

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL

FISIOLOGIA E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA  
DE FLORES CORTADAS DE GÉRBERA

Maria Fernanda Berlingieri Durigan  
Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL

FISIOLOGIA E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA  
DE FLORES CORTADAS DE GÉRBERA

Maria Fernanda Berlingieri Durigan

Orientador: Prof. Dr. Ben-Hur Mattiuz

Co-orientadora: Profa. Dra. Teresinha de Jesus Deléo Rodrigues

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Maio de 2009

D962f Durigan, Maria Fernanda Berlingieri  
Fisiologia e conservação pós-colheita de flores cortadas de gérbera / Maria  
Fernanda Berlingieri Durigan. - - Jaboticabal, 2009  
v 147 f.: il ; 28 cm  
Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009  
Orientador: Ben-Hur Mattiuz  
Banca examinadora: Regina Maria Monteiro de Castilho, Carlos Eduardo  
F. de Castro, Kátia Fernandes Lopes Pivetta, Pedro Luís da Costa Aguiar  
Alves.  
Bibliografia

1. Armazenamento refrigerado. 2. Floricultura. 3. Compostos químicos. I.  
Título. II. Jaboticabal – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.563:635.9

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica da Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – UNESP, Câmpus de Jaboticabal.  
E-mail: mfbdurigan@yahoo.com.br

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**MARIA FERNANDA BERLINGIERI DURIGAN**, filha de José Fernando Durigan e Maria Lúcia Berlingieri Durigan, nasceu em 29 de junho de 1979, na cidade de Jaboticabal, SP. Concluiu o curso de Engenharia Agrônômica em 23 de janeiro de 2004, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, SP. Na mesma instituição, em 20 de julho de 2005 obteve o grau de Mestre em Agronomia - Produção Vegetal, com o trabalho intitulado 'Injúrias Mecânicas e Fisiologia Pós-Colheita de Três Produtos Hortícolas'. Em agosto de 2005 ingressou no curso de pós-graduação em Produção Vegetal, ao nível de doutorando, realizando estudos na área de fisiologia pós-colheita de flores. De 15 de fevereiro de 2008 a 02 de setembro do mesmo ano obteve bolsa Capes do Programa de Doutorado no País com Estágio no Exterior (PDEE), para realizá-lo no Horticultural Production Chain Department, na cidade de Wageningen, Holanda, sob supervisão do Dr. Uulke Van Meeteren.

**DEDICO**

À minha mãe Maria Lúcia e ao meu irmão  
Marcel pela cumplicidade, paciência,  
alegria, apoio e amor.

**OFEREÇO**

Ao meu herói e exemplo, desde sempre e para  
sempre, meu pai José Fernando.

## AGRADECIMENTOS

A Deus e aos meus “anjos da guarda”, sempre presente em minha vida, que me deram muita força, possibilitando mais uma vitória.

Ao professor Ben-Hur Mattiuz pela orientação, amizade, incentivo e dedicação e à sua esposa Cláudia Fabrino Machado Mattiuz pelas idéias, amizade e apoio.

À professora Teresinha de Jesus Deléo Rodrigues pela orientação, generosidade, paciência, amizade e pela oportunidade de trabalho no Laboratório de Fisiologia do Departamento de Biologia.

Ao Dr. Uulke van Meeteren, da Wageningen University, Holanda, por proporcionar uma das maiores oportunidades de aprendizado e crescimento de minha vida.

Ao Senhor Bakker da empresa Cornélio's e ao engenheiro agrônomo Gustavo pelo fornecimento das flores e apoio.

Aos professores, em especial os que participaram da minha Banca de Qualificação, e funcionários da FCAV/UNESP, à coordenação e aos funcionários do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal pelas oportunidades.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas e do Departamento de Tecnologia pela ajuda nas diversas fases deste trabalho, incentivo e amizade.

Às laboratoristas Dirce Renata Dias Tostes e Sônia Carregari pelo apoio e amizade.

Ao Luis Carlos Cunha Junior por me ajudar a desvendar a estatística.

As minhas famílias Berlingieri e Durigan pelo amor incondicional e admiração.

As minhas amigas “de sempre” pela importantíssima amizade, incentivo e paciência.

Ao Pedro Lemos Ranzani pelo companheirismo, cumplicidade, alegria, paciência e amor; à família Lemos, à família Ranzani e aos amigos “da Vargem” pelo apoio e amizade.

Aos amigos e colegas que me ajudaram e incentivaram, das mais diferentes formas, em todas as etapas desta conquista.

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO – CONSERVAÇÃO E FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA DE FLORES CORTADAS DE GÉRBERA .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT – KEEPING QUALITY AND POSTHARVEST PHYSIOLOGY OF GÉRBERA CUT FLOWER .....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.1 O mercado de flores .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.2 <i>Gerbera jamesonii</i> Bolus .....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.3. Fisiologia pós-colheita de flores de corte .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2.4. Ponto de colheita e longevidade floral .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.5. Armazenamento refrigerado .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.6. Soluções conservantes .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.7. Compostos químicos utilizados na conservação pós-colheita de flores de corte .....</b>	<b>20</b>
<b>1.3.1. Carboidratos .....</b>	<b>20</b>
<b>1.3.2. Germicidas .....</b>	<b>23</b>
<b>1.3.3. Inibidores do etileno .....</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO 2 – USO DE SOLUÇÕES DE MANUTENÇÃO CONTENDO CLORO OU DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE 8-HIDROXIQUINOLINA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE INFLORESCÊNCIAS CORTADAS DE GÉRBERA ‘SUZANNE’ .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>2.4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>48</b>

<b>CAPÍTULO 3 – USO DE DIFERENTES SOLUÇÕES DE MANUTENÇÃO CONTENDO ÁCIDO CÍTRICO, CLORO OU 8-HQC NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FLORES CORTADAS DE GÉRBERAS ‘SUZANNE’ .....</b>	<b>49</b>
3.1. INTRODUÇÃO .....	50
3.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	52
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	56
3.4. CONCLUSÕES .....	69
<b>CAPÍTULO 4 – USO DO TIOSSULFATO DE PRATA E SUA COMBINAÇÃO COM SACAROSE EM TRATAMENTOS DE ‘PULSING’ NA VIDA PÓS-COLHEITA DE FLORES DE GÉRBERA ‘SUZANNE’ .....</b>	<b>70</b>
4.1. INTRODUÇÃO .....	71
4.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	74
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	78
4.4. CONCLUSÕES .....	91
<b>CAPÍTULO 5 – EFEITO DE DIFERENTES TEMPERATURAS NA VIDA PÓS-COLHEITA DE FLORES DE GÉRBERA ‘SUZANNE’ ARMAZENADAS “A SECO” ..</b>	<b>93</b>
5.1. INTRODUÇÃO .....	94
5.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	96
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	100
5.4. CONCLUSÕES .....	110
<b>CAPÍTULO 6 – EFEITO DA TEMPERATURA E DA RENOVAÇÃO DA SOLUÇÃO DE VASO SOBRE A VIDA PÓS-COLHEITA DE TRÊS CULTIVARES DE GÉRBERA .....</b>	<b>111</b>
6.1. INTRODUÇÃO .....	112
6.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	113
6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	115
6.4. CONCLUSÕES .....	122
<b>CAPÍTULO 7 – IMPLICAÇÕES .....</b>	<b>123</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>125</b>

## FISIOLOGIA E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FLORES CORTADAS DE GÉRBERA

**RESUMO** – A *Gerbera jamesonii* Bolus é uma espécie da família Compositae. O capítulo, com diâmetro de 8 – 14 cm, possui flores liguladas de cores vivas organizadas ao redor do centro, que contém os botões florais. Esta inflorescência é sustentada por uma haste longa e sem folhas. Atualmente é uma das dez flores mais comercializadas no Brasil e está entre as três principais flores de corte. A utilização de soluções conservantes, tratamentos de “pulsing”, ou fortalecimento, e baixas temperaturas de armazenamento visa prolongar a vida e manter por mais tempo a qualidade das flores cortadas. Neste contexto, este trabalho teve por objetivos avaliar o efeito de diferentes práticas de manejo na pós-colheita sobre a fisiologia e conservação de inflorescências de gérberas. Para os quatro primeiros experimentos foi utilizada a gérbera cv. Suzanne, de coloração laranja. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial. No primeiro experimento, as inflorescências permaneceram nas seguintes soluções de manutenção: 1) Água destilada; 2) Cloro a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ ; 3) 8-hidroxiquinolina (8-HQC) a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ ; 4) 8-HQC a  $200 \text{ mg.L}^{-1}$ ; e 5) 8-HQC a  $400 \text{ mg.L}^{-1}$ , cujas hastes foram mantidas em condição controlada de laboratório ( $20^\circ\text{C}$ ; 70% UR). Este experimento possibilitou observar danos nas bases das hastes, causados pelos tratamentos com cloro a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  e com as doses mais elevadas de 8-HQC. A manutenção da boa qualidade foi observada no tratamento com 8-HQC a  $200 \text{ mg.L}^{-1}$ . A longevidade média foi de 12 dias em vaso. No segundo experimento foram utilizadas, durante o armazenamento a  $20^\circ\text{C}$  e 70% UR, as soluções: 1) Água destilada; 2) Ácido cítrico a  $64 \text{ g.L}^{-1}$ ; 3) Cloro a  $25 \text{ mg.L}^{-1}$ ; 4) Cloro a  $50 \text{ mg.L}^{-1}$ ; 5) 8-HQC a  $25 \text{ mg.L}^{-1}$ ; e 6) 8-HQC a  $50 \text{ mg.L}^{-1}$ . Com os resultados verificou-se a baixa eficiência do ácido cítrico na concentração usada e o menor efeito fitotóxico do cloro e da 8-HQC em concentrações mais baixas que as usualmente recomendadas, o que levou à manutenção da boa qualidade das flores por um maior período de tempo. A longevidade média foi de 8 dias de vaso para a solução de ácido cítrico a  $64 \text{ g.L}^{-1}$  e água destilada, de 9 dias para as soluções contendo cloro e de 12 dias para as contendo 8-HQC. No terceiro experimento, as flores foram submetidas durante 12 horas

às seguintes soluções de “pulsing”: 1) Água destilada; 2) Sacarose a 5%; 3) Tiosulfato de prata (STS) a 0,2 mmol; 4) STS a 0,2 mmol + 5% de sacarose; 5) STS a 0,4 mmol; 6) STS a 0,4 mmol + 5% de sacarose; 7) STS a 0,6 mmol; 8) STS a 0,6 mmol + 5% de sacarose, e mantidas posteriormente em água destilada sob 20°C e 70% UR. Os tratamentos contendo STS e, principalmente os adicionados de 5% de sacarose, possibilitaram a melhor manutenção da maioria dos parâmetros analisados, com destaque para os altos níveis de carboidratos nas flores liguladas durante o experimento. As flores não tratadas com “pulsing” ou somente com água ou sacarose tiveram longevidade média de 9 dias, enquanto as que receberam tratamento de “pulsing” com solução de STS, com ou sem sacarose, tiveram longevidade média de 12 dias. No quarto experimento, as gérberas foram submetidas, durante 7 dias, às seguintes condições: 1) 2°C, 85% UR; 2) 4°C, 83% UR; 3) 6°C, 80% UR; 4) 20°C, 70% UR. Após este período, as hastes foram padronizadas a 45 cm, colocadas em recipientes com água destilada e mantidas a 20°C e 70% UR. A utilização da refrigeração durante o armazenamento ‘a seco’ mostrou-se eficiente na manutenção da qualidade pós-colheita das inflorescências. As flores armazenadas a 20°C, tiveram longevidade média de 8 dias enquanto para as armazenadas a 2 – 6°C esta foi de até 14 dias (2°C). Para o último trabalho, realizado na Universidade de Wageningen, Holanda, foram utilizadas as gérberas ‘Pink Star’, ‘Contour’ e ‘Red Amy’. Os experimentos foram compostos por diferentes manejo da solução de vaso (contendo ou não cloro a 1%; com ou sem renovação desta solução), temperaturas de armazenamento (8°C, 12°C ou 20°C) e dezesseis épocas de avaliação. Os resultados indicam que cada cultivar apresentou respostas próprias ao armazenamento. A ‘Contour’ é sensível ao frio enquanto as temperaturas mais baixas atrasaram os sintomas de senescência em ‘Red Amy’ e ‘Pink Star’ e proporcionaram maior vida de vaso à elas, de 16,67 e 14,67, respectivamente. Para as três cultivares o manejo utilizando 1% de cloro e renovação da solução de vaso foi o mais benéfico.

**Palavras-chave:** armazenamento refrigerado, citrato de 8-hidroxiquinolina, 8-HQC, tiosulfato de prata, STS, pulsing.

## POSTHARVEST PHYSIOLOGY AND KEEPING QUALITY OF GERBERA CUT FLOWER

**ABSTRACT** – *Gerbera jamesonii* belongs to the Compositae family. The inflorescence, with diameter of 8 – 14 cm, is a capitulum with ligules with vivid color organized around de center, that contain flower buds, which can be in a variety of colors. This colorful flower is supported by a long stem, without leaves. Nowadays it is one of the ten most commercialized flowers in Brazil and is one of the three main cut flowers. The use of keeping-quality solutions, pulsing treatments and low temperature during the vase life seeks to prolong vase life and to maintain the quality of cut flowers. In this context, this research was conducted, at FCAV-UNESP, Jaboticabal, SP, Brazil, to evaluate the effects of several handling techniques on postharvest physiology gerbera cut flowers. The experiments followed complete randomized design, in factorial arrangement. On the first one, the inflorescences remained in the following solutions: 1) Distilled water; 2) Chlorine at 100 mg.L<sup>-1</sup>; 3) 8-hydroxyquinolin (8-HQC) at 100 mg.L<sup>-1</sup>; 4) 8-HQC at 200 mg.L<sup>-1</sup>; and 5) 8-HQC at 400 mg.L<sup>-1</sup>, which the stems remained in environmental conditions (20°C; 70% RH). On this experiment, it was possible to observe the damage caused by the treatments using chlorine at 100 mg.L<sup>-1</sup> and high dosage of 8-HQC. The good quality where kept by using 8-HQC at 200 mg.L<sup>-1</sup> and the average longevity of the experiment was 12 days. On the second experiment, the gerberas remained, during storage, in the following solutions: 1) Distilled water; 2) Citric acid at 64 g.L<sup>-1</sup>; 3) Chlorine at 25 mg.L<sup>-1</sup>; 4) Chlorine at 50 mg.L<sup>-1</sup>; 5) 8-HQC at 25 mg.L<sup>-1</sup>; and 6) 8-HQC at 50 mg.L<sup>-1</sup>. With the results it was possible to verify the low efficiency of the citric acid at the used concentration and the lower damage by lower concentrations of chlorine and 8-HQC than the usually recommended, which kept the good quality of the flowers for a longer period of time. The average longevity of this experiment was 10 days of vase life, where the solutions of citric acid at 64 g.L<sup>-1</sup> and distilled water had average of 8.5 days, the solutions containing chlorine at 25 – 50 g.L<sup>-1</sup> and 8-HQC 25 – 50 g.L<sup>-1</sup> had average of 9.6 days and 12 days, respectively. On the third experiment, fresh cut flowers where taken to the laboratory and during 12 hours, they remained in the following “pulsing”

solutions: 1) Distilled water; 2) 5% Sucrose; 3) Silver tiosulfate (STS) at 0,2 mmol; 4) STS 0.2 mmol + 5% sucrose; 5) STS 0.4 mmol; 6) STS 0.4 mmol + 5% sucrose; 7) STS 0.6 mmol; 8) STS 0.6 mmol + 5% sucrose. The treatments with STS, mainly the ones containing 5% sucrose, kept the good conditions of the analyzed parameters, even when it were not significantly different, high lighting the high contents of carbohydrates in ligulas during the experiment. The flowers without the “pulsing” treatment or containing only water or sucrose had an average longevity of 9,78 to 10,11 days of vase life, while the ones with “pulsing” treatment of STS, with or without sucrose, had average longevity of 10.12 to 12.19 days. On the fourth experiment, each group of gerberas where kept, during 7 days, under the following storage conditions: 1) 2°C, 85±5% RH; 2) 4°C, 83 ±5% RH; 3) 6°C, 80±5% RH; 4) 20°C, 70±5% RH. After this period, the stems where rated at 45 cm, placed in distilled water and kept under environmental conditions (20°C; 70% RH). The refrigeration during dry storage was efficient on keeping the good postharvest quality, mainly at lower temperature. Flowers kept at 20°C, had average longevity of 8.6 days while the ones stored under 2 – 6°C had average longevity of 13.8 days of vase life (2°C). For the last article, made at the Wageningen University, The Netherlands, it was used gerberas cv. ‘Pink Star’, ‘Contour’ and ‘Red Amy’. The compounds of these experiments were the different way of treating the vase solution (with or without chlorine 1%, with or without renewing this solution), storage temperature (8°C, 12°C or 20°C) and 16 evaluation days. The results indicated that each cultivar has its own behavior during storage. The cv. Contour is sensitive to low temperature, with high incidence of stem break, while low temperature delayed this senescence symptom on ‘Red Amy’ and ‘Pink Star’ and proportionate higher vase life to them, of 16.67 and 14.67, respectively. For these cultivars, the treatment with chlorine at 1% and changing the vase solution was, relatively, the best.

**Key-words:** cold storage, keeping quality, 8-hydroxyquinolin citrate, 8-HQC, silver tiosulfate, STS, pulsing.

## CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1.1. INTRODUÇÃO

Grande interesse nas pesquisas pós-colheita de flores cortadas tem sido observado nos últimos anos devido ao rápido aumento que o consumo destas flores tem tido em muitos países (AIPH, 2008), o que é muito promissor para a atividade agrícola. Embora as técnicas que possibilitam a manutenção da boa qualidade estarem bastante desenvolvidas, o entendimento sobre a fisiologia pós-colheita de flores é bastante rudimentar (NOWAK & RUDNICKI, 1990). A área cultivada de flores para corte tem crescido em vários países (JUNQUEIRA & PEETZ, 2004).

Os problemas com a distribuição das flores estão atualmente centralizados no transporte a longas distâncias e através do mundo, como, por exemplo, da Holanda para o Japão ou da Colômbia para a Europa. O custo do transporte aéreo é um fator que influencia fortemente o comércio das flores, pois há grande diferença entre os custos deste transporte e do marítimo. Para que a economia do transporte marítimo seja aproveitada, a vida de vaso das flores deve ser estendida para possibilitar aos consumidores qualidade equivalente em todos os pontos de distribuição (ZELTZER *et al.*, 2001). Isso significa que se deve investir em tratamentos pós-colheita para garantir um comércio fluente e contínuo no futuro.

O período em que se preserva a boa qualidade não é o único objetivo da longevidade na pós-colheita de flores, mas a satisfação do consumidor. A senescência prematura o levará ao sentimento de frustração (BUYS, 1978).

Dentre as causas da deterioração de flores cortadas, destaca-se o bloqueio dos vasos do xilema por ar e/ou microrganismos que causam a oclusão do xilema.

O cloro tem sido usado na pós-colheita de flores para controlar bactérias e fungos durante a manipulação e como solução de manutenção (VAN DOORN *et al.*, 1990a; FARAGHER *et al.*, 2002). No Brasil é o produto mais usado para este fim. O modo de ação do cloro não é específico e envolve a oxidação dos componentes

celulares dos agentes microbianos, incluindo proteínas das membranas celulares e protoplasmáticas (DYCHDALA, 1983).

A 8-hidroxiquinolina é um germicida importante e muito utilizado pela indústria floral em soluções conservantes (NOWAK & RUDNICKI, 1990). Este produto age como um agente antimicrobiano (KETSA *et al.*, 1995) e aumenta a absorção de solução pela planta (REDDY *et al.*, 1985).

