Amsterdam, v. 61, p. 273-284, 1995.
- BONA, C.; BOEGER, M.R.; SANTOS, G.O. **Guia ilustrado de anatomia vegetal**. Ribeirão Preto: Editora Hollos, 2004. 80 p.
- CAMARGO, M.S.; SHIMIZU, L.K.; SAITO, M.A.; KAMEOKA, C.H.; MELLO, S.C.; CARMELLO, Q.A.C. Crescimento e absorção de nutrientes pelo Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cultivado em solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 143-146, jan./mar. 2004.
- CHANG, K.H.; YI WU, R.; CHUANG, K.C.; HSIEH, T.F.; CHUNG, R.S. Effects of chemical and organic fertilizers on the growth, flower quality and nutrient uptake of *Anthurium andreaeanum*, cultivated for cut flower production. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 125, p. 434-441, 2010.

CORDEIRO, D.C. **Efeito do 1-MCP sobre a vida de vaso de rosa Osiana**. 2008. Dissertação (M.S. em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

CUQUEL, F.L.; FINGER, F.L.; LOGIS, V. Colheita e pós-colheita de flores de corte. **Informe Agropecuário**. Floricultura: tecnologias, qualidade e diversificação, Belo Horizonte, v. 30, n. 249, p. 16-21, 2009.

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. 389-397, 1978.

DE KREIJ, C.; SONNENVELD, C; WARMENHOVEN, M.G.; STRAVER, N. **Normen voor gehalten aan voedingselementen van groeten en bloemen onder glas**. Voedingsoplossingen glastuinbouw Almeer, 1990.

DEMATRY, M.; MORGAN, C.; THELLIER, M. Calcium and the cell wall. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 7, p. 441-448, 1984.

DONEGA, M.A. **Relação Ca:K e aplicação de silício na solução nutritiva para o cultivo hidropônico de coentro**. 2009. 62 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p.641-644, 1999.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.

FERGUSON, I.B. Calcium in plant senescence and fruit ripening. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 7, p. 477-489, 1984.

GERASOPOULOS, D.; CHEBLI, B. Effects os pré- and postharvest calcium application on the vase life of cut gerberas. **Journal of Horticultural Science and 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.

HULSHOF, T. **Gérberas: sobre as desordens nutricionais e adubação na cultura da gérbera de corte: manual do produtor**. Holambra: Editora Setembro, 2008. 48 p.

INFOAGRO. **El cultivo de la gerbera**. 2007. Disponível em: <www.infoagro.com>. Acesso em: 18 jun. 2010.

JOINER, J.N.; POOLE, R.T.; CONOVER, C.A. Nutrition and fertilization of ornamental greenhouse crops. **Horticultural Reviews**, New York, v. 5, p. 317-398, 1983.

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

_____. **Balanco do comércio exterior da floricultura brasileira**. 2010. Disponível em: <http://www.hortica.com.br/artigos/2010_Balanco_do_Comercio_Exterior_da_Floricultura_Brasileira.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2011.

KAISER, E. Verfahren zur herstellung einer tadellosen glycerin-gelatine. **Botanisch Zentralb**, Stuttgart, v. 180, p. 25-26, 1880.

KAMENIDOU, N.; CAVINS, T.J. Silicon supplements affect horticultural traits of greenhouse-produced ornamental sunflowers. **HortScience**, Alexandria, v. 43, n. 1, p. 236-239, 2008.

KORNDORFER, G.H.; PEREIRA, H.; CAMARGO, M.S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. 3. ed. Uberlândia: UFU, ICIAG, 2004. 23 p. (Boletim Técnico, 1).

KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: Universidade Rural do Rio de Janeiro, 1997. 198 p.

LATORRE, D.O.; GUERRERO, A.C.; FERNANDES, D.M. Aplicação de silicato e cloreto de potássio em gérbera (*Gerbera jamesonii* L.) de vaso. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2009, São José do Rio Preto. **Anais...** São José do Rio Preto: UNESP, 2009.

LUDWIG, F.; FERNANDES, D.M.; MOTA, P.R.D.; VILLAS BÔAS, R.L. Macronutrientes em cultivares de gérbera sob dois níveis de fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 68-73, 2008.

LUDWIG, F.; FERNANDES, D.M.; MOTA, P.R.d'A., VILLAS BOAS, LASCHI, D. Qualidade pós-produção de cultivares de gérbera de vaso fertirrigadas com soluções nutritivas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 213-220, 2009.