Vários antagonistas do etileno tem sido estudados, visando aumentar a vida de vaso das flores por meio de melhoria das relações hídricas nas hastes cortadas e redução nos efeitos do etileno. O nitrato de prata reduziu o declínio na absorção de água por *Anthurium* (PAULL & GOO, 1985), samambaias cortadas (FUJINO & REID, 1983) e narcisos (PISKORNIK, 1985). Os íons de prata agem como biocida, eliminando o bloqueio dos vasos do xilema por microrganismos (AARTS, 1957; KOFRANEK & PAUL, 1974). Estes íons também bloqueiam os locais de ação do etileno (PAULL & GOO, 1985; SISLER, 1982), prevenindo o bloqueio fisiológico das hastes cortadas (HUTCHINSON *et al.*, 2003). Embora os íons prata tenham muita eficiência na conservação pós-colheita de flores e serem amplamente usados no mundo todo, como por exemplo, as rosas exportadas pela Colômbia, onde 100% são tratadas com tiossulfato de prata (SAXTAN, 1999), por se tratar de um metal pesado que provoca poluição ambiental, seu uso será proibido na Europa a partir de 2010 (FLORABRASILIS, 2008).

Na maioria dos produtos hortícolas, a temperatura é considerada como o fator mais importante do ambiente, para determinar a extensão da vida pós-colheita dos mesmos (KAYS, 1991), pois reduz a atividade respiratória, que tem relação direta com a vida de prateleira dos produtos hortícolas (WILLS *et al.*, 1998; BÖTTCHER *et al.*, 2003). Os benefícios do armazenamento refrigerado de flores de corte são conhecidos há muito tempo (CARROW, 1978; SACALIS, 1993), pois conservam a qualidade, e determinam a taxa de absorção de água e de transpiração e a velocidade de consumo das reservas orgânicas pela respiração (SACALIS, 1993).

Como a gérbera está entre as dez flores mais comercializadas no mundo e, atualmente, ocupa a quarta posição no Brasil entre as flores cortadas (INFOAGRO,

2008), este trabalho teve por objetivo estudar a influência e a eficiência dos métodos de manejo e do uso de diferentes produtos utilizados na pós-colheita de flores cortadas, sobre a vida em vaso e a qualidade de *Gerbera jamesonii*.

## **1.2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **1.2.1. O mercado de flores**

A comercialização de flores tem exigido que mais espécies, em grande quantidade, sejam produzidas para manter o crescente consumo, principalmente no mercado atacado e no varejo popular, que acontece sob condições bastante competitivas. Isto faz com que muitos países tornem-se produtores de flores cortadas, tanto para o comércio doméstico, como para exportação. Cada país tem clima e condições particulares, as quais são aproveitadas pelos produtores para desenvolver suas especialidades, mas cada país também tem suas próprias limitações, as quais podem ditar onde cada flor poderá ser vendida (PERTWEE, 2000). A América do Sul é conhecida pelas suas exportações de rosas, cravos e crisântemos pela Colômbia e Equador, cujo principal destino é o mercado norte americano. Na África, os produtores cultivam o que é ditado pela Europa. Houve grandes avanços na logística e os produtores tem se profissionalizado para atender a qualidade e as condições pós-colheita exigidas pelos códigos de boas práticas (AIPH, 2008).

A demanda por flores de corte, em 2007, cresceu mais que em 2006 em diversos países, porém, o preços pagos foram menores. Na Europa tem-se reportado que o preço pago na Áustria, Bélgica, Dinamarca, Alemanha, Suécia e Reino Unido era resultado do baixo suprimento e alta demanda, enquanto altos preços estavam sendo conseguidos em Luxemburgo e na Polônia. Na Finlândia, Holanda e Hungria os preços mantiveram-se estáveis (AIPH, 2008).

A floricultura brasileira movimenta cerca de 700 a 800 milhões de dólares por ano, sendo responsável pela geração de aproximadamente 50 mil empregos, dos quais

45% estão localizados na produção, 7% na distribuição, 45% no comércio e 4% no apoio (IBRAFLOR, 2006).

A exportação brasileira foi em 2005 de 2 - 5% do produzido, e gerou um valor de US\$ 25,7 milhões (ANBA, 2006). De acordo com o Instituto de Economia Agrícola (IEA), três países importaram, em 2005, o equivalente a 80% do valor das exportações brasileiras do setor. Estes países são Holanda (38%), Estados Unidos (26%) e Itália (15%). Dentre os diversos entraves ao crescimento da produção e das exportações, pode-se citar a instabilidade do câmbio, custos do transporte aéreo e a falta de infraestrutura nos portos (IBRAFLOR, 2006).

Dentre os produtos exportados, destacam-se as flores tropicais (helicônias, bromélias e antúrios), as rosas, as flores secas, os gladiolos, os lisiantos, as gérberas, os bulbos, as mudas de cordilines e dracenas, as folhagens, as sementes de palmeiras e as mudas de orquídeas, gerânios e crisântemos (IBRAFLOR, 2006).

Segundo JUNQUEIRA & PEETZ (2004), o setor de flores frescas de corte esteve na terceira posição entre os valores exportados no ano de 2004, representando 20,9% destas vendas (US\$ 4,877 milhões). Em primeiro lugar ficou o de mudas ornamentais, com 48,8% e em segundo o setor de bulbos, tubérculos e rizomas, com 23,08%. As principais flores de corte exportadas pelo Brasil são rosas, crisântemos, lisiantos, lírios e gérberas.

### **1.2.2. *Gerbera jamesonii* Bolus**

A gérbera (*Gerbera jamesonii* Bolus) é originária de Transvaal, África do Sul, e também é conhecida como margarida da Transvaal, em alguns países. Leva o nome de Trangott Gerber, um médico alemão colecionador de plantas. As variedades de cultivo comercial procedem de hibridações com espécies do sul da África (*Gerbera jamesonii* x *G. viridifolia*), onde o clima é tropical de montanha. Seu nome científico foi dado por um colecionador de plantas chamado Jameson, que descobriu a gérbera no Transvaal (INFOAGRO, 2008). Na natureza são encontradas flores cuja coloração varia do amarelo ao laranja escuro, mas com o desenvolvimento de cultivares híbridos,

disponibilizou-se ao mercado grande variedade de cores, como branco, creme, rosa, vermelho, carmim e, até mesmo, violeta.

O gênero *Gerbera* é um dos integrantes que compõe a grande família Compositae, que reúne outros gêneros importantes para a floricultura como *Aster*, *Calendula*, *Centaurea*, *Chrysanthemum*, *Cosmos*, *Dahlia*, *Dendranthema*, *Helianthus*, *Pericallis*, *Solidago*, *Tagetes* e *Zinnia*. Além da *G. jamesonii*, há outras espécies de gérbera como *G. viridifolia*, *G. aurantiaca*, *G. linnaei*, *G. anandria*, *G. aspleniifolia* e *G. kunzeana* (DOLE & WILKINS, 1999).

São plantas perenes e herbáceas que possuem flor composta. O capítulo é formado por várias filas concêntricas de flores femininas liguladas, havendo, também, uma fila de flores hermafroditas e ao centro ficam as flores masculinas, assemelhando-se a grandes margaridas. Seu cultivo pode durar vários anos mas, comercialmente, só é interessante por dois ou três, dependendo da cultivar e das técnicas empregadas. O sistema radicular é originalmente pivotante, mas a medida que se desenvolve, converte-se em fasciculado e é composto por grossas raízes, de onde partem numerosas radículas (INFOAGRO, 2008). A propagação é geralmente por meio de sementes, divisão de touceiras e cultura de tecido (MASCARINI, 1998). Necessitam de elevados níveis de luz, para formar plantas com abundância de flores (HUGHES, 2006).

As inflorescências têm diâmetro de 6,0 a 10,5 cm e haste de 30,5 cm a 50,0 cm, variando de acordo com a cultivar (WERNETT, 1990).

Segundo HUGHES (2006), a gérbera é uma cultura tradicional para flor cortada. O melhoramento na Flórida e na Europa enfocou o desenvolvimento de cultivares com hastes longas para produção de flores de corte. As hastes podem variar de 30,5 a 50 cm de comprimento. De fato, a maior parte da produção de gérberas na Europa, no Japão e no Brasil é de flores de corte. Porém, híbridos anões são muito populares e comercializados como flores envasadas (ROGER & TJIA, 1990).

Uma das principais características e talvez a mais atrativa, é a grande gama de diferentes colorações disponíveis no mercado, que varia do branco ao violeta, passando pelo cor-de-rosa e vermelho. Nas gérberas de corte a colheita é realizada puxando-se as hastes com remoção de sua base antes da hidratação (EMONGOR, 2004).

A gérbera da cultivar Suzanne possui características únicas, como a coloração laranja-intensa, pétalas (língulas) em fileiras duplas e volumosas. As pétalas internas são estreitas e finas formando um mosaico nas cores preto e laranja. É uma variedade disponível durante o ano todo (PREESMAN, 2008). No Brasil está entre as cinco gérberas de corte mais comercializadas (INFOAGRO, 2008).

A importância da gérbera como flor de corte é representativa por ser ideal para buquês, devido à grande variedade de cores. Também é importante citar a importância do cultivo industrial da gérbera para maços, principalmente nos últimos anos. A nível mundial, as cores de gérbera em maços com maiores demandas são: rosa (40%), vermelho (20%), laranja (10%), branco (10%), amarelo (10%) e outras (10%) (INFOAGRO, 2008).

O maior problema na pós-colheita de gérberas cortadas está relacionado ao curto período de tempo, desde a colheita até a senescência, quando o capítulo murcha ou a haste não se mantém mais ereta, período de aproximadamente oito dias. O ideal seria que a longevidade pós-colheita desta flor fosse de pelo menos duas semanas, mas infelizmente, para o consumidor o tempo de vida da flor cortada no vaso é menor, de no máximo dez dias (WERNETT, 1990).

### **1.2.3. Fisiologia pós-colheita de flores de corte**

A água é o principal constituinte das células vivas, pois tem uma série de propriedades que a tornam o meio fundamental para a manifestação de todos os fenômenos físicos, químicos e biológicos essenciais ao desenvolvimento das plantas. É o meio para difusão de solutos nas células e funciona como regulador da temperatura, além de ser fundamental na sustentação dos tecidos vegetais, por sua incompressibilidade e ser o solvente para a maioria das reações bioquímicas (REICHARDT, 1985).

A maior parte da água absorvida pela planta é perdida para a atmosfera por transpiração estomática, sendo esse processo regulado pela interação complexa e dinâmica de fatores internos e externos (RASCHKE, 1975).

O balanço hídrico é considerado o fator determinante do comportamento e da longevidade dos órgãos das plantas (BOROCHOV *et al.*, 1982), ressaltando-se que a falta de água acelera a senescência (MAYAK, 1987). Altos níveis de hidratação dos tecidos são, em geral, associados a aumento na vida de vaso das flores de corte (MUÑOZ *et al.*, 1982) e, de acordo com NOWAK & RUDNICKI (1990), flores de corte que perderam 10 - 15% de sua massa fresca, geralmente, se apresentam murchas.

O estresse hídrico induziu à senescência precoce em flores cortadas de cravo (*Dianthus caryophyllus* cv. White Sim) (BOROCHOV *et al.*, 1982) e de antúrio (*Anthurium* cv. Ozaki Red) (PAULL & GOO, 1985). No caso de órgãos florais, há grandes perdas de água por transpiração, em decorrência de sua grande superfície de exposição (WILLS *et al.*, 1981; KAYS, 1991). Flores de corte, principalmente aquelas com folhas no caule, perdem água rapidamente e murcham, mas a remoção parcial das folhas reduz esta perda de água (REID & KOFRANEK, 1980).

No entanto, o estresse hídrico em flores de corte também pode ser causado pela obstrução dos tecidos condutores, na base das hastes florais (PAULL *et al.*, 1985), o que provoca a redução no fluxo de água (MAYAK & HALEVY, 1974; STIGTER & BROEKHUYSEN, 1983).

Com relação à qualidade da água utilizada nos vasos de flores cortadas é necessário um monitoramento, pois o alto conteúdo de íons, especialmente de cloro, pode reduzir o período de conservação (DAI & PAULL, 1991). Água com traços de flúor pode causar danos e reduzir a vida pós-colheita de gladiolos, gérberas e crisântemos. A sensibilidade das plantas varia de 0,5 mg, para gérberas e gladiolos, a até 5 mg de flúor por litro de água, para crisântemos (TJIA *et al.*, 1987).

A vida de vaso é geralmente usada como indicador da longevidade de flores cortadas, incluindo gérberas e é determinada pelos números de dias, a partir da colheita até a senescência, prematura ou não.

O tombamento das hastes dos botões de rosas cortadas (“bent neck”) ocorre, geralmente, bem próximo da flor e é devido à perda da rigidez peduncular. Tem como consequência a finalização prematura da vida de vaso (BURDETT, 1970). A vida de vaso é geralmente usada como indicador da longevidade de flores cortadas, incluindo

gérberas, e é determinada pelos números de dias, a partir da colheita até a senescência, prematura ou não. Outros termos usados para descrever o repentino “tombamento da haste” em gérberas cortadas são dobramento (DE JONG, 1978), quebra da haste (VAN MEETEREN, 1978a) e quebra do pescoço (ZIESLIN *et al.*, 1978). Esse dobramento ocorre no terço superior da haste de gérberas. A senescência prematura em flores cortadas contrasta com a senescência “natural”. Em gérberas, esse fenômeno natural é identificado como “murchamento”. Este foi descrito como a condição que ocorre quando as lígulas de uma inflorescência em uma haste ereta apresentam perda visível de turgor (DE JONG, 1978).

SYTSEMA (1975) especificou seis fatores importantes que podem afetar a avaliação da vida de vaso de flores de corte: 1) Condição das flores: flores colhidas e deixadas para readquirir a turgescência durante o armazenamento ou transporte podem ser armazenadas em condições adversas, piores do que flores não condicionadas; 2) Temperatura: a vida em vaso é geralmente menor quando há aumento de temperatura; 3) Umidade relativa e velocidade da circulação do ar: a UR deve ser de no mínimo 50% e a velocidade de circulação do ar deve ser sempre baixa para impedir a transpiração excessiva; 4) Luz: intensidade luminosa baixa é satisfatória, mas não o escuro total; 5) Etileno e troca de gases: boa ventilação é o melhor método de evitar qualquer efeito prejudicial em consequência da concentração de etileno; 6) Uso de bactericidas: contaminações bacterianas interferem na vida de vaso, por isso recomenda-se o uso de um biocida.

Os processos de deterioração em flores ocorrem, assim como em frutas e hortaliças, como consequência de processos fisiológicos complexos que podem ser influenciados por fatores externos. O esgotamento das reservas relaciona-se à quantidade dessas substâncias, principalmente carboidratos, no momento da colheita (HARDENBURG *et al.*, 1990).

As diferenças genéticas entre espécies e cultivares conferem características próprias a cada produto, de forma que os sintomas de senescência e a máxima vida de vaso podem variar muito (REID, 1992). Os fatores climáticos também influenciam na qualidade pós-colheita das flores, sendo que a luz e a temperatura afetam a

pigmentação e, conseqüentemente, a coloração das pétalas, características utilizadas para a avaliação da qualidade de flores cortadas (VAN DOORN, 1999).

De acordo com VONK NOORDEGRAAF (1999), o potencial de vida de vaso pode diminuir quando as condições de cultivo não são ótimas, ou quando as condições pós-colheita são desfavoráveis.

Segundo VAN DOORN (1999), durante o cultivo de flores, as variáveis climáticas, luz, temperatura e umidade relativa do ar, influenciam diretamente a qualidade das flores, sendo alguns efeitos já bem descritos por alguns pesquisadores. As baixas temperaturas influenciam no tamanho das hastes e na formação das pétalas em rosas (MOE & KRITOFFERSEN, 1969); a interrupção do tratamento com dias curtos influencia a qualidade de crisântemos e a luz afeta o comportamento da abertura estomática de folhas de rosas (SLOOTWEG & VAN MEETEREN, 1991); a umidade relativa do ar determina a evolução da contaminação por *Botrytis* em gérberas (KERSSIES, 1993); e a umidade do ar influencia a transpiração e o murchamento das folhas de rosas (MORTENSEN & FJELD, 1995).

O murchamento de flores cortadas ocorre em conseqüência da perda excessiva de água por transpiração, limitando a longevidade das flores. O murchamento pode ser um processo fisiológico normal, fazendo parte da senescência natural, assim como pode ser decorrente da obstrução dos vasos pela ação de microrganismos (VAN DOORN & DE WITTE, 1991).

Historicamente, a maioria das pesquisas sobre flores cortadas são focadas no ambiente e no metabolismo das flores, e menos extensas nos fatores anatômicos que afetam a qualidade final. A adequação do ambiente onde as flores são conservadas tem estendido a vida de vaso de flores cortadas e/ou reduzido a ocorrência de senescência prematura (WERNETT, 1990).

Pesquisas com tratamentos pós-colheita para manter a boa qualidade durante a vida de vaso de gérberas cortadas tem sido feitas por vários pesquisadores. WATERS (1964) usou no tratamento o conservante floral Everbloom<sup>®</sup>, aumentando a vida de vaso de gérberas em 3 – 5 dias. KOHL (1968) concluiu que um preservativo floral deve ser usado para aumentar a vida em vaso de gérberas e que as hastes devem ser cortadas

logo após a adição do produto. MAROUSKY & WOLTZ (1975) alertaram que o uso de água fluorada nas soluções de manutenção poderia reduzir a longevidade pós-colheita de gérberas. VAN MEETEREN (1978a) sugeriu que a suscetibilidade ao tombamento das hastes, em alguns cultivares de gérberas, poderia ser prevenido com o uso de bactericidas na solução de manutenção. NOWAK (1981) constatou que a vida em vaso de gérberas poderia ser prolongada se na solução de “pulsing”, aplicada por 20 horas antes do armazenamento refrigerado, forem adicionados nitrato de prata, citrato de 8-hidroxiquinolina e sacarose. O pré-tratamento com tiosulfato de prata (STS) aumentou a vida de corte de gérberas, posteriormente expostas a altas concentrações de etileno exógeno. KADER & ROGERS (1986) concluíram que mais adequado a utilização de sulfato de 8-hidroxiquinolina (8-HQS) do que o nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ), como componente dos conservantes florais usados para aumentar a vida em vaso de gérberas. A combinação de um destes agentes antimicrobianos com sacarose, levou a diminuição no tombamento das hastes. AMAURITEI *et al.* (1986) relataram que o tratamento de “pulsing” contendo sacarose, 8-HQS e  $\text{AgNO}_3$  aumentou a vida em vaso de gérberas ‘Symphonie’ e ‘Richard’.

Somado aos tratamentos químicos, o manejo durante a vida pós-colheita também tem sido investigado para prolongar a qualidade de flores. BARENDSE (1986) relatou que um aumento na vida em vaso de gipsofilas é possível com o corte de 10 cm da base da haste. VAN MEETEREN (1978b) sugeriu que a vida pós-colheita de gérberas pode ser aumentada se a porção basal da haste for removida, permitindo a entrada de solução em sua cavidade, o que foi posteriormente comprovado por NOWAK & PLICH (1981).

Causas metabólicas que podem influenciar a senescência de flores cortadas também tem sido amplamente discutidas. SIEGELMAN (1952) demonstrou, em rosas e gardênias, que quando a taxa respiratória era reduzida, a vida em vaso aumentava. KUC & WORKMAN (1964) concluíram que há relação direta entre a taxa respiratória e a longevidade de flores cortadas, quando observaram que esta taxa é de três a quatro vezes maior em cravos do que em crisântemos e que a longevidade pós-colheita é muito menor em cravos. LARSEN & FROLICH (1969) estudaram a relação entre a taxa

respiratória e a absorção de solução por flores cortadas e observaram que a absorção e a taxa respiratória decrescem simultaneamente em cravos 'Red Sim'. COORTS (1973) revisou alguns fatores que poderiam contribuir para mudanças metabólicas que afetavam a senescência e concluiu que esta pode ser postergada usando-se inibidores respiratórios e controlando a atividade dos íons de hidrogênio. Também relatou que se a solução de armazenamento for mantida em pH 3,0 - 5,0, a vida em vaso poderia ser estendida. FERREIRA & SWARDT (1981) não encontraram correlação entre a taxa respiratória e a vida de vaso de rosas cortadas e concluíram que esta taxa depende do estágio de senescência das flores. AMAURITEI *et al.* (1986) observaram altas taxas respiratórias em gérberas cortadas tratadas com soluções de "pulsing".

A síntese de hormônios e, particularmente, do etileno também foi tema de várias pesquisas para entender a senescência de flores cortadas. NICHOLS (1981) resumiu que os resultados indicavam que a síntese do etileno é importante na senescência destas flores, mas a magnitude de seus efeitos depende do gênero da planta. NOWAK (1981) observou que a redução na vida de vaso de gérberas cortadas poderia ser causada pelo etileno.

O balanço entre a absorção de água ou de solução e a transpiração foi considerado como o principal fator na senescência de flores cortadas, incluindo a gérbera (VAN MEETEREN, 1978). BURDETT (1970) propôs que a perda de água seria uma das causas do tombamento das hastes de rosas cortadas e BRAVDO *et al.* (1974), utilizando gladiolos, propuseram que a absorção de água pode aumentar com a elevação da concentração osmótica das células de flores e de folhas, o que é conseguido adicionando-se sacarose à solução de manutenção. MAROUSKY & WOLTZ (1975) também determinaram a vida de vaso de gladiolos e gérberas, com a adição de 8-HQC e sacarose à solução de manutenção e relataram aumento na absorção e no potencial do fluor contido na água para causar toxicidade, dependendo de sua concentração. Também registraram que gérberas são altamente sensíveis a concentrações relativamente baixas de fluor, especialmente com a adição da 8-HQC e sacarose. Crisântemos não se mostraram sensíveis ao fluor.

A principal razão citada para a pequena vida de vaso de gérberas é incapacidade das flores cortadas de absorver quantidades suficientes de água (KOHL, 1968). Sugeriu-se que enquanto as gérberas envelhecem, a capacidade das pétalas de conter água decresce (VAN MEETEREN, 1978b). Enquanto o conteúdo de água de suas pétalas diminui com o tempo, há maior perda de íons (VAN MEETEREN, 1979). Foi proposto que aumentando o potencial de pressão osmótica das células das pétalas, a perda de íons pode diminuir, resultando em maior vida de vaso (VAN MEETEREN, 1980).

Dentre as causas da deterioração de flores cortadas, destaca-se o bloqueio dos vasos do xilema por ar (DURKIN & KUC, 1979) e/ou microrganismos (VAN DOORN & DE WITTE, 1991) e seus metabólitos causando a sua oclusão pelos processos fisiológicos (MAROUSKY, 1971) e à presença de substâncias resultantes do próprio metabolismo vegetal (CLINE & NEELY, 1983), como o acúmulo de material péctico (PARUPS & MOLNAR, 1972) e a substâncias encontradas no caule, como látex, resina ou mucilagem (VAN DOORN, 1999). Dois caminhos para a absorção foram propostos por VAN MEETEREN (1978a), sendo um direto e através do xilema e outro indireto, através da cavidade da haste. Este autor também sugeriu que o tombamento da haste ocorre quando a absorção de água ou de solução é inibida pelo crescimento bacteriano.

Alguns autores citam que este bloqueio pode ser atribuído à embolia causada pelo ar pela presença de microrganismos,

A presença de microrganismos e de seus metabólitos freqüentemente conduzem ao bloqueio vascular em flores de corte (MAROUSKY, 1986; VAN DOORN *et al.*, 1995). Em altas concentrações bacterianas,  $3 \times 10^9$  UFC.mL<sup>-1</sup>, a absorção de água e a transpiração em rosas cortadas foram reduzidas rapidamente em apenas uma hora, assim como foram observados sintomas de dobramento da haste no ponto de inserção da flor ("bent neck") (ZAGORY & REID, 1986a,b).

Os microrganismos responsáveis pelo bloqueio vascular, em flores de corte, incluem bactérias do gênero *Pseudomonas* e leveduras (VAN DOORN *et al.*, 1995; ZAGORY & REID, 1986a). No entanto, segundo MAROUSKY (1969), o bloqueio

vascular pode ocorrer em condições estéreis, o que demonstra que o crescimento microbiano não é a única causa do bloqueio dos vasos do xilema.

#### **1.2.4. Ponto de colheita e longevidade floral**

O ponto de colheita de uma flor é função de um grande número de fatores, dentre os quais se inclui a maturidade, a hora da colheita, a época do ano, a distância do mercado e as preferências do consumidor por tipos específicos de produto. A maturidade fisiológica de flores cortadas é definida como o ponto em que o produto pode ser colhido, tendo condições, se necessário, de continuar seu desenvolvimento, até que o máximo de qualidade seja atingido (STABY *et al.*, 1976). A maturidade fisiológica e a senescência estão relacionadas com o ponto de colheita, pois limitam o armazenamento e a vida útil. Algumas flores, como rosas e gladiolos, devem ser colhidas no estágio de botão, o que resulta em vida útil mais longa (HARDENBURG *et al.*, 1990).

NOWAK & RUDNICKI (1990) e HARDENBURG *et al.* (1990) afirmam que, quando as flores são colhidas no estágio de botão, as perdas são minimizadas durante o armazenamento, devido à maior proteção das pétalas, as quais são sensíveis a danos mecânicos e à ação do etileno, e a menor intensidade de respiração e de consumo de reservas, permitindo prolongar o período de estocagem. Entretanto, para HALEVY & MAYAK (1974) e KOFRANEK & HALEVY (1972), algumas flores não apresentam total abertura ou murcham precocemente quando cortadas nesse estágio. Esse fato foi constatado em flores de zínia (*Zinnia elegans*) por IOZI (1993).

Para a gérbera, a colheita deve ser efetuada quando há de um a três círculos florais (flores da coroa) visivelmente abertos (WERNETT, 1990).

#### **1.2.5. Armazenamento refrigerado**

A exposição à temperatura inadequada, durante longos períodos, é a maior causa de descarte na floricultura. A temperatura elevada aumenta os processos de

respiração e transpiração; porém, temperaturas excessivamente baixas também podem prejudicar a conservação de flores (PRINCE & CUNNINGHAM, 1987).

Os principais objetivos do armazenamento refrigerado são regular o fluxo de mercado, reduzir as perdas provenientes do declínio na demanda (SALINGER, 1991) e permitir o transporte a longas distâncias (NOWAK *et al.*, 1991).

As baixas temperaturas diminuem a transpiração, reduzem a produção de etileno, diminuem a intensidade respiratória e retardam a degradação das reservas de açúcares ou outros substratos e, por isso, prolongam a durabilidade das flores. Em rosas, a temperatura exerce um grande efeito na respiração, sendo que a taxa de respiração é em torno de três vezes maior a 15°C do que a 5°C e seis vezes mais alta a 25°C (HARDENBURG *et al.*, 1990). Estes autores consideram que, de maneira geral, um dia a 15°C equivale a três dias de armazenamento a 5°C.

Muitas espécies de origem tropical e subtropical e algumas de clima temperado podem apresentar o distúrbio fisiológico causado pelo frio, quando expostas a temperaturas entre 0°C e 15°C (KAYS, 1991). De acordo com este mesmo autor, a sensibilidade de uma planta ou parte dela ao dano por frio pode variar em função da espécie, da cultivar e do tempo de exposição. Os sintomas desse distúrbio caracterizam-se pelo extravasamento hídrico dos tecidos, murchamento das folhas, descoloração e surgimento de lesões necróticas nas pétalas e folhas (NOWAK & RUDNICKI, 1990). Para evitar estes distúrbios, as flores tropicais como antúrio, orquídea, ave-do-paraíso, alpinia e helicônia devem ser armazenadas em temperaturas acima de 10°C (HALEVY & MAYAK, 1981).

#### **1.2.6. Soluções conservantes**

O uso de soluções conservantes para manter a qualidade e prolongar a vida de flores cortadas é bastante comum em muitos países da Europa e nos Estados Unidos. Existem no mercado várias formulações (Florissant<sup>®</sup>, Crysal<sup>®</sup>, Floever<sup>®</sup>) para o tratamento pós-colheita de diversas flores de corte. NOWAK & RUDNICKI (1990) recomendaram o tratamento com soluções conservantes para manter a qualidade das

flores cortadas e retardar a senescência. As soluções conservantes podem ser usadas durante toda a cadeia de distribuição, do produtor ao atacadista, florista e consumidor final (HARDENBURG *et al.*, 1990).

Muitos conservantes florais contêm em suas formulações três componentes: um substrato energético; uma substância conservante básica, que pode ser um agente biocida que iniba o crescimento de microrganismos; uma substância conservante auxiliar, que pode ser um agente acidificante, para limitar o crescimento bacteriano e favorecer a absorção de água, e/ou um agente anti-etileno (MATTIUZ, 2003).

Segundo HALEVY & MAYAK (1981), quatro tipos de soluções podem ser utilizadas, as quais podem ser classificadas, de acordo com o objetivo de uso, em soluções de condicionamento, de “pulsing” (fortalecimento), de manutenção e de indução à abertura floral. A solução de condicionamento tem como finalidade a restauração da turgescência das flores pela saturação com água. É utilizada logo após a colheita, durante o transporte ou armazenamento (HALEVY & MAYAK, 1974). O condicionamento deve ser feito, preferencialmente, com água limpa acrescida de algum germicida, embora alguns pesquisadores também recomendem a adição de sacarose em baixas concentrações (HALEVY *et al.*, 1978).

O “pulsing” ou fortalecimento é considerado um tratamento rápido antes do transporte ou armazenamento e que prolonga a vida das flores, mesmo após a transferência para a água ou para soluções de manutenção. O tratamento de “pulsing” é um procedimento que hidrata e nutre os tecidos florais, e utiliza açúcares ou outros compostos químicos (HALEVY & MAYAK, 1981). Formulações específicas de “pulsing” têm sido desenvolvidas para as diferentes espécies florais e, algumas vezes, para diferentes variedades (HALEVY *et al.*, 1978). O principal constituinte das soluções de “pulsing” é a sacarose em concentrações que variam de 2% a 20% ou mais. A base da haste deve permanecer imersa por um período variável, de alguns minutos (MOR *et al.*, 1989) a algumas horas (SALINGER, 1991) e, após preencher os tecidos com carboidratos e assegurar substrato suficiente para o desenvolvimento das flores, estas são transferidas para água comum ou destilada.

Na solução de “pulsing” para rosas, foi acrescentado o tiossulfato de prata, em

concentração de 0,5 mM por 30 minutos, a 20°C, o que prolongou em três dias a longevidade das flores (MOR *et al.*, 1989), enquanto para antúrios, foi acrescentado nitrato de prata (AgNO<sub>3</sub>), que também prolongou a vida pós-colheita das inflorescências (PAULL, 1987).

As soluções de manutenção, também conhecidas como soluções de vaso, podem ter substâncias utilizadas isoladamente ou em conjunto e que contribuem para a manutenção da qualidade da flor cortada. O principal ingrediente dessas soluções é a sacarose, em concentrações que variam de 0,5% a 2,0%, de acordo com a espécie utilizada (CASTRO, 1985), assim como nitrato de prata (DAI & PAULL, 1991) e citrato ou sulfato de 8-hidroxiquinolina (TJIA *et al.*, 1987). Além dos açúcares e germicidas, outros compostos também se destacam, como os íons prata, cobalto, potássio, alumínio e cálcio, os ácidos orgânicos e seus sais; os antioxidantes; os inibidores do etileno e os reguladores vegetais, como auxinas, giberelinas e citocininas (CASTRO, 1984).

Segundo GONZAGA *et al.* (2001), a associação da sacarose ao nitrato de prata, em soluções de manutenção, não aumentou a vida de vaso de inflorescências de girassol, e os autores atribuíram este fato a um possível bloqueio dos vasos condutores pelo nitrato de prata, uma vez que esse íon apresenta geralmente baixa mobilidade na haste floral.

### **1.2.7. Compostos químicos utilizados na conservação pós-colheita de flores de corte**

#### **1.2.7.1. Carboidratos**

Os carboidratos são as principais fontes de carbono e de energia para a manutenção de todos os processos bioquímicos e fisiológicos das flores após a separação da planta-mãe. Deste modo, a sacarose e outros açúcares são os produtos mais utilizados para o prolongamento da longevidade floral.

A sacarose exógena substitui o carboidrato endógeno esgotado pela respiração. Ela também retarda a degradação de proteínas, lipídios e ácidos

ribonucléicos, mantém a integridade das membranas e a estrutura e função mitocondrial, inibe a produção e a ação do etileno, melhora o balanço de água e regula o fechamento estomático, reduzindo a transpiração (NOWAK *et al.*, 1991).

A sacarose é incluída na maioria das soluções (HALEVY & MAYAK, 1981), sendo que as concentrações ótimas variam com o tratamento e com o tipo de flor. Concentrações excessivas podem danificar a folhagem.

Conforme COORTS (1973), a taxa de respiração, em muitas flores, alcança o valor máximo no início de sua abertura e declina gradualmente com a maturação. Durante a senescência ocorre, por curto período, um rápido aumento da respiração, seguindo-se um declínio acentuado. Este segundo pico na respiração é considerado como o início da fase final da senescência. O declínio na respiração de flores senescentes pode ser causado por pequeno suprimento de substratos respiratórios disponíveis, cujos constituintes principais são os açúcares.

NICHOLS (1973) sugeriu que o conteúdo desses substratos respiratórios pode indicar a vida potencial da flor cortada, a uma determinada temperatura. Esta hipótese foi confirmada pela observação da relação existente entre a manutenção da vida de vaso e o conteúdo de matéria seca existente na flor, por ocasião da colheita. Segundo COORTS (1973), o fornecimento de açúcares exógenos mantém a massa seca e a concentração de substratos respiratórios, especialmente nas pétalas, promovendo a respiração e prolongando a longevidade. PAULIN (1977) assegurou que os açúcares aplicados também servem como substrato para a síntese protéica.

De acordo com KALTALER & STEPONKUS (1974), logo após a aplicação de sacarose, a quantidade de açúcares redutores na haste aumenta.

SACALIS & DURKIN (1972), usando a técnica do anelamento e sacarose marcada, em flores cortadas de rosas e cravos, concluíram que a sacarose exógena é absorvida inicialmente no xilema e, depois é translocada para a flor, via floema. No entanto, foi demonstrado que o floema não responde pela maior parte da sacarose absorvida, pois, com o anelamento, houve redução de apenas 25% na sacarose ( $^{14}\text{C}$ ) translocada (KALTALER & STEPONKUS, 1974).

CHIN & SACALIS (1977a) indicaram que em flores cortadas de rosas a

translocação da sacarose exógena pode ocorrer pelo floema e pelo xilema, pois pode ocorrer movimento lateral da sacarose, do xilema para o floema. Os tratamentos de “pulsing” da haste com solução de sacarose resultam em acúmulo de açúcares redutores no tecido das pétalas, e a vida de vaso da flor é quase duplicada (NICHOLS, 1973). Este trabalho sugere que a sacarose aplicada é rapidamente metabolizada e que o acúmulo de açúcares redutores nos tecidos florais pode ser resultado do metabolismo da sacarose.

A sacarose, após a absorção pelo xilema, é rapidamente convertida em açúcares redutores (CHIN & SACALIS, 1977a), o que indica que a invertase poderá ser a chave para o controle do metabolismo da sacarose na haste de rosas cortadas. A hidrólise da sacarose no receptáculo foi considerada um pré-requisito para a absorção de açúcar pelas pétalas de rosas (CHIN & SACALIS, 1977a). Posteriormente foi demonstrado que as pétalas desta flor também podem absorver sacarose diretamente e que hidrólise deste açúcar também pode ocorrer nas pétalas (CHIN & SACALIS, 1977b).

ACOCK & NICHOLS (1979) sugeriram que a capacidade dos açúcares em retardar a senescência de cravos relacionou-se à possibilidade de ser mantido o metabolismo celular e a integridade das membranas celulares. Aparentemente, os açúcares exógenos exercem uma ação nas mitocôndrias. Para COORTS (1973), o efeito dos açúcares na mitocôndria pode não ser específico, protegendo apenas a integridade das membranas celulares.

A sacarose também interage com os reguladores do crescimento na senescência de flores cortadas. Para MAYAK & DILLEY (1976), ela favorece a ação da citocinina no retardamento da senescência e reduz o efeito indutor do etileno. O aumento no teor da sacarose em soluções conservantes concorreu para retardar a produção de etileno, de acordo com CARPENTER & DILLEY (1975), que correlacionaram a redução na produção deste hormônio com o aumento na taxa de respiração provocada pela sacarose.

Para BOROCHOV *et al.* (1976), a sacarose antagonizou o efeito do ácido abscísico em rosas. A turgescência é necessária para o desenvolvimento de botões

florais, até que a completa maturação seja atingida. É também necessária para a continuidade da atividade metabólica da flor cortada. Neste aspecto, a sacarose tem marcante influência, pois favorece o balanço hídrico de flores cortadas.

MAROUSKY (1972) atribuiu aos açúcares a ação específica do fechamento de estômatos e da redução na perda de água em flores cortadas. Para BOROCHOV *et al.* (1976), a deficiência de água em flores tratadas com sacarose é inicialmente maior que a de flores mantidas somente em água, por causa do baixo potencial osmótico nas soluções de manutenção. Posteriormente, com o aumento do déficit apresentado pelas flores mantidas em água, ocorre melhora no balanço hídrico de flores tratadas com sacarose, o que torna a deficiência dessas últimas menor. Para HALEVY (1976), os açúcares translocados se acumulam nas flores, aumentando a pressão osmótica, melhorando a capacidade de absorção e favorecendo a manutenção da turgescência das pétalas.

#### **1.2.7.2. Germicidas**

A água pura é rapidamente contaminada por bactérias ou fungos, que se desenvolvem sobre os tecidos das plantas ou seus resíduos. Estes organismos produzem ou induzem a produção de substâncias, tais como os taninos, que podem bloquear os vasos das hastes florais (DAI & PAULL, 1991).

Biocidas ou desinfetantes podem ser adicionados à água, para inibir o crescimento de microrganismos no interior do recipiente e na superfície cortada do ramo (NOWAK *et al.*, 1991). O composto 8-hidroxiquinolina é conhecido como um potente bactericida e fungicida. Alguns sais da 8-hidroxiquinolina apresentam maior eficiência que o composto original, enquanto outros são menos eficientes.

LARSEN & CROMARTY (1967), investigaram o efeito do citrato de 8-hidroxiquinolina como inibidor do desenvolvimento de microrganismos associados a senescência das flores cortadas. Com esse propósito incluíram 10, 25, 50, 100 e 300 mg.L<sup>-1</sup> do composto em meios de cultura onde foram inoculadas 34 espécies de fungos, três de leveduras e três de bactérias. O crescimento da maioria dos microrganismos foi

reduzido por 10 mg.L<sup>-1</sup> de 8-hidroxiquinolina, sendo ainda observado um decréscimo adicional com o aumento da concentração. Nenhum microrganismo se desenvolveu em 300 mg.L<sup>-1</sup> de citrato de 8-hidroxiquinolina.

ROGERS (1973) relatou que, entre os compostos com ação microbiana, a 8-hidroxiquinolina pura ou os seus ésteres sulfato (8-HQS) ou citrato (8-HQC) nas concentrações de 200 a 600 mg.L<sup>-1</sup>, têm sido amplamente utilizados por causa de sua eficiência. Além de ser um bactericida e fungicida eficiente, a 8-HQC tem se mostrado um excelente redutor do bloqueio fisiológico da haste. Esse efeito foi relacionado por MAROUSKY (1972) com as propriedades quelantes dos ésteres de quinolina que precipitam os íons metálicos de enzimas ativas.

O 8-HQC também afeta o balanço hídrico de flores cortadas. Parte desse efeito benéfico foi atribuído, por STODDARD & MILLER (1962), a sua ação no fechamento dos estômatos, o que foi comprovado por MAROUSKY (1969) em rosas.

Contaminações bacterianas prejudicam o balanço hídrico, por causarem um declínio na condutividade da água (HALEVY, 1976). Para LARSEN & FROLICH (1969), o 8-HQC, sozinho ou combinado com sacarose e daminozide (B-NINE), estimula o fluxo de água através da seção basal das hastes florais.

CHUA (1970) sugeriu que o 8-HQS exerce atividade semelhante à das citocininas, no retardamento da senescência de flores cortadas, enquanto para HALEVY & MAYAK (1981), o 8-HQC e o 8-HQS podem afetar a longevidade das flores pela acidificação das soluções de manutenção.

Em algumas flores, contudo, foi observado um efeito prejudicial da 8-hidroxiquinolina, o que reduz sua utilização prática. Em crisântemos, a 8-hidroxiquinolina causou lesões nas folhas e escurecimento das hastes (GLADON & STABY, 1976; KOFRANEK & HALEVY, 1972).

Outros compostos tem sido utilizados para reduzir o crescimento bacteriano, como o sulfato de alumínio, que acidifica a solução e favorece a absorção de água, evitando o murchamento prematuro de rosas (VAN DOORN & WITTE, 1991).

A inclusão de ácidos orgânicos, como por exemplo o ácido cítrico, tem como principal função o abaixamento do pH das soluções. MAROUSKY (1971) afirmou que o

pH ácido de soluções conservantes resulta em aumento na durabilidade das flores cortadas. Esse efeito do pH foi explicado por ROGERS (1973), ao afirmar que soluções ácidas podem inibir a ação de enzimas endógenas, essenciais para o bloqueio da haste, ou impedir o desenvolvimento de microrganismos.

NOWAK & RUDNICKI (1990) relataram que o íon prata também pode agir como bactericida, promovendo alguma atividade antimicrobiana dentro dos tecidos das plantas, mas não na solução de vaso.

### 1.2.7.3. Inibidores do etileno

O etileno ( $C_2H_4$ ) está envolvido na aceleração do amadurecimento e na senescência dos vegetais. Em um determinado estágio de maturação, o etileno presente nos espaços intercelulares liga-se ao seu receptor na célula e desencadeia uma série de eventos que culminam com o amadurecimento e senescência (BURG & BURG, 1967). Partindo deste princípio, a inibição da ligação do etileno ao seu receptor pode reduzir sua produção autocatalítica e a ação deste regulador, e com isso, retardar o amadurecimento e a senescência (LELIÈVRE *et al.*, 1997).

O íon prata é utilizado como inibidor competitivo da ação do etileno (COOK & STANDEN, 1987). Sua aplicação reduz substancialmente a ligação do etileno com seu receptor, pois se liga ao sítio ativo do etileno, evitando sua atuação e aumentando a longevidade de flores de corte (NICHOLS *et al.*, 1982). No entanto, este íon é relativamente imóvel nas hastes, a menos que esteja na forma complexada como tiosulfato (REID *et al.*, 1980a).

A sensibilidade das flores ao íon prata pode variar de acordo com sua formulação. O uso do tiosulfato de prata (STS) na solução de conservação de flores de cravo aumentou significativamente a vida pós-colheita das mesmas, enquanto o nitrato de prata foi ineficaz (MOR *et al.*, 1981). OHKAWA (1999) analisou o efeito de compostos de prata STS e nitrato de prata, sobre a conservação pós-colheita de rosas cv. Asami Red e verificou aumento na vida de vaso e redução na incidência de tombamento da haste (“bent neck”). No entanto, para o antúrio, o condicionamento com

o nitrato de prata superou o condicionamento com STS (PAULL & GOO, 1982).

Além da formulação, a concentração a ser utilizada e a fitotoxicidade provocada pelo íon prata varia com a espécie da flor (CAMERON & REID, 1981; REID *et al.*, 1980a).

De acordo com VENN (1979), o STS bloqueou a elevação do teor de etileno, que normalmente ocorre antes do murchamento das pétalas de cravos. A elevação na produção de dióxido de carbono, subsequente ao aumento na produção de etileno, foi completamente suprimida após o pré-tratamento com o STS a 0,2 mM. Pré-tratamentos com STS levaram a um aumento de 100% na longevidade das flores devido a inibição da incorporação do etileno pelos tecidos. A análise do conteúdo de prata em diferentes partes da flor, após este tratamento, demonstrou o acúmulo preferencial no receptáculo que, aparentemente, está associado à sua ação anti-etileno.

Conforme REID *et al.* (1980a), o pré-tratamento de curta duração com STS na concentração de 4 mM, ou tratamento prolongado, 20 horas com 1mM, aumentaram a vida de cravos recém-colhidos ou armazenados, com eficiência igual à de conservantes comerciais em uso contínuo.

O tratamento com STS é eficiente para muitas flores de corte, como antúrio (PAULL & GOO, 1985), cravo e rosas (REID *et al.*, 1980b; REID *et al.*, 1989), mas, foi ineficaz no tratamento de gladiolos (SEREK *et al.*, 1994) e de flores de *Chamelaucium uncinatum* (JOYCE, 1993). Condicionamento por 24 horas, com 4mM de STS, não melhorou a vida de vaso e acelerou o amarelecimento das folhas de hastes florais de alstroemeria (DAI e PAULL, 1991).

O complexo STS é de uso comercial (HARDENBURG *et al.*, 1990) e constitui tratamento obrigatório de algumas flores de corte para exportação (GORSEL, 1994), como exemplo *Alstroemeria hybrida*, *Anthrirrhinum majus*, *Gypsophila paniculata*, *Bouvardia* sp., *Campanula glomerata* e *Euphorbia fulgens*.

Mais recentemente, pesquisas tem sido feitas para substituir os sais de prata e de outros metais pesados, que comprovadamente prejudicam o ambiente, por substâncias tóxicas.

## CAPÍTULO 2 – USO DE SOLUÇÕES NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE INFLORESCÊNCIAS CORTADAS DE GÉRBERA ‘SUZANNE’

**RESUMO** – O presente trabalho objetivou avaliar os efeitos de compostos químicos na manutenção das características qualitativas sobre a fisiologia de hastes cortadas de gérbera ‘Suzanne’, que tem coloração alaranjada. Após o tratamento de “pulsing”, feito na área de produção (cloro a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ , por 4 horas), as flores recém-cortadas foram transportadas para o laboratório e colocadas em diferentes soluções de manutenção: 1) Água destilada; 2) Cloro a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ ; 3) 8-hidroxiquinolina (8-HQC) a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ ; 4) 8-HQC a  $200 \text{ mg.L}^{-1}$  e 5) 8-HQC a  $400 \text{ mg.L}^{-1}$ . As hastes foram mantidas em condição ambiente de laboratório à  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  e 70% UR. O experimento foi conduzido segundo um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com cinco soluções de manutenção, quatro épocas de análise e três repetições, com três hastes cada. Em intervalos de cinco dias, por até quinze dias, foram analisadas quanto: atividade respiratória, massa fresca, massa seca, conteúdo relativo de água (CRA), quantidade de solução absorvida pelas hastes, coloração e teores de carboidratos solúveis e redutores. Foram também realizadas avaliações quanto à aparência, à porcentagem de hastes tombadas e longevidade das flores. Este experimento possibilitou observar danos na base das hastes, causados pelos tratamentos com cloro  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  e com doses mais elevadas de 8-HQC, com destaque para as concentrações de 100 e 200  $\text{mg.L}^{-1}$ . A longevidade média para as inflorescências, foi de 12 dias de vida de vaso.

**Palavras-chave:** *Gerbera jamesonii*, fisiologia pós-colheita, flores de corte, conservantes florais

## 2.1. INTRODUÇÃO

A *Gerbera jamesonii* é uma planta herbácea, com flor composta, originária do sul da África. É um dos integrantes da grande família Compositae, a qual contém numerosos gêneros importantes para a floricultura, como *Aster*, *Calendula*, *Chrysanthemum*, *Cosmos*, *Dahlia*, *Helianthus*, *Pericallis*, *Solidago*, *Tagetes* e *Zinnia* (EMONGOR, 2004).

A gérbera está entre as dez flores mais comercializadas no mundo e ocupa a quarta posição entre as flores cortadas. Entre as cores de gérberas com as maiores demandas encontram-se: rosa incluindo os tons de rosa-choque (40%), vermelha (20%), laranja (10%), branca (10%), amarela (10%) e outras (INFOAGRO, 2008).

Uma de suas principais características e talvez a mais atrativa, é a grande gama de diferentes colorações disponíveis no mercado. Na natureza são encontradas colorações que variam do amarelo ao laranja escuro, mas com o desenvolvimento de cultivares híbridos existem flores brancas, rosas, vermelhas e até violetas. Na colheita das hastes são puxadas, e não cortadas, e a base das mesmas deve ser removida antes da hidratação (EMONGOR, 2004).

Os capítulos têm diâmetro de 6,0 cm a 10,5 cm e haste de 30,5 cm a 46,0 cm. As flores variam, de acordo com a cultivar, em tamanho e em estrutura, podendo ter comprimento de 20,0 cm a 25,5 cm e arrançadas em roseta (WERNETT, 1990).

A gérbera da cultivar Suzanne possui características únicas, como a coloração laranja-intenso, flores liguladas (pétalas) em fileiras duplas e fartas. As flores liguladas internas são estreitas e finas formando um mosaico nas cores preto e laranja. É uma variedade disponível durante o ano todo (PREESMAN, 2008). No Brasil está entre as cinco gérberas de corte mais comercializadas (IBRAFLOR, 2006).

A longevidade das flores de corte é determinada por vários fatores pré e pós-colheita e está relacionada com características genéticas, fisiológicas e anatômicas de cada espécie, variando entre cultivares (NOWAK & RUDNICKI, 1990).

A utilização de soluções de condicionamento, para manter a qualidade e prolongar a vida de flores cortadas, é muito utilizada e é prática corrente nos países em

que a floricultura representa importante fonte geradora de recursos. Também conhecida por solução de vaso, pode ser composta por substâncias utilizadas isoladamente ou em conjunto, que contribuem para a manutenção da qualidade da flor cortada (MATTIUZ, 2003).

Contaminações bacterianas prejudicam o balanço hídrico das flores cortadas, por causarem um declínio na condução da água (HALEVY, 1976). A água pura é rapidamente contaminada por bactérias e/ou fungos, que se desenvolvem sobre os tecidos das plantas ou seus resíduos. Estes organismos produzem ou induzem a produção de substâncias, tais como os taninos, que podem bloquear os vasos das hastes florais (DAI & PAULL, 1991).

ROGERS (1973) relatou que entre os compostos com ação microbiana, a 8-hidroxiquinolina, pura ou seus ésteres, na concentração de 200 a 600 mg.L<sup>-1</sup>, tem sido amplamente utilizada, por causa da sua eficiência em promover o fluxo de água através da secção basal das hastes florais.

HASSAN (2005) concluiu que para cravos e rosas, o melhor tratamento para manter a boa qualidade é com 8-hidroxiquinolina a 400ppm, adicionado de 50g.L<sup>-1</sup> de sacarose, enquanto para crisântemos e solidagos (tango) também com 8-hidroxiquinolina a 400 ppm, porém sem adição da sacarose.

Assim como para outras flores de corte, as informações sobre a utilização de compostos químicos para a manutenção da qualidade de hastes de gérberas cortadas são escassas. As existentes são provenientes de países cujas condições de cultivo e pós-colheita são distintas das do Brasil.

O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito do uso de soluções de manutenção na fisiologia pós-colheita de inflorescências cortadas de *Gerbera jamesonii* cv. Suzanne.

## 2.2. MATERIAL E MÉTODOS

Para facilitar a leitura e o entendimento do texto, o termo “flor” será usado para a inflorescência completa, incluindo a haste. As flores liguladas do capítulo serão chamadas de pétalas.

As flores de *Gerbera jamesonii* Bolus cv. Suzanne foram obtidas em produtor comercial na cidade de Holambra, estado de São Paulo, Brasil em 21/07/2006 e colhidas puxando-se a haste da planta quando havia de um a três círculos florais (flores da coroa) visivelmente abertos e haste firme (espessura de 5 a 6 mm). Estas flores foram cultivadas sob estufas, utilizando-se plantas de aproximadamente 1 ano, envasadas e com irrigação (Apêndice A). Após o tratamento de “pulsing”, comumente feito no “packing house”, com cloro a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ , por 4 horas (Apêndice B), estas flores foram armazenadas em caixas de papelão comercial (Apêndice B) e transportadas, por aproximadamente 3 horas, para o laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas do Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP, em Jaboticabal, SP, onde foram mantidas em câmara fria a  $15^\circ\text{C}$  por 3 horas.

No laboratório, as hastes foram padronizadas, descartando-se as danificadas ou que não apresentavam o ponto de colheita especificado. Em seguida, elas foram cortadas a 45 cm de comprimento, fazendo-se o corte na base das hastes dentro de recipientes com água destilada. Após esta padronização, as hastes foram etiquetadas, pesadas e distribuídas ao acaso, em erlenmeyers de 500 mL contendo 200 mL da solução de cada tratamento. Cada erlenmeyer foi vedado com filme de PVC, ao redor da haste, para evitar a evaporação da solução.

Foram estabelecidas as seguintes soluções de manutenção: 1) Água destilada; 2) Cloro (hipoclorito) a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ ; 3) Citrato de 8-hidroxiquinolina a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  (100 ppm 8-HQC); 4) 8-HQC a  $200 \text{ mg.L}^{-1}$  (200 ppm 8-HQC) e 5) 8-HQC a  $400 \text{ mg.L}^{-1}$  (400 ppm 8-HQC).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, segundo um esquema fatorial composto de dois fatores: soluções de manutenção, ou

tratamentos, em número de cinco, e épocas de avaliação, em número de quatro (0 ou 1 dia, 5, 10 e 15 dias). Foram utilizadas três repetições, com três hastes cada uma.

As flores foram mantidas em sala com iluminação por 24 horas (VAN MEETEREN, 1978a), em ambiente controlado a  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $65 \pm 4\%$ , por 16 dias.

Para cada haste foi atribuída uma nota em cada dia de análise, visando avaliar os aspectos qualitativos das flores. Baseados em critérios utilizados pelos produtores e pelo Veilling Holambra, estas notas foram: nota 4 = cor viva, pétalas túrgidas e sem manchas, hastes eretas e túrgidas, menos de 1/3 dos discos florais visivelmente abertos, ótimas condições de comercialização; nota 3 = cor viva, pétalas túrgidas e sem ou com poucas manchas, haste levemente curvada, com no máximo metade dos discos florais visivelmente abertos e boas condições para arranjos florais, mas sem condição de comercialização; nota 2 = pétalas desbotadas e/ou escurecidas, com manchas e/ou doenças, levemente murchas, haste curvada, com mais da metade dos discos florais visivelmente abertos e sem condição de uso; nota 1 = pétalas desbotadas e/ou escurecidas, presença de manchas e/ou doenças, murchas, haste muito curvada ou tombada, com mais da metade dos discos florais visivelmente abertos, e sem condição de uso.

Para a característica “longevidade” foi considerado o último dia em que as flores receberam nota 3 e para a característica “tombamento” foram consideradas tombadas as hastes dobradas ou quebradas e as hastes cuja curvatura ultrapassou  $90^{\circ}$ .

As flores foram pesadas durante a manhã quando foram mantidas fora da água pelo menor período de tempo possível (20-40s.). A variação na massa fresca e na massa seca, que foi determinada usando-se estufa a  $80^{\circ}\text{C}$ , onde as flores foram secas por 24 horas, foram expressas em relação à massa inicial. A absorção de água pelas flores foi calculada a partir da massa dos erlenmeyers com as soluções, mas sem as flores.

O conteúdo relativo de água das pétalas foi avaliado com nove pétalas de cada repetição, sendo três de cada flor, em quatro épocas, com a destruição das hastes. Em cada tratamento, as pétalas foram pesadas, imersas em água destilada, e mantidas sob

hidratação por 4 horas. Após este período, elas foram secadas superficialmente com papel toalha, pesadas (massa túrgida) e colocadas em pesa-filtro, que foram pesados e levados para estufa com circulação de ar forçado, a 70°C, para secagem. Isto permitiu calcular o conteúdo relativo de água, expresso em porcentagem, com o emprego da equação abaixo (WEATHERLEY, 1950; KRAMER, 1983):

$$\text{Conteúdo Relativo de Água (CRA)} = \frac{\text{Massa fresca} - \text{Massa seca}}{\text{Massa túrgida} - \text{Massa seca}} \times 100$$

A taxa respiratória foi determinada a cada cinco dias, sendo que cada repetição, contendo três inflorescências em solução de manutenção, foi colocada em um recipiente de plástico, hermeticamente fechado, com capacidade para 15 litros, por um período de 1 hora (20°C e 70%UR), em ambiente de laboratório. Foram tomadas alíquotas de 0,3 mL do conteúdo da atmosfera do interior dos recipientes, antes e imediatamente após este período, com uma seringa apropriada (Exmire Microseringe, Ito Corp.). As alíquotas tiveram seus teores de CO<sub>2</sub> determinados em cromatógrafo (GC Finnigan 9001) equipado com detectores de condutividade térmica e de ionização de chama, assim como peneira molecular, metanador e coluna de aço inoxidável preenchida com Porapak N. As condições de trabalho foram: temperatura da coluna = 55°C, temperatura dos detectores = 150°C, temperatura do metanador = 350°C, fluxo de ar = 175 mL.min<sup>-1</sup>, fluxo de hidrogênio = 15 mL.min<sup>-1</sup>, e fluxo do nitrogênio = 30 mL.min<sup>-1</sup>. Os resultados para mg de CO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> e foram calculados em relação a uma mistura gasosa padrão contendo O<sub>2</sub> (10%), CO<sub>2</sub> (0,11%), etileno (51 ppm) e N<sub>2</sub>, para completar 100%.

Foram realizadas avaliações da coloração através de um reflectômetro Minolta CR 200b, que utiliza o sistema da CIE 1976 (MINOLTA CORP., 1994), o que permitiu calcular a luminosidade, o ângulo hue ou de cor e a cromaticidade das pétalas. As leituras foram feitas em três repetições de cada tratamento, cada uma contendo três flores. Procedeu-se duas leituras em cada flor, uma de cada lado do capítulo, pressionando levemente o aparelho sobre as pétalas agrupadas.

A extração de carboidratos das pétalas foi realizada conforme método descrito por CHANTRACHIT (1999), utilizando-se 2 g de pétalas congeladas. Os teores de

carboidratos solúveis foram determinados utilizando-se o método fenol-sulfúrico (DUBOIS *et al.*, 1956) e os de carboidratos redutores de acordo com método proposto por HONDA *et al.* (1982).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do teste F e, quando significativo, as médias foram comparadas mediante o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As relações entre os diferentes tratamentos foram testadas utilizando-se regressão polinomial.

Para melhor observação dos resultados nos tecidos em contato com as diferentes soluções, foi efetuada a observação na extremidade inferior das hastes utilizando-se microscópio eletrônico de varredura. As amostras, medindo 1 cm de comprimento foram cortadas em bisel, e retiradas em dias alternados. A Haste 1 foi escolhida ao acaso no dia em que as gérberas chegaram ao laboratório. Após o corte para igualar o comprimento das hastes, foi feito outro corte com lâmina de bisturi retirando-se 1 cm da base da haste. As outras extremidades foram retiradas utilizando-se a mesma técnica, após 10 dias, em água destilada (Haste 2), cloro a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  (Haste 3),  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  de 8-HQC (Haste 4),  $200 \text{ mg.L}^{-1}$  de 8-HQC (Haste 5), e  $400 \text{ mg.L}^{-1}$  de 8-HQC (Haste 6). Após a retirada, cada amostra foi imediatamente fixada em glutaraldeído a 3%, em tampão de fosfato de potássio a 0,05 M e pH 7,4, por 40 dias. A seguir, foram lavadas por seis vezes consecutivas na solução tampão, a intervalos de 15 minutos e pós-fixadas em tetróxido de ósmio a 2%, no mesmo tampão, por cerca de 12 h. Posteriormente, foram novamente lavadas com a solução tampão, desidratadas em uma série gradual de álcool etílico (30; 50; 70;80; 90; 95; 100; 100 e 100%), durante 20 minutos em cada solução, secas em secador de ponto crítico, utilizando-se de  $\text{CO}_2$ , antes de serem montadas, metalizadas com cerca de 35 nm de ouro-paládio, observadas e eletromicrografadas em microscópio eletrônico de varredura JEOL JSM 5410, operado em 15 kV (SANTOS & MAIA, 1997).

### 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das notas para aparência das flores, indicam que a solução com 8-hidroxiquinolina (8-HQC) a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  manteve a aparência das flores um pouco mais estável que as outras soluções (Tabela 1).

A qualidade observada na primeira avaliação (dia 0) pode estar associada ao tratamento pós-colheita realizado pelo produtor (cloro a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e às dosagens de 8-HQC cujas concentrações são demasiadamente elevadas e nocivas à gérbera. O efeito mais visível foi o escurecimento das bases das hastes em contato com as soluções de 8-HQC, principalmente nas concentrações mais elevadas. Este efeito tem sido chamado na literatura de “colapso da haste” (KADER & ROGERS, 1986). Para a solução contendo apenas água destilada, observou-se turvamento com o passar do tempo.

Resultados similares foram observados por KADER & ROGERS (1986) para gérberas ‘Tropic summer’. As flores mantidas em soluções contendo 100 e 200 ppm de 8-HQC mantiveram longevidade um pouco maior (1%) do que as mantidas em 8-HQC a 400 ppm. Também foi relatado o escurecimento basal das hastes como uma das causas do descarte das flores. Altas concentrações de 8-HQC também foram citadas como causadoras do escurecimento da base das hastes de rosas (GILMAN & STEPONKUS, 1972) e danos nas folhas de crisântemos (KOFRANEK & HALEVY, 1972).

TABELA 1. Médias de notas para aparência de flores cortadas de gérbas 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22 °C e 65% UR.

Soluções	Dias de análise			
	0	5	10	15
Água destilada	4,00 aA	3,22 abA	2,71 bcA	2,00 cA
Cloro 100 mg.L <sup>-1</sup>	4,00 aA	3,44 aA	3,12 aA	1,75 bA
100 ppm 8-HQC	4,00 aA	3,67 aA	3,22 aA	2,00 bA
200 ppm 8-HQC	4,00 aA	3,67 abA	2,77 bcA	1,89 cA
400 ppm 8-HQC	4,00 aA	3,78 abA	2,89 bA	1,71 cA

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05); 8-HQC = citrato de 8-hidroxiquinolina.

Os efeitos benéficos das soluções estão associados à inibição do crescimento de microrganismos nos vasos condutores e ao favorecimento do balanço hídrico. A solução de 8-HQC a 100 mg.L<sup>-1</sup> proporcionou boa qualidade e não prejudicou as hastes.

No entanto, as concentrações mais elevadas de bactericidas, associadas a uma maior duração do tratamento podem ser prejudiciais, conforme o observado nas soluções com cloro e com 8-HQC a 200 mg.L<sup>-1</sup> e a 400 mg.L<sup>-1</sup>, que causaram o escurecimento da porção basal das hastes ou colapso da haste (Apêndice B).

O efeito prejudicial da 8-HQC também foi observado em outras flores, reduzindo a utilização prática das mesmas. Em crisântemos, a 8-HQC causou lesões nas folhas e escurecimento das hastes (GLADON & STABY, 1976; KOFRANEK & HALEVY, 1972).

Para o controle com água destilada, houve o crescimento demasiado de bactérias, notado pela turbidez da água e, conseqüente redução da absorção de água pelas flores.

VAN MEETEREN (1978a) mostrou que a principal causa do tombamento das hastes de gérbas foi o declínio na absorção de solução, o qual foi provavelmente causado por bactérias presentes no corte basal das hastes. Neste trabalho, o declínio na absorção pode estar relacionado ao efeito das bactérias presentes na água destilada

e ao efeito prejudicial das outras soluções de manutenção à base das hastes, o que prejudicou a absorção adequada de solução.

O tombamento das hastes foi um fator determinante na atribuição das notas mais baixas, pois quando o capítulo apresentou boa aparência mas a haste apresentou tombamento, foi atribuída a nota 1, pois este aspecto é considerado grave na comercialização de gérberas. VAN MEETEREN (1978a) sugeriu que as pétalas consomem água da haste, e não são diretamente afetadas por problemas na absorção de solução, já que o primeiro sinal visível dos sintomas de estresse por falta de água é o tombamento da haste e não a queda de pétalas.

KADER & ROGERS (1986) relataram que a causa do descarte na pós-colheita de gérberas variou de acordo com a concentração de 8-HQC. Flores mantidas a 100 ppm e 200 ppm de 8-HQC foram descartadas devido ao tombamento das hastes, enquanto para as mantidas a 400 ppm de 8-HQC, 12,5% foi devido à esta causa e 87,5% foi devido ao colapso da haste.

Para o parâmetro de tombamento das hastes, mostrado na Tabela 2, os tratamentos com 8-HQC retardaram, por 5 dias, o tombamento em 100% das hastes.

TABELA 2. Porcentagem de tombamento das hastes de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22°C e 65% UR.

Soluções	Dias de análise			
	1	5	10	15
	% de tombamento das hastes			
Água destilada	0	20	30	60
Cloro 100mg.L <sup>-1</sup>	0	20	20	60
100ppm 8-HQC	0	0	30	50
200ppm 8-HQC	0	0	40	60
400ppm 8-HQC	0	0	30	70

VAN MEETEREN (1978b) relatou que no balanço hídrico observado no tombamento de gérberas, entre o segundo e quarto dia antes do sintoma visível, há um

declínio brusco na massa fresca das flores. Segundo este autor, este efeito é resultado do declínio na absorção, enquanto a taxa de transpiração é mantida quase constante. Neste declínio, nas flores com tombamento, o potencial hídrico caiu, enquanto nas flores sem tombamento, se manteve mais ou menos constante.

KADER & ROGERS (1986) observaram que a absorção total por hastes de gérberras mantidas em soluções de 100 ppm e de 200 ppm de 8-HQC foi maior (1%) do que por hastes mantidas a 400 ppm de 8-HQC.

Neste trabalho observou-se o mesmo resultado, com destaque para as flores dos tratamentos com 8-HQC, que apresentaram tombamento de hastes aos 10 dias, o que coincide com as reduções mais bruscas na massa fresca (Tabela 4) e de perda de massa seca (Tabela 5), apesar de não apresentarem diferenças significativas (Tabela 3). Para a absorção (Tabela 6) também houve redução no mesmo período, evidenciando a hipótese levantada anteriormente.

A análise de variância dos dados de massa fresca, massa seca, absorção e CRA demonstra haver interação das soluções com os dias de vida no vaso, para a absorção e CRA (Tabela 3). Para as características massa fresca e massa seca as diferenças significativas ocorreram somente para o efeito principal dos dias de análise.

TABELA 3. Análise de variância dos resultados obtidos para as características: massa fresca, massa seca, absorção da solução pelas hastes e conteúdo relativo de água (CRA) de flores cortadas de gérberras 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22 °C e 65% UR.

<b>Causas de Variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>Massa fresca</b>	<b>Massa seca</b>	<b>Absorção</b>	<b>CRA</b>
Soluções (S)	4	0,57 <sup>ns</sup>	0,736 <sup>ns</sup>	15,944 <sup>**</sup>	61,45 <sup>**</sup>
Dias de análise (D)	3	73,92 <sup>**</sup>	4,675 <sup>*</sup>	57,220 <sup>**</sup>	1978,42 <sup>**</sup>
Interação SxD	12	4,103 <sup>**</sup>	0,799 <sup>ns</sup>	3,667 <sup>**</sup>	32,79 <sup>*</sup>
C.V. (%)		16,35	5,94	24,59	4,67

<sup>ns</sup> não significativo (P > 0,05); <sup>\*\*</sup> significativo (P < 0,01); <sup>\*</sup> significativo (P entre 0,05 e 0,01).

TABELA 4. Variação na massa fresca acumulada (%) de flores cortadas de gérberras 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22°C e 65% UR.

Soluções	Dias de análise			
	1	5	10	15
Água destilada	100 aA	76,80 bC	87,98 abA	76,23 bA
Cloro 100 mg.L <sup>-1</sup>	100 aA	95,84 abAB	84,59 bA	68,32 cAB
100ppm 8-HQC	100 aA	83,43 bAB	84,84 bA	67,61 cB
200ppm 8-HQC	100 aA	95,76 abAB	81,70 bA	58,61 cB
400ppm 8-HQC	100 aA	103,57 aA	86,43 bA	55,85 cB

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05); 8-HQC = citrato de 8-hidroxiquinolina.

TABELA 5. Variação na massa seca (%) de flores cortadas de gérberras 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22°C e 65% UR.

Tratamentos	Massa seca
Água destilada	98,67 a
Cloro 100mg.L-1	99,17 a
100ppm 8-HQC	99,83 a
200ppm 8-HQC	98,83 a
400ppm 8-HQC	102,23 a
Médias	99,75
Épocas (dias)	
0	100 ab
5	104,27 a
10	98,67 b
15	96,67 b

\*Para cada fator, médias seguidas de uma letra comum não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05); 8-HQC = citrato de 8-hidroxiquinolina.

TABELA 6. Variação na quantidade de solução absorvida (mL) por hastes de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22°C e 65% UR.

Soluções	Dias de análise			
	1	5	10	15
Água destilada	18,00 aA	52,33 bAB	16,67 aB	9,33 aB
Cloro 100mg.L <sup>-1</sup>	16,67 aA	41,67 bB	21,67 aB	14,33 aAB
100ppm 8-HQC	19,67 aA	50,33 aAB	51,67 aA	31,67 bA
200ppm 8-HQC	18,00 aA	65,33 aA	61,67 aA	31,00 bA
400ppm 8-HQC	18,00 aA	58,67 aAB	57,00 aA	31,00 bA

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ); 8-HQC = citrato de 8-hidroxiquinolina.

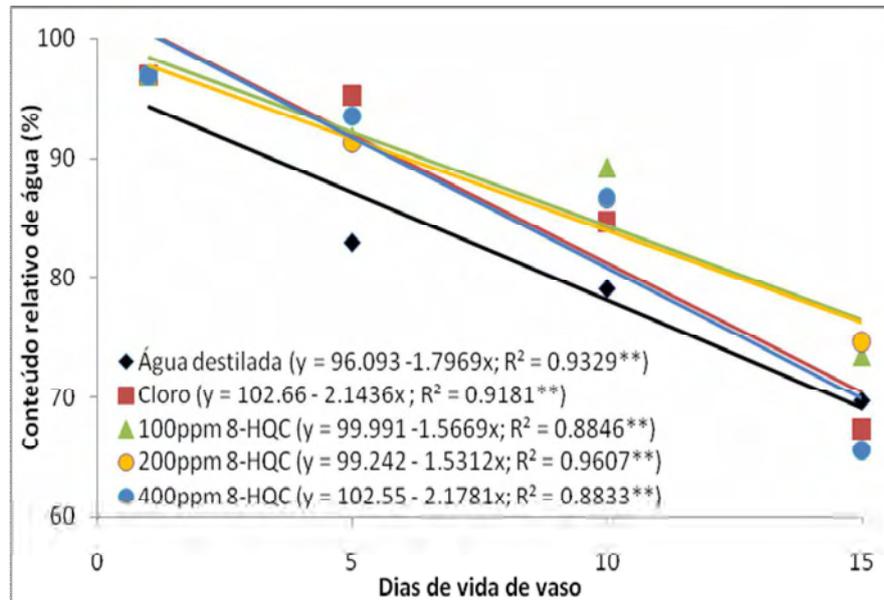


FIGURA 1. Conteúdo relativo de água em pétalas de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22°C e 65% UR.

Na Figura 5 observa-se que o conteúdo relativo de água das flores de gérbera diminuiu ao longo do período experimental, com maior intensidade nos tratamentos com água destilada e naqueles contendo 8-HQC a 100 mg.L<sup>-1</sup> e 200 mg.L<sup>-1</sup> (Tabela 7). A deficiência de água pode resultar na descoloração das flores, redução da turgidez,

aumento de suscetibilidade ao distúrbio fisiológico causado pelo frio e aceleração dos sintomas de senescência (KAYS, 1991).

Na Figura 2 observa-se que as flores de gérbera 'Suzanne' na água destilada e na solução com cloro a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  apresentaram as menores taxas respiratórias, possivelmente em decorrência da diminuição da absorção de água e/ou senescência pouco mais acelerada que nos outros tratamentos. As demais soluções proporcionaram pequeno aumento na taxa respiratória ao longo dos dias de vida de vaso, evidenciando o efeito das soluções contendo 8-HQC.

De maneira geral, a taxa de respiração em flores cortadas declina com o tempo após a colheita, antes de aumentar intensamente, seguindo-se um segundo declínio, como foi observado em antúrio (PAULL & GOO, 1985), lírio (FRANCO & HAN, 1997) e cravo (NICHOLS, 1973). Para gérberas, acredita-se que não houve o segundo declínio devido a menor vida de vaso, comparada às espécies citadas. Este padrão respiratório é assumido como análogo ao aumento climatérico que ocorre em muitos frutos, em que o pico na taxa respiratória é considerado um indicativo do início da fase final da senescência (HALEVY & MAYAK, 1979).

O declínio da taxa respiratória, no final da vida de vaso, ocorreu concomitantemente com a perda de água (Tabela 4 e Figura 1) e com o aumento nos sintomas de senescência (Tabelas 1 e 2) indicando, possivelmente, uma desorganização da estrutura das membranas e das organelas citoplasmáticas, que ocorrem normalmente durante a senescência (NICHOLS, 1973).

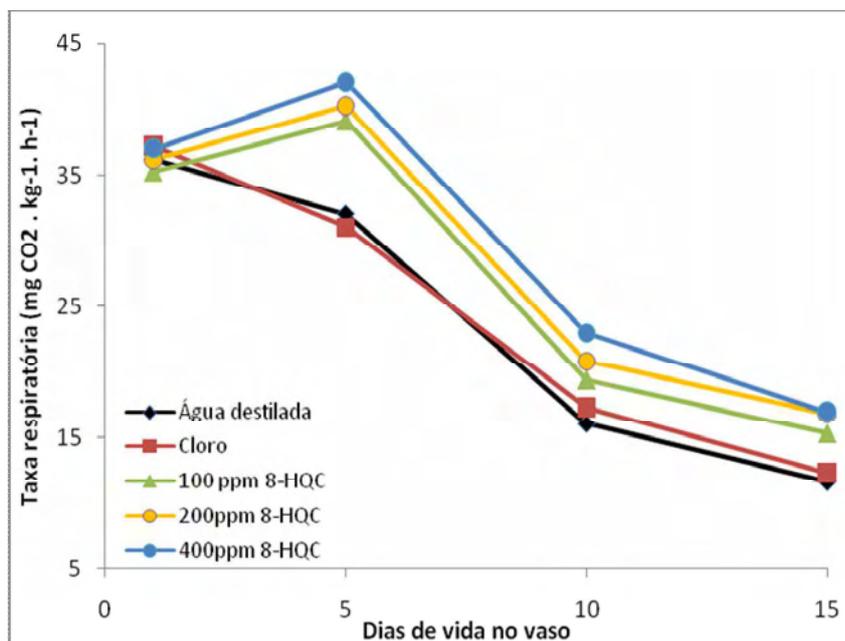


FIGURA 2. Taxa respiratória de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22 °C e 65% UR.

Apesar das diferenças entre os parâmetros citados, não se observaram efeitos significativos dos tratamentos na longevidade das flores de gérbera (Tabela 8). As flores que receberam notas menores que 3, ainda estavam em condição de análise, mas não se apresentavam mais em condição de comercialização (Apêndice C). Estes resultados mostram maior longevidade que os observados por AMAURITEI *et al.* (1995), onde gérberas armazenadas sob condições semelhantes e soluções de água destilada e solução conservante (sacarose a 2,5% + sulfato de 8-hidroxiquinolina (8-HQS) a 150 ppm + KCl a 200 ppm) tiveram longevidade máxima de 8 dias.

TABELA 7. Longevidade total média de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22°C e 65% UR por 15 dias.

<b>Soluções</b>	<b>Longevidade (dias de vida de vaso)</b>
Água destilada	11,00 A
Cloro 100 mg.L-1	11,22 A
100 ppm 8-HQC	12,78 A
200 ppm 8-HQC	12,22 A
400 ppm 8-HQC	11,78 A

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ); 8-HQC = citrato de 8-hidroxiquinolina.

A análise de variância dos dados de coloração demonstra haver interação das soluções com os dias de vida no vaso, somente para a cromaticidade (Tabela 8). Para as características luminosidade e ângulo hue as diferenças significativas ocorreram somente para os efeitos principais.

TABELA 8. Análise de variância dos resultados obtidos para as características: luminosidade, ângulo hue e cromaticidade de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22°C e 65% UR.

<b>Causas de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>Luminosidade</b>	<b>Ângulo hue</b>	<b>Cromaticidade</b>
Soluções (S)	4	4,07**	2,82*	28,33**
Dias de análise (D)	3	42,14**	17,48**	113,09**
Interação SxD	12	1,50 <sup>ns</sup>	1,026 <sup>ns</sup>	16,16**
C.V. (%)		1,49	2,75	3,49

<sup>ns</sup> não significativo ( $P > 0,05$ ); \*\* significativo ( $P < 0,01$ ); \* significativo ( $P$  entre 0,05 e 0,01).

A maior redução na luminosidade, que é representada por uma escala de zero (preto) e cem (branco), pode ser verificada nas flores mantidas em água destilada (Tabela 9). Para os demais tratamentos, houve manutenção desses valores, durante os dias de vaso.

TABELA 9. Média da luminosidade em pétalas de flores cortadas de gérberras 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22°C e 65% UR.

<b>Tratamentos</b>	<b>Luminosidade</b>
Água destilada	63,32 b
Cloro 100mg.L-1	63,95 a
100ppm 8-HQC	63,19 a
200ppm 8-HQC	63,96 a
400ppm 8-HQC	64,05 a
Médias	63,89
<b>Épocas (dias)</b>	
0	64,31 b
5	65,02 a
10	63,44 c
15	62,82 d

\*Para cada fator, médias seguidas de uma letra comum não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ); 8-HQC = citrato de 8-hidroxiquinolina.

TABELA 10. Média de ângulo hue de pétalas de flores cortadas de gérberras 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22°C e 65% UR.

<b>Tratamentos</b>	<b>Ângulo Hue</b>
Água destilada	63,30 ab
Cloro 100mg.L-1	63,87 ab
100 ppm 8-HQC	62,99 b
200 ppm 8-HQC	63,60 ab
400 ppm 8-HQC	64,26 a
Médias	63,60
<b>Épocas (dias)</b>	
0	64,37 b
5	64,69 b
10	62,80 a
15	62,54 a

\*Para cada fator, médias seguidas de uma letra comum não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ); 8-HQC = citrato de 8-hidroxiquinolina.

Apesar de não terem ocorrido diferenças significativas para a interação dos fatores, verifica-se que as flores mantidas em solução de 8-HQC a 100 mg.L<sup>-1</sup> apresentaram a melhor manutenção da cor vermelha, expressa pelo ângulo de cor

(Tabela 10), assim como houve diferença para a solução 400 ppm 8-HQC. Observou-se diminuição no ângulo de cor durante o período de análise.

Com relação a cromaticidade nota-se que houve uma relativa manutenção na intensidade da cor durante os dias de análise. A manutenção dessa intensidade foi aparentemente melhor nas soluções com 8-HQC (Tabela 11).

A perda da coloração característica é um sintoma comum em muitas flores senescentes. Os carotenóides e as antocianinas, as duas maiores classes de pigmentos responsáveis pelas cores em flores, mudam significativamente durante o desenvolvimento e a senescência das plantas (MOALEM-BENO et al., 1997).

Os resultados relativos a coloração foram muito semelhantes aos obtidos por MATTIUZ (2003) para brácteas de inflorescências de *Alpinia purpurata*.

TABELA 11. Cromaticidade de pétalas de flores cortadas de gérberras 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22°C e 65% UR.

Soluções	Dias de análise			
	1	5	10	15
Água destilada	75,79 abA	78,72 aA	75,79 bA	73,55 bA
Cloro 100 mg.L <sup>-1</sup>	75,94 abA	78,23 aA	74,24 bA	73,30 bA
100 ppm 8-HQC	71,07 cB	78,04 aA	74,31 abA	73,28 bA
200 ppm 8-HQC	76,33 aA	76,11 aA	75,77 aA	74,88 aA
400 ppm 8-HQC	77,31 aA	77,82 aA	76,08 aA	75,31 aA

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05); 8-HQC = citrato de 8-hidroxiquinolina.

Conforme a Tabela 12, não houve diferença significativa entre os fatores estudados para carboidratos redutores, mas para carboidratos solúveis ocorreu interação significativa principalmente para as soluções sem 8-HQC (Figura 3). Os teores de carboidratos solúveis das flores se mantiveram em níveis mais altos nessas soluções.

A redução nos níveis de carboidratos pode ser devida à demanda por açúcares nas pétalas, agindo como um mecanismo ativo e succionador. Na maioria das espécies, a mobilização do carboidrato armazenado é acompanhado pela abertura da flor (HO &

NICHOLS, 1977). Depois da abertura, a frutose é rapidamente degradada (BIELESKI, 1993). Algumas pétalas contêm amido e frutose. Em crisântemos, por exemplo, estes carboidratos são degradados durante a expansão das pétalas (TRUSTY & MILLER, 1991).

TABELA 12. Análise de variância dos resultados obtidos para os parâmetros carboidratos solúveis e carboidratos redutores contidos nas pétalas de flores cortadas de gérbas 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22°C e 65% UR.

Causas de Variação	G.L.	Carboidratos solúveis	Carboidratos redutores
Soluções (S)	4	11,66**	3,59 <sup>ns</sup>
Dias de análise (D)	3	29,02**	4,51 <sup>ns</sup>
Interação SxD	12	3,17**	3,63 <sup>ns</sup>
C.V. (%)		7,65	11,36

<sup>ns</sup> não significativo ( $P > 0,05$ ); \*\* significativo ( $P < 0,01$ ); \* significativo ( $P$  entre 0,05 e 0,01).

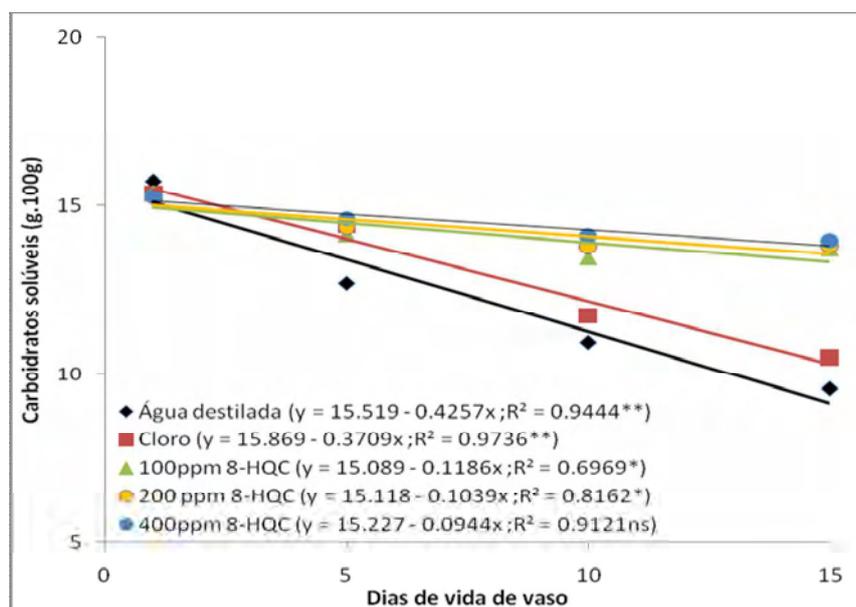


FIGURA 3. Média dos valores de carboidratos solúveis contidos nas pétalas de flores cortadas de gérbas 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22°C e 65% UR.

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) permitiu observar os efeitos das diferentes soluções no aspecto das células da base das hastes das gérberas que receberam os diferentes tratamentos. As maiores concentrações de 8-HQC e cloro foram as mais prejudiciais às hastes, indicado pelo estado de suas células (Figuras 14, 16 e 17) quando comparadas com as tratadas em água e solução menos concentrada de 8-HQC (Figura 13 e 15). Observou-se diferença entre a haste recém-colhida (Figura 12) e as hastes após 10 dias de armazenamento, principalmente os filamentos que se formaram na abertura existente na parte interna das hastes de gérberas. Na parte interna da haste, é possível visualizar os vasos dilacerados das hastes, em diferentes graus de danos.

Em trabalhos utilizando MEV em hastes de gérberas, foi observado crescimento bacteriano com conseqüente bloqueio de alguns vasos do xilema (ANTES, 2007). VAN DOORN et al. (1990) mostraram através da MEV, em hastes de rosas mantidas durante dois dias em água, substâncias semelhantes a polissacarídeos excretados pelas bactérias. Acredita-se que o uso de MEV evidenciou a principal causa da senescência das hastes no presente trabalho, que foi o colapso das hastes devido a altas dosagens de biocidas.

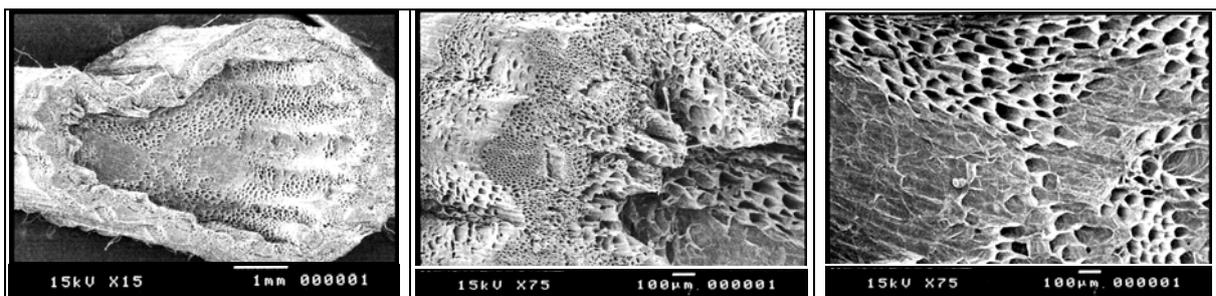


Figura 4. Eletromicrografias de varredura da base da haste de gérberas 'Suzanne' recém-colhidas.

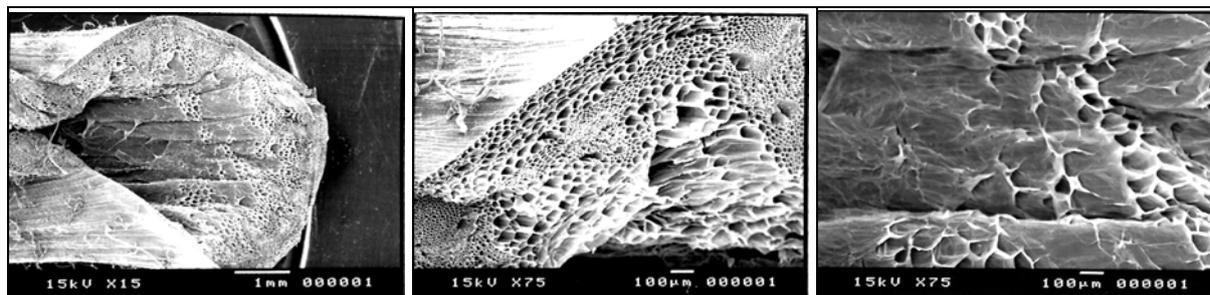


Figura 5. Eletromicrografias de varredura da base de géberas 'Suzanne' submetidas à água destilada durante 10 dias e mantidas a 22 °C e 65% UR.



Figura 6. Eletromicrografias de varredura da base de géberas 'Suzanne' submetidas à cloro a 100 mg.L<sup>-1</sup> durante 10 dias e mantidas a 22 °C e 65% UR.

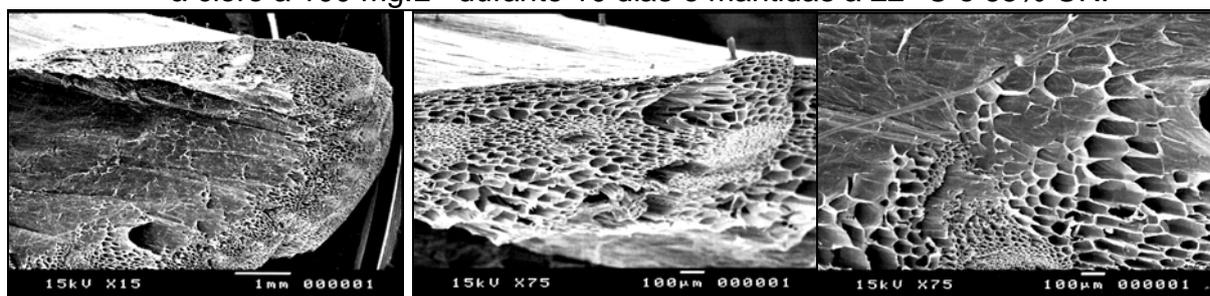


Figura 7. Eletromicrografias de varredura da base de géberas 'Suzanne' submetidas à 100 ppm de 8-HQC durante 10 dias e mantidas a 22 °C e 65% UR.

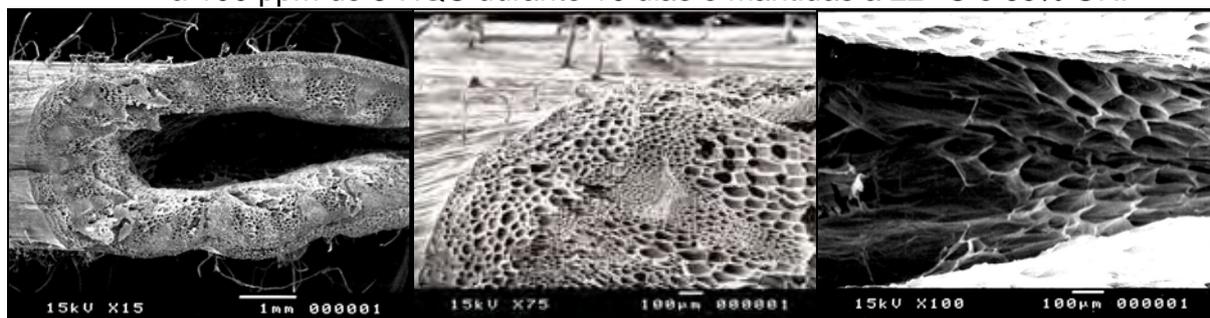


Figura 8. Eletromicrografias de varredura da base de géberas 'Suzanne' submetidas à 200 ppm de 8-HQC durante 10 dias e mantidas a 22 °C e 65% UR.

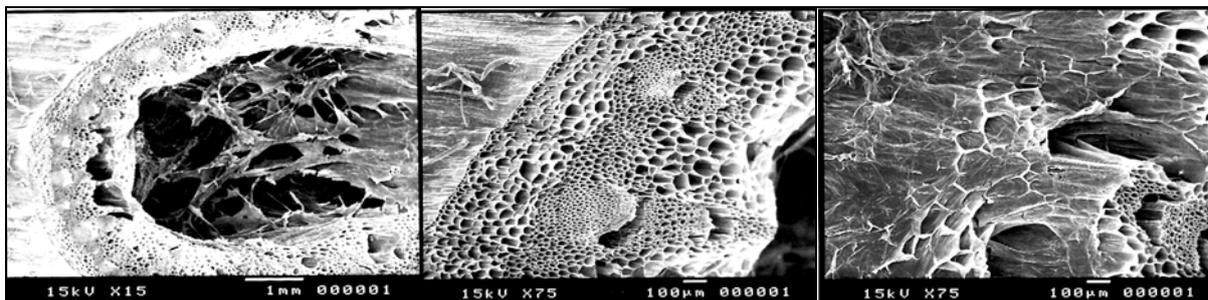


Figura 9. Eletromicrografias de varredura da base de gérberas 'Suzanne' submetidas à 400 ppm de 8-HQC durante 10 dias e mantidas a 22 °C e 65% UR.

## 2.4. CONCLUSÕES

A utilização de 8-HQC nas soluções de manutenção manteve a qualidade das inflorescências de gérbera 'Suzanne', com destaque para as concentrações de 100 e 200 mg.L<sup>-1</sup>. A longevidade média para as inflorescências, neste experimento, foi de 12 dias de vida de vaso.

As soluções contendo cloro a 100 mg.L<sup>-1</sup> e 8-HQC a 100, 200 e 400 mg.L<sup>-1</sup> levaram ao escurecimento da base das hastes.

A senescência das inflorescências de gérbera 'Suzanne' caracterizou-se por perda de água, escurecimento e murchamento das pétalas, tombamento e/ou colapso das hastes e alterações na respiração.

### **CAPÍTULO 3 – USO DE SOLUÇÕES DE MANUTENÇÃO CONTENDO ÁCIDO CÍTRICO, CLORO OU 8-HQC NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FLORES CORTADAS DE GÉRBERAS ‘SUZANNE’**

**RESUMO** – No presente trabalho foram utilizados diferentes compostos químicos em diferentes concentrações, comumente usados por produtores e indicados comercialmente, com o objetivo de aumentar a vida de vaso e proporcionar a manutenção das boas características qualitativas e observar seus efeitos sobre a fisiologia de hastes cortadas de gérberas ‘Suzanne’. Após o tratamento de “pulsing”, feito na área de produção (cloro a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ , por 4 horas), as flores recém-cortadas foram levadas ao laboratório e colocadas em diferentes soluções de manutenção (tratamentos). O experimento foi conduzido segundo um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com seis tratamentos, quatro épocas de análise e três repetições, com três hastes cada uma. Foram utilizadas, durante o armazenamento, as seguintes soluções: 1) Água destilada; 2) Ácido cítrico à  $64 \text{ g.L}^{-1}$ ; 3) Cloro à  $25 \text{ mg.L}^{-1}$ ; 4) Cloro à  $50 \text{ mg.L}^{-1}$ ; 5) 8 – Hidroxiquinolina (8-HQC) a  $25 \text{ mg.L}^{-1}$ ; 6) 8-HQC a  $50 \text{ mg.L}^{-1}$ . As hastes foram mantidas sob condições controladas de laboratório ( $20^\circ\text{C}$ ; 70% UR). A cada cinco dias elas foram analisadas quanto a atividade respiratória, perda de massa fresca, perda de massa seca, conteúdo relativo de água (CRA), quantidade de solução absorvida pelas hastes (absorção), cor (luminosidade, ângulo de cor e cromaticidade), teores de carboidratos solúveis e redutores e de pigmentos (carotenóides). Também foram qualificadas quanto a aparência e quantificadas quanto a porcentagem de hastes tombadas e longevidade das flores. Este experimento possibilitou verificar a baixa eficiência do ácido cítrico na concentração usada e o menor efeito prejudicial do cloro e da 8-HQC em concentrações mais baixas que as usualmente recomendadas, o que levou à manutenção da boa qualidade das flores por um maior período de tempo.

**Palavras-chave:** flores de corte, *Gerbera jamesonii*, soluções conservantes, vida de vaso

### 3.1. INTRODUÇÃO

A gérbera é uma flor de corte muito popular. Foi desenvolvida através de melhoramentos da *Gerbera jamesonii*, o que resultou em uma flor exuberante da família das margaridas (Compositae). A inflorescência, geralmente medindo de 8 – 14, cm de diâmetro é um capítulo com pétalas (flores liguladas) de cores vivas, como laranja, amarelo ou vermelho. Estas estão organizadas ao redor do centro, formado pelos botões florais sem lígulas que podem ser de várias cores, como amarelo, branco ou preto. Esta flor exuberante é sustentada por uma haste longa e sem folhas (WERNETT, 1990).

Os carotenóides e as antocianinas são os principais pigmentos de suas pétalas. Os carotenóides são, geralmente, os responsáveis pela coloração das pétalas, do amarelo ao laranja. A grande gama de diferentes cores de pétalas varia principalmente com as combinações destes pigmentos (KISHIMOTO *et al.*, 2007). Além disso, possuem ação antioxidante, de fotoproteção (MIDDLETON & TERAMURA, 1993), de mecanismos de defesa e de envolvimento nos processos sexuais de plantas e animais.

O maior problema na pós-colheita de gérberas cortadas está relacionado ao curto período de tempo até a senescência, quando o capítulo murcha ou a haste não se mantém mais ereta. O ideal seria que a longevidade pós-colheita desta flor fosse de duas semanas ou mais. Porém, para o consumidor, na maioria das vezes, o tempo de vida no vaso é menor, porque a haste sofre tombamento (WERNETT, 1990).

A qualidade pós-colheita de flores cortadas vem ganhando atenção de produtores e de pesquisadores há muitos anos. Estas flores possuem “vida de vaso” ou “vida de prateleira” limitadas e são tradicionalmente cultivadas perto dos centros de maior comercialização, para que os consumidores aproveitem ao máximo sua vida decorativa.

A maior causa da deterioração de flores cortadas é o bloqueio dos vasos do xilema por ar e/ou microrganismos. A 8-hidroxiquinolina é um germicida importante e muito utilizado pela indústria floral em soluções conservantes (NOWAK e RUDNICKI, 1990). Este produto age como um agente antimicrobiano (KETSÁ *et al.*, 1995) e mantém a absorção de solução pela planta (REDDY *et al.*, 1995).

No Brasil o cloro é o produto mais popular, sendo usado na horticultura pós-colheita de flores para controlar bactérias e fungos, durante a manipulação e como solução de manutenção (VAN DOORN *et al.*, 1990; FARAGHER *et al.*, 2002). O modo de ação do cloro não é específico e envolve a oxidação dos componentes celulares dos agentes microbianos, incluindo proteínas das membranas celulares e protoplasmáticas (DYCHDALA, 1983).

As soluções de manutenção tem como finalidade a restauração da turgescência, das flores pela saturação com água. São utilizadas após a colheita, durante o transporte ou armazenamento (HALEVY & MAYAK, 1974) sendo recomendado que a manutenção sempre seja feita em água limpa acrescida de algum germicida.

Dois caminhos para a absorção de água em gérberas foram propostos por VAN MEETEREN (1978a), sendo um direto e através do xilema e outro indireto, através da cavidade da haste; o autor sugeriu que o tombamento da haste ocorre quando a absorção é inibida pelo crescimento bacteriano.

A obstrução das hastes pode ser causada por reações fisiológicas de natureza oxidativa, como consequência de substâncias secretadas por outras células dentro da planta. AARTS (1957), MAROUSKY (1971) e CAMPRUBI & AQUILÁ (1974) já indicavam que estes “entupimentos fisiológicos”, em grande parte, podem ser prevenidos utilizando-se pH baixo na solução de vaso. Na maioria dos experimentos foi utilizado o ácido cítrico. Além de ter se mostrado eficiente para esta finalidade, o ácido cítrico também possui outra característica interessante aos produtores brasileiros, é relativamente barato.

As informações sobre a utilização de compostos químicos e suas concentrações ideais para manter a boa qualidade de hastes de gérberas cortadas são escassas. Produtores mais informados utilizam técnicas adaptadas às condições brasileiras, inclusive financeiramente, das quais os produtores dão preferência a produtos mais baratos. Outro motivo para a escolha de um determinado método é a preocupação com a poluição ambiental, que pode causar prejuízos e multas.

O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito das soluções de manutenção, comumente usadas por produtores e/ou recomendadas, na fisiologia pós-colheita de flores cortadas de *Gerbera jamesonii* Bolus cv. Suzanne. Os resultados obtidos no experimento anterior (capítulo 2), levaram ao uso de concentrações mais baixas dos produtos mais utilizados, na tentativa de se evitar os danos observados.

### **3.2. MATERIAL E MÉTODOS**

Para facilitar a leitura e o entendimento do texto, o termo “flor” será usado para a inflorescência completa, incluindo a haste. As flores liguladas do capítulo serão chamadas de pétalas.

As flores de *Gerbera jamesonii* cv. Suzanne foram obtidas em produtor comercial em 11/08/2006 na cidade de Holambra, estado de São Paulo, Brasil, e colhidas puxando-se a haste da planta quando havia de um a três círculos florais visivelmente abertos. Estas flores foram cultivadas sob estufas, utilizando-se plantas de aproximadamente 1 ano, envasadas e com irrigação (Apêndice A). Após o tratamento de “pulsing”, comumente feito no “packing house”, com cloro a 100 mg.L<sup>-1</sup>, por 4 horas (Apêndice B), estas flores foram armazenadas em caixas de papelão comercial (Apêndice B) e transportadas, por aproximadamente 3 horas, para o laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas do Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP, em Jaboticabal, SP, onde foram mantidas em câmara fria a 15°C por 3 horas.

No laboratório, as hastes foram padronizadas, descartando-se as danificadas ou que não apresentavam o ponto de colheita especificado. Em seguida, elas foram cortadas a 45 cm de comprimento, fazendo-se o corte na base das hastes dentro de recipientes com água destilada. Após esta padronização, as hastes foram etiquetadas, pesadas e distribuídas ao acaso, em erlenmeyers de 500 mL contendo 200 mL da solução de cada tratamento. Cada erlenmeyer foi vedado com filme de PVC, ao redor da haste, para evitar a evaporação da solução.

Foram estabelecidas as seguintes soluções de manutenção: 1) Água destilada; 2) Ácido cítrico a  $64 \text{ g.L}^{-1}$ ; 3) Cloro a  $25 \text{ mg.L}^{-1}$  (25 ppm Cloro); 4) Cloro a  $50 \text{ mg.L}^{-1}$  (50 ppm Cloro); 5) citrato de 8-hidroxiquinolina (8-HQC) a  $25 \text{ mg.L}^{-1}$  (25 ppm 8-HQC) e 6) 8-HQC a  $50 \text{ mg.L}^{-1}$  (50 ppm 8-HQC).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, segundo um esquema fatorial composto de dois fatores: soluções de manutenção, em número de seis, e épocas de avaliação, em número de quatro (0 ou 1 dia, 5, 10 e 15 dias). Foram utilizadas três repetições, com três hastes cada uma.

As flores foram mantidas em sala com iluminação por 24 horas (VAN MEETEREN, 1978a), a  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $65 \pm 5\%$ , por 17 dias.

Para cada haste foi atribuída uma nota em cada dia de análise, visando avaliar os aspectos qualitativos das flores. Baseados em critérios utilizados pelos produtores e pelo Veilling Holambra, estas notas foram: nota 4 = cor viva, pétalas (língulas) túrgidas e sem manchas, hastes eretas e túrgidas, menos de 1/3 dos discos florais visivelmente abertos, ótimas condições de comercialização; nota 3 = cor viva, pétalas túrgidas e sem ou com poucas manchas, haste levemente curvada, com no máximo metade dos discos florais visivelmente abertos e boas condições para arranjos florais, mas sem condição de comercialização; nota 2 = pétalas desbotadas e/ou escurecidas, com manchas e/ou doenças, levemente murchas, haste curvada, com mais da metade dos discos florais visivelmente abertos e sem condição de uso; nota 1 = pétalas desbotadas e/ou escurecidas, presença de manchas e/ou doenças, murchas, haste muito curvada ou

tombada, com mais da metade dos discos florais visivelmente abertos, e sem condição de uso.

Para a característica “longevidade” foi considerado o último dia em que as flores receberam nota 3 e para a característica “tombamento” foram consideradas tombadas as hastes dobradas ou quebradas e as hastes cuja curvatura ultrapassou 90°.

As flores foram pesadas no período da manhã quando foram mantidas fora da água pelo menor tempo possível (20-40 s). A variação de massa fresca e a massa seca, determinada por secagem das flores em estufa, a 80°C, por 24 horas, foram expressas em relação à massa inicial. A absorção de água pelas flores foi calculada a partir da massa dos erlenmeyers com as soluções, mas sem as flores.

O conteúdo relativo de água das pétalas foi avaliado com nove pétalas de cada repetição, sendo três de cada flor, em quatro épocas, com a destruição das hastes. Em cada tratamento, as pétalas foram pesadas, imersas em água destilada, e mantidas sob hidratação por 4 horas. Após este período, elas foram secadas superficialmente com papel toalha, pesadas (massa túrgida) e colocadas em pesa-filtro, que foram pesados e levados para estufa com circulação de ar forçado, a 70°C, para secagem. Isto permitiu calcular o conteúdo relativo de água, expresso em porcentagem, com o emprego da equação abaixo (WEATHERLEY, 1950; KRAMER, 1983):

$$\text{Conteúdo Relativo de Água (CRA)} = \frac{\text{Massa fresca} - \text{Massa seca}}{\text{Massa túrgida} - \text{Massa seca}} \times 100$$

A taxa respiratória foi determinada a cada cinco dias, sendo que cada repetição, contendo três inflorescências em solução de manutenção, foi colocada em um recipiente de plástico, hermeticamente fechado, com capacidade para 15 litros, por um período de 1 hora (20°C e 70%UR), em ambiente de laboratório. Foram tomadas alíquotas de 0,3 mL do conteúdo da atmosfera do interior dos recipientes, antes e imediatamente após este período, com uma seringa apropriada (Exmire Microseringe, Ito Corp.). As alíquotas tiveram seus teores de CO<sub>2</sub> determinados em cromatógrafo (GC Finnigan 9001) equipado com detectores de condutividade térmica e de ionização de

chama, assim como peneira molecular, metanador e coluna de aço inoxidável preenchida com Porapak N. As condições de trabalho foram: temperatura da coluna = 55°C, temperatura dos detectores = 150°C, temperatura do metanador = 350°C, fluxo de ar = 175 mL.min<sup>-1</sup>, fluxo de hidrogênio = 15 mL.min<sup>-1</sup>, e fluxo do nitrogênio = 30 mL.min<sup>-1</sup>. Os resultados para mg de CO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> e foram calculados em relação a uma mistura gasosa padrão contendo O<sub>2</sub> (10%), CO<sub>2</sub> (0,11%), etileno (51 ppm) e N<sub>2</sub>, para completar 100%.

Foram realizadas avaliações da coloração através de um reflectômetro Minolta CR 200b, que utiliza o sistema da CIE 1976 (MINOLTA CORP., 1994), o que permitiu calcular a luminosidade, o ângulo hue ou de cor e a cromaticidade das pétalas. As leituras foram feitas em três repetições de cada tratamento, cada uma contendo três flores. Procedeu-se duas leituras em cada flor, uma de cada lado do capítulo, pressionando levemente o aparelho sobre as pétalas agrupadas.

A extração de carboidratos das pétalas foi realizada conforme método descrito por CHANTRACHIT (1999), utilizando-se 2 g de pétalas congeladas. Os teores de carboidratos solúveis foram determinados utilizando-se o método fenol-sulfúrico (DUBOIS *et al.*, 1956) e os de carboidratos redutores de acordo com método proposto por HONDA *et al.* (1982).

Para determinar o conteúdo de carotenóides totais nas pétalas, a extração e a determinação foram realizadas segundo o método de HENDRY & PRICE (1993), macerando-se 1 g de pétalas em 50 mL de acetona a 80%. Para quantificação utilizou-se de leitura da absorbância em espectrofotômetro BECKMAN - DU - 640, a 480, 663 e 645 nm. A concentração, expressa em µmol g<sup>-1</sup>, foi calculada utilizando-se a fórmula:

$$\text{Carotenóides} = \frac{(A_{480} + 0,114 \times A_{663} - 0,638 \times A_{645}) \times V \times 103}{112,5 \times M} \times 100,$$

onde: A é a absorbância no comprimento de onda indicado; V é o volume final, em litros e M é a massa, em gramas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do teste F e, quando significativo, as médias foram comparadas mediante o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As relações entre os diferentes tratamentos foram testadas utilizando-se regressão polinomial.

### 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas flores submetidas às diferentes dosagens de cloro e de 8-HQC utilizadas neste experimento não foi observado o escurecimento das pontas das hastes (Apêndice B) como o ocorrido nas dosagens de cloro a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  e 8-HQC a  $200 \text{ mg.L}^{-1}$  e a  $400 \text{ mg.L}^{-1}$ , e relatados no capítulo anterior (Capítulo 2). Somente a solução contendo  $50 \text{ mg.L}^{-1}$  de cloro levou a leve escurecimento da base das hastes, quando comparado às outras soluções. A água destilada e as soluções de ácido cítrico mudaram a coloração e se tornaram turvas com o tempo. Observou-se, também, que algumas hastes apresentavam um exudado de coloração esbranquiçada quando movimentadas, sendo possivelmente um exudado de bactérias. Apesar das notas atribuídas não terem indicado diferenças, os lotes de flores mantidos em água destilada e ácido cítrico perderam, visualmente, as boas qualidades iniciais comparadas as flores mantidas nas demais soluções.

A aparência das flores indica que as soluções com 8 - hidroxiquinolina (8-HQC), seguidas das soluções contendo cloro, mantiveram a aparência das flores pouco mais estáveis do que os tratamentos com ácido cítrico e água destilada (Figura 1). Nesta mesma figura é possível observar a diminuição mais abrupta da aparência no tratamento com ácido cítrico. Apesar dessas mudanças, observa-se na Tabela 1 que elas foram significativas apenas para os dias de análise.

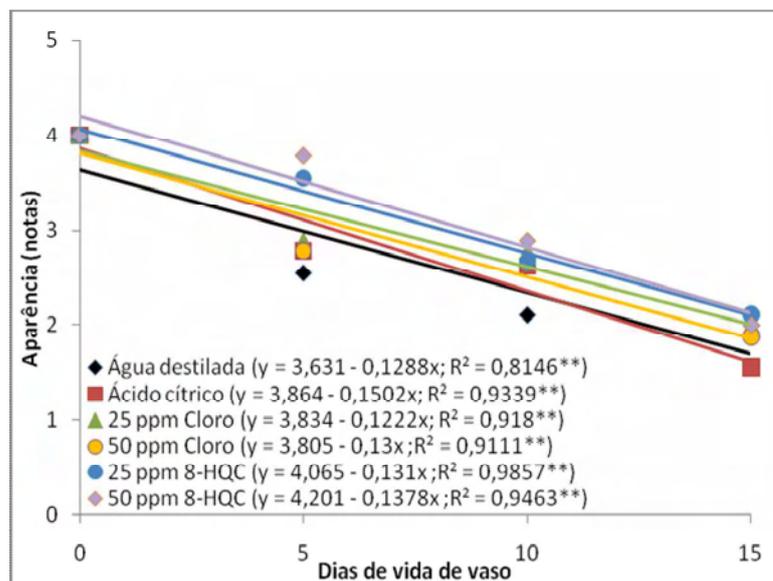


FIGURA 1. Média das notas de aparência de flores cortadas de gérbere 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR.

TABELA 1. Análise de variância dos resultados obtidos para as características: aparência, massa fresca, massa seca, absorção da solução pelas hastes e conteúdo relativo de água (CRA) de flores cortadas de gérbere 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR.

Causas de Variação	G.L.	Aparência	Massa fresca	Massa seca	Absorção	CRA
Soluções (S)	5	1,25 <sup>ns</sup>	3,85**	1,081 <sup>ns</sup>	21,93**	3,36*
Dias de análise (D)	3	39,02**	153,37**	17,731**	162,13**	222,21**
Interação SxD	15	0,636 <sup>ns</sup>	2,037*	0,917 <sup>ns</sup>	5,30**	1,39 <sup>ns</sup>
C.V. (%)		34,31	13,73	7,61	15,30	4,23

<sup>ns</sup> não significativo ( $P > 0,05$ ); \*\* significativo ( $P < 0,01$ ); \* significativo ( $P$  entre 0,05 e 0,01).

Os tratamentos contendo cloro e 8-HQC mantiveram a boa qualidade das flores por um período maior quando comparado as soluções de ácido cítrico e de água destilada. Acredita-se que este resultado se deve principalmente ao efeito germicida

destes produtos, combatendo bactérias e outros microrganismos nocivos às flores cortadas.

No tratamento com ácido cítrico, inicialmente houve acidificação da solução, o que pode ter retardado, por um curto período de tempo, o aparecimento dos microrganismos nocivos.

KADER & ROGERS (1986) e VAN MEETEREN (1978a) mostraram que a maior causa do tombamento das hastes (Apêndice C) e declínio na absorção de solução por gérberas é o alto número de bactérias contidas na solução. Os primeiros autores mostraram ainda que nas maiores concentrações de 8-HQC, a porcentagem de colônias de bactérias é inexistente e que a causa de descarte das flores foi a perda de massa fresca.

Para o parâmetro tombamento, mostrado na Tabela 2, os tratamentos contendo 8-HQC retardaram por 5 dias o tombamento de 100% das hastes. Os tratamentos com 25 mg.L<sup>-1</sup> de cloro e 25 mg.L<sup>-1</sup> de 8-HQC evitaram que após 15 dias, 50% das hastes apresentassem tombamento.

TABELA 2. Porcentagem de tombamento das hastes de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR.

Soluções	Dias de análise			
	1	5	10	15
	<b>% de tombamento das hastes</b>			
Água destilada	0	20	50	70
Ácido cítrico 64 g.L <sup>-1</sup>	0	20	40	60
25 ppm cloro	0	10	20	50
50 ppm cloro	0	10	20	60
25 ppm 8-HQC	0	0	30	50
50 ppm 8-HQC	0	0	20	60

Um dos maiores problemas na fisiologia pós-colheita de flores é o bloqueio do sistema vascular. Isso pode ocorrer devido ao entupimento com ar ou ao crescimento

bacteriano. Outra causa são as reações da planta ao corte. Mesmo na haste da flor removida da planta mãe, certas enzimas são mobilizadas para a área do corte onde reações químicas são desencadeadas para tentar proteger o corte (LOUBAUD & VAN DOORN, 2004). Este processo reduz a absorção de água e é chamado de bloqueio fisiológico. O transporte de água e minerais é de vital importância para o desenvolvimento da planta e a obstrução dos vasos é um problema comum que afeta a vida de vaso das plantas cortadas (HASSAN, 2005).

Assim como VAN MEETEREN (1978a) relatou sobre o balanço hídrico observado no tombamento de gérberas, no presente trabalho também foi observado o mesmo resultado, ou seja, os sintomas de tombamento das hastes ocorreram simultaneamente ao declínio na variação da massa fresca (Tabela 3) e da massa seca (Tabela 4).

Destaque para a água destilada e as soluções contendo ácido cítrico, onde estas mudanças ocorreram de forma mais abrupta que as outras soluções, principalmente na absorção das soluções após o décimo dia de vida de vaso (Tabela 6).

TABELA 3. Variação na massa fresca (%) de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22°C e 65% UR.

Soluções	Dias de análise			
	1	5	10	15
Água destilada	100 aA	90,05 aA	74,76 bA	53,85 cBC
Ácido cítrico 64 g/L <sup>-1</sup>	100 aA	90,09 aA	73,46 bA	66,75 bAB
25 ppm cloro	100 aA	91,57 aA	76,83 bA	69,61 bA
50 ppm cloro	100 aA	88,19 aA	74,20 bA	43,47 cC
25 ppm 8-HQC	100 aA	85,71 bA	67,10 cA	55,64 cABC
50 ppm 8-HQC	100 aA	80,98 aA	63,27 bA	57,32 cABC

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05); 8-HQC = citrato de 8-hidroxiquinolina.

TABELA 4. Variação na massa seca (%) de flores cortadas de gérberras 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR.

<b>Tratamentos</b>	<b>Massa seca</b>
Água destilada	106,27 A
Ácido cítrico 64 g.L <sup>-1</sup>	102,07 A
25 ppm cloro	108,96 A
50 ppm cloro	106,56 A
25 ppm 8-HQC	108,26 A
50 ppm 8-HQC	107,52 A
Médias	106,61
<b>Épocas (dias)</b>	
0	100,00 B
5	99,50 B
10	113,03 A
15	114,77 A

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05); 8-HQC = citrato de 8-hidroxiquinolina.

TABELA 5. Absorção (mL) por hastes de flores cortadas de gérberras 'Suzanne' submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a 22°C e 65% UR.

<b>Soluções</b>	<b>Dias de análise</b>			
	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
Água destilada	18,00 bA	50,67 aA	17,67 bB	12,33 bB
Ácido cítrico 64 g/L <sup>-1</sup>	18,67 bA	55,00 aA	27,62 bB	16,33 bB
25 ppm cloro	19,66 bA	56,33 aA	51,67 aA	31,76 bA
50 ppm cloro	18,01 cA	58,67 aA	55,00 aA	37,25 bA
25 ppm 8-HQC	18,09 cA	57,09 aA	49,33 aA	33,00 bA
50 ppm 8-HQC	19,00 cA	60,33 aA	57,33 aA	34,67 bA

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05); 8-HQC = citrato de 8-hidroxiquinolina.

O conteúdo relativo de água das pétalas foi consideravelmente reduzido a partir do décimo dia de vida de vaso, principalmente na água destilada e na solução de ácido cítrico (Figura 2). A solução contendo 25 g.L<sup>-1</sup> de 8-HQC manteve este conteúdo mais estável, ou com menor perda relativa de água. Este fator pode evidenciar pétalas menos senescentes. VAN MEETEREN (1978b) concluiu que esta mudança é um resultado da senescência e que é um fenômeno muito comum em flores de corte, mas observou que não se pode concluir que ele esteja associado ao fenômeno de senescência natural das flores. Este mesmo autor diz que muito provavelmente a senescência das flores cortadas é influenciada por alterações hormonais, balanço hídrico e energético.

Relacionando os dados de tombamento das hastes (Tabela 2) com os obtidos para o conteúdo relativo de água nas pétalas, durante a vida de vaso das flores, quando as hastes são afetadas pela atividade microbiana na solução de vaso, o conteúdo de água decresceu, ocorrendo o tombamento da haste. Esta característica também corresponde aos dados relatados por VAN MEETEREN (1978b).

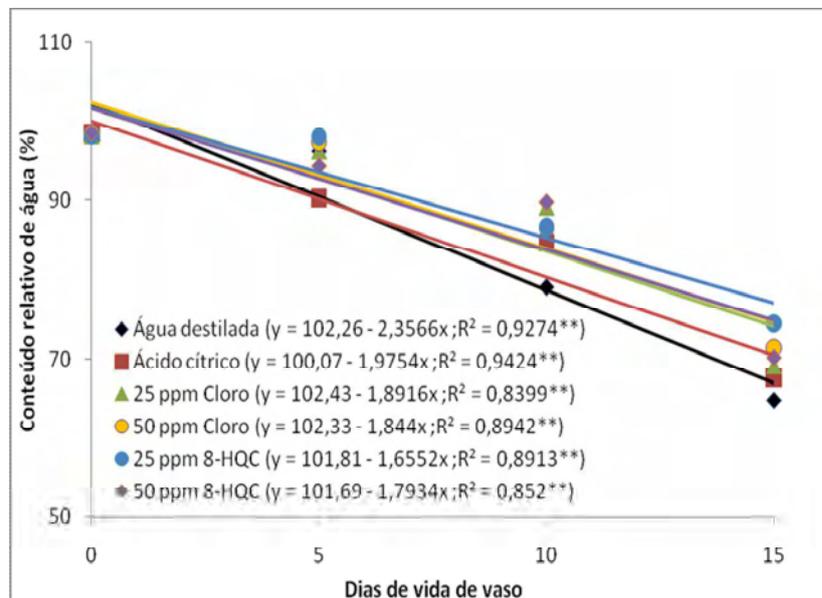


FIGURA 2. Conteúdo relativo de água em pétalas de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR.

Dentre as médias das taxas respiratórias das inflorescências de gérbera mantidas nas diferentes soluções, destacam-se as das mantidas em ácido cítrico e em cloro a 25 g.L<sup>-1</sup>, principalmente pela queda abrupta nestas taxas entre o quinto e o décimo dia de vida em vaso. O contrário ocorreu para as hastes mantidas em cloro a 50 g.L<sup>-1</sup> e 8-HQC a 25 g.L<sup>-1</sup>, as quais se mantiveram mais constantes (Figura 3).

AMARIUTEI *et al.* (1995) também verificou que as hastes de gérberas apresentaram um pico respiratório ao redor do quinto dia de vaso, que ele descreveu como um pico climatérico e concluiu que as inflorescências mantidas em solução preservativa (2,5% sacarose + 150 ppm sulfato de 8-hidroquinolina (8-HQS) + 200 ppm KCl) tiveram pico respiratório 1,3 a 1,5 vezes maior que as mantidas em água destilada.

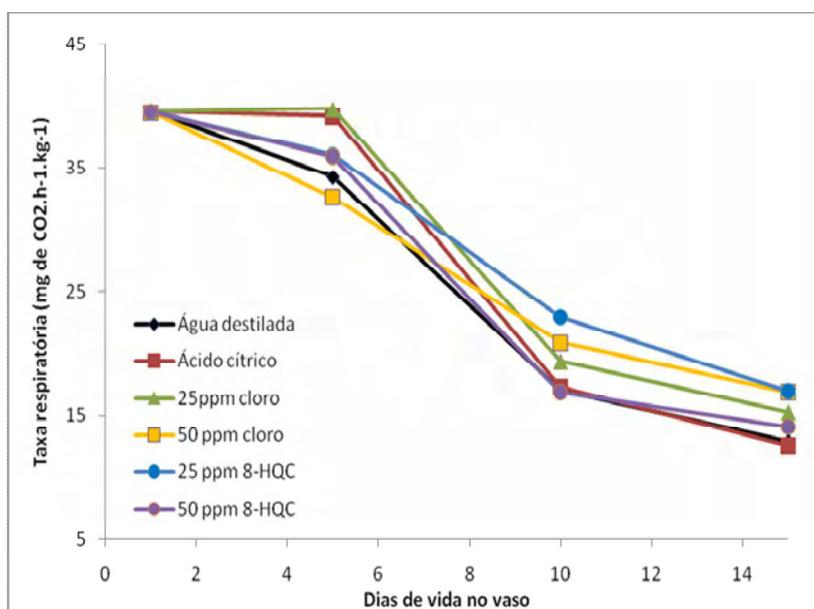


FIGURA 3. Taxa respiratória de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR.

Apesar das diferenças entre os parâmetros citados, não foram observados efeitos significativos das diferentes soluções na longevidade das flores de gérbera (Tabela 7). As flores que receberam notas menores que 3, ainda estavam em condição de análise, mas não se apresentavam mais condição de comercialização. Este mesmo resultado foi observado no trabalho anterior (Capítulo 2), mas com menor diferença entre os períodos (1,78 dias) que o observado no presente trabalho, que foi de até 4,33 dias quando se comparou o uso da água destilada com a solução de 8-HQC 50 g.L<sup>-1</sup>.

Estes quatro dias podem representar um valor significativo para a floricultura e serem importantes na decisão de compra pelo consumidor final.

TABELA 6. Longevidade total média de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR.

<b>Soluções</b>	<b>Longevidade (dias de vida de vaso)</b>
Água destilada	8,22 A
Ácido cítrico 64 g.L <sup>-1</sup>	8,44 A
25 ppm cloro	9,67 A
50 ppm cloro	9,67 A
25 ppm 8-HQC	11,44 A
50 ppm 8-HQC	12,55 A

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05); 8-HQC = citrato de 8-hidroxiquinolina.

As análises de variância para os dados de coloração demonstram haver interação das soluções com os dias de vida no vaso, somente para a cromaticidade (Tabela 7), o que também foi observado no Capítulo 2 deste trabalho. Para as características luminosidade e ângulo hue as diferenças significativas ocorreram somente para os dias de análise.

TABELA 7. Análise de variância dos resultados obtidos para as características: luminosidade, ângulo de cor e cromaticidade de flores cortadas de gérberras 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR.

<b>Causas de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>Luminosidade</b>	<b>Ângulo hue</b>	<b>Cromaticidade</b>
Soluções (S)	5	1,22 <sup>ns</sup>	1,72 <sup>ns</sup>	4,24**
Dias de análise (D)	3	50,25**	207,33**	22,29**
Interação SxD	15	0,74 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	2,49**
C.V. (%)		1,68	0,72	3,39

<sup>ns</sup> não significativo (P > 0,05); \*\* significativo (P < 0,01); \* significativo (P entre 0,05 e 0,01).

Para luminosidade (Tabela 8), independente dos tratamentos, as pétalas ficaram mais escurecidas com os dias de vida de vaso, com destaque para as flores mantidas na solução de ácido cítrico, onde esta mudança foi mais abrupta, e para as mantidas em 8-HQC a 50 g.L<sup>-1</sup> que se mantiveram mais estáveis.

Não houve diferenças significativas entre as médias de ângulo hue ou de cor das pétalas das flores submetidas as diferentes soluções. Em todos os tratamentos, a cor foi de vermelho intenso para o vermelho-amarelado entre o quinto e o décimo dia de vaso das gérberras (Tabela 8). Este mesmo resultado foi observado no experimento anterior (Capítulo 2) demonstrando que, provavelmente, os diferentes tratamentos não afetam a coloração durante a senescência das pétalas de gérberra 'Suzanne'.

Os dados relativos a cromaticidade das pétalas indicam diferenças significativas entre os tratamentos no último dia de vida de vaso, com destaque para a água destilada (Tabela 9).

TABELA 8. Luminosidade e ângulo hue em pétalas de flores cortadas de gérbas 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR.

Tratamentos	Luminosidade	Angulo hue
Água destilada	63,34 A	61,64 A
Ácido cítrico 64 g.L <sup>-1</sup>	63,11 A	62,54 A
25 ppm cloro	63,28 A	61,75 A
50 ppm cloro	63,39 A	62,44 A
25 ppm 8-HQC	63,28 A	62,34 A
50 ppm 8-HQC	63,69 A	62,38 A
Médias	63,35	62,18
<b>Épocas (dias)</b>		
0	64,40 A	64,49 B
5	64,23 A	65,70 A
10	62,79 B	59,43 C
15	62,19 C	59,06 C

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05); 8-HQC = citrato de 8-hidroxiquinolina.

TABELA 9. Cromaticidade de pétalas de flores cortadas de gérbas 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR.

Soluções	Dias de análise			
	1	5	10	15
Água destilada	75,79 abA	77,8 abA	76,77 aA	74,55 bB
Ácido cítrico 64 g/L <sup>-1</sup>	75,94 bA	79,5 aA	76,03 bA	75,4 bAB
25 ppm cloro	75,07 bA	80,0 aA	76,58 bA	76,3 bAB
50 ppm cloro	76,33 bA	80,0 aA	76,06 bA	76,42 bAB
25 ppm 8-HQC	77,31 aA	80,3 aA	77,5 aA	78,11 aA
50 ppm 8-HQC	78,4 aA	79,4 aA	76,57 aA	76,39 aAB

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05); 8-HQC = citrato de 8-hidroxiquinolina.

A análise de variância dos teores de carboidratos solúveis e redutores mostra que estes fatores mostraram efeitos significativos para as soluções e dias de análise

(Tabela 10), com diminuição destes teores nas pétalas, o que foi mais intenso nos carboidratos solúveis (Figura 4) que nos carboidratos redutores (Figura 5). Os menores teores de carboidratos solúveis e redutores foram dosados nas pétalas das hastes mantidas em água destilada.

O desenvolvimento das flores pode estar relacionado a combinação de absorção de carboidratos pelas pétalas e degradação de vários polissacarídeos. Em flores de gladiolos, onde o amido é a fonte de carboidratos solúveis, o aumento nos conteúdos de açúcares foi de sete a oito vezes maior que a diminuição no conteúdo de amido (YAMANE *et al.*, 1991). Resultados similares também foram encontrados em flores de *Freesia*, cujo aumento nos teores de açúcares foi 10 vezes maior do que a diminuição amido (VAN MEETEREN *et al.*, 1995). O conteúdo de açúcares e a massa seca das flores desabrochadas de frésia foi drasticamente reduzido quando as hastes foram cortadas em comprimento, indicando que elas são a maior fonte de carboidratos nessa flor.

TABELA 10. Análise de variância dos resultados obtidos para os parâmetros carboidratos solúveis, carboidratos redutores e carotenóides totais contidos nas pétalas de flores cortadas de gérberras 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR.

<b>Causas de Variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>Carboidratos solúveis</b>	<b>Carboidratos redutores</b>	<b>Carotenóides totais</b>
Soluções (S)	5	14,89**	2,53*	1,65 <sup>ns</sup>
Dias de análise (D)	3	86,13**	12,74**	83,125**
Interação SxD	15	1,79 <sup>ns</sup>	0,520 <sup>ns</sup>	1,25 <sup>ns</sup>
C.V. (%)		10,78	13,62	19,20

<sup>ns</sup> não significativo (P > 0,05); \*\* significativo (P < 0,01); \* significativo (P entre 0,05 e 0,01).

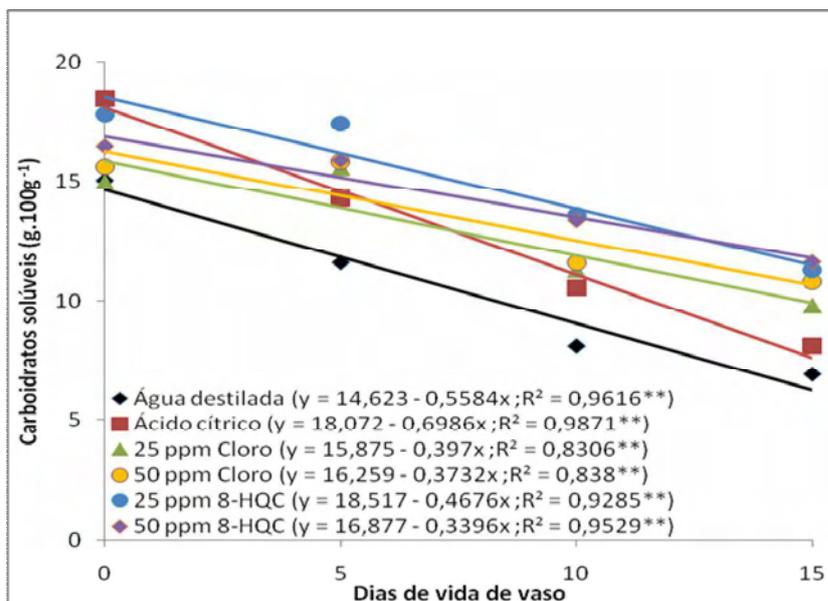


FIGURA 4. Média dos valores de carboidratos solúveis contidos nas pétalas de flores cortadas de gérbereas 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR.

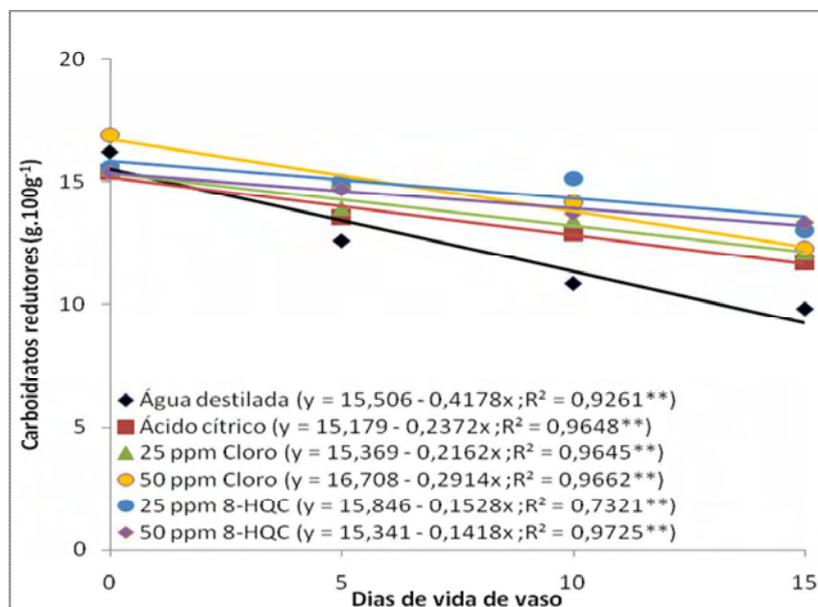


FIGURA 5. Média dos valores de carboidratos redutores contidos nas pétalas de flores cortadas de gérbereas 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR.

Os teores de carotenóides totais nas pétalas de gérberas aumentaram dentro de tempo de manutenção nos vasos (Figura 6) e diferiram entre as diferentes soluções após quinze dias de vida de vaso.

KISHIMOTO *et al.* (2007) mostraram que as pétalas de nove espécies de Compositae contém carotenóides amarelados, como luteína, zeaxantina e flavoxantina, em comum e possuem três diferentes caminhos para formar a coloração laranja. Para cinco diferentes cultivares de *Gerbera jamesonii* da cor laranja, esta coloração ocorreu com a mistura de antocianinas vermelhas e carotenóides amarelos. As pétalas destas flores mostram-se alaranjadas quando continham de 8 a 10 vezes mais antocianinas que carotenóides.

Isto indica que, apesar do aumento no teor de carotenóides que originaram a cor amarela, estes não foram suficientes para manter a coloração inicial das pétalas.

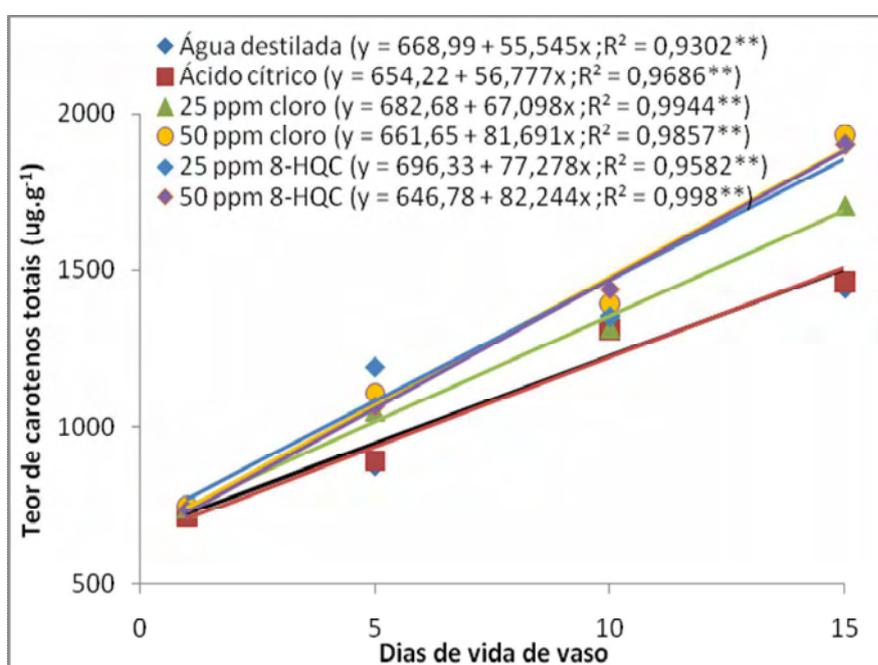


FIGURA 6. Média dos teores de carotenóides totais contidos nas pétalas de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR.

### 3.4. CONCLUSÕES

As soluções contendo cloro e 8-HQC evitaram o tombamento precoce das hastes até o quinto dia, com destaque para a solução contendo 8-HQC 50 g.L<sup>-1</sup>.

A longevidade média para as inflorescências foi de 10 dias de vida de vaso, com média de 8,5 dias para a solução de ácido cítrico a 64 g.L<sup>-1</sup> e água destilada, de 9,6 dias para as soluções de cloro a 25 – 50 g.L<sup>-1</sup> e de 12 dias para as soluções de 8-HQC 25 – 50 g.L<sup>-1</sup>.

#### **CAPÍTULO 4 – USO DO TIOSSULFATO DE PRATA E SUA COMBINAÇÃO COM SACAROSE EM TRATAMENTOS DE “PULSING” NA VIDA PÓS-COLHEITA DE FLORES DE GÉRBERA ‘SUZANNE’.**

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de soluções de “pulsing” na manutenção da qualidade pós-colheita de hastes de *Gerbera jamesonii* ‘Suzanne’, de coloração laranja. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, composto por dois fatores: soluções de “pulsing” e épocas de avaliação. Após o tratamento de “pulsing”, feito na área de produção (cloro a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ , por 4 horas), as flores recém-cortadas foram transportadas para o laboratório e, durante 12 horas, foram submetidas as seguintes soluções: 1) Sem “pulsing”; 2) Água destilada; 3) Sacarose à 5%; 4) Tiossulfato de prata (STS) a 0,2 mmol; 5) STS 0,2 mmol + 5% de sacarose; 6) STS 0,4 mmol; 7) STS 0,4 mmol + 5% de sacarose; 8) STS 0,6 mmol; 9) STS 0,6 mmol + 5% de sacarose. Em seguida, as hastes foram colocadas em recipientes com água destilada e mantidas em condição ambiente de laboratório (20°C; 70% UR). A cada cinco dias foram avaliadas as seguintes características de qualidade: atividade respiratória, massa fresca, massa seca, conteúdo relativo de água, quantidade de solução absorvida pelas hastes, coloração, teores de carboidratos solúveis e redutores e de carotenóides totais. Realizou-se também avaliações da aparência, da porcentagem de hastes tombadas e da longevidade das flores. Os resultados indicam que os tratamentos contendo STS e, principalmente os adicionados de 5% de sacarose, possibilitaram a melhor manutenção para a maioria dos parâmetros de qualidade analisados, mesmo quando esses não foram significativamente diferentes, com destaque para os altos níveis de carboidratos nas lígulas