MA, J.F.; MIYAKI, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. In: DATINOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDORFER, G.H. **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. chap. 2, p. 17-39.

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

MALOUPA, E.; FAKRI, M.N.; CARTZOULAKIS, K.; GERASOPOULOS, D. Effects of substrate and irrigation frequency on growth, gas exchange and yield of gerbera cv. Fame. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v. 10, p. 195-198, 1996.

MAROUSKY, J. Vascular structure of the gerbera scape. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 181, p. 299-405, 1986.

MEEROW, A.W. Growth of two subtropical ornamentals using coir (coconut mesocarp pith) as peat substitute. **HortScience**, Alexandria, v. 29, n. 12, p. 1484-1486, 1994.

MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on growth of solution cultured cucumber plants. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 29, p. 71-83, 1983.

MOTA, P.R.D.; BOAS, V.; LYRA, R.; LUDWIG, F.; FERNANDES, D.M. Crescimento da gébera e produção de fitomassa seca em função de níveis de condutividade elétrica. In: 15º, CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15., 2007, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2007.

MOTOS, J.R. (coord.). **Padrão Ibraflor de qualidade**. Campinas: Ibraflor, 2000.

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.

OLDONI, C.M. **Nutrientes absorvidos e lixiviados em cultivo de gébera em vaso, com duas soluções de fertirrigação**. 2008. 123 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2008.

OLDONI, C.M. Produção de géberas. **Informe Agropecuário**. Floricultura: tecnologias, qualidade e diversificação, Belo Horizonte, v. 30, n. 249, p. 67-73, 2009.

PARADISO, R.; DE PASCALE, S.; APREA, F.; BARBIERI, G. Effects of electrical conductivity levels of nutrients solution on growth exchange and yield of two gerbera cultivar in soilless system. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 690, p. 165-171, 2003.

PARUPS, E.V.; VORSEY, P.W. Lignin content and resistance to bending of the pedicel in greenhouse-grown roses. **Journal of Horticultural Science**, Alexandria, v. 51, p. 253-259, 1976.

PICCHIONI, G.A.; WATADA, A.E.; WHITAKER, B.D.; REYES, A. Calcium delays senescence-related membrane lipid changes and increases net synthesis of membrane lipid components in shredded carrots. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 9, n. 2, p. 235-245, 1996.

POOVAIAH, B.W.; GLENN, G.M.; REDDY, A.S.N. Calcium and fruit softening. physiology and biochemistry. **Horticultural Reviews**, New York, v. 10, p. 107-152, 1988.

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

ROBICHAUX, M.B. **The effect of calcium or silicon on potted miniature roses or poinsettias**. 2008. Dissertation (Máster in Sciences) – University of Louisiana at Lafayette, 2008. Disponível em: <<http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-07112008-082618/>>. Acesso em: 15 set. 2011.

ROGERS, M.N.; TJIA, B.O. **Gerbera production for cut flower and pot plants**. Portland: Timber Press, 1990. 116 p.

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**, Warszawa, v. 29, p. 289-296, 1976.

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

SASAKI, F.F. **Noções básicas de pós-colheita, hortaliças minimamente processadas**. Piracicaba: ESALQ, 2007. 32 p.

SAVVAS, D.; GIZAS, G. Response of hydroponically grown gerbera to nutrient solution recycling and different nutrient cation ratios. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 96, p. 267-280, 2002.

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 Applied of Botany**, v. 76, n. 5/6, p. 153-158, 2002.

SAVVAS, D.; KARAGIANNI, V.; KOTSIRAS, A.; DEMAPOULOS, V.; KARKAMISI, I.; PAKOU, P. Interaction between ammonium and pH of the nutrient solution supplied to gerbera grown in pumice. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 254, p. 394-402, 2003.

STEINITZ, B. The influence of sucrose and silver ions on dry weight, fiber and lignin contents, and stability of cut gerbera flower stalks. **Gartenbauwissenschaft**, Berlin, 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.

SUZUKI, A.; LEONARD, R.T.; NELL, T.A.; BARRETT, J.E.; CLARK, D.G. Effects of retail hydration on water uptake and quality of ‘madame delbard’ roses after long term transport. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 543, p. 251-256, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TESI, R. Effects of soil heating and spacing on gerbera flowering. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 68, p. 115-120, 1977.

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**, London, 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**, Alexandria, v. 119, n. 3, p. 568-571, 1994.

VAN MEETEREN, U. Water relations and keeping quality of cut gerbera flowers. I. The cause of stem break. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 8, p. 65-74, 1978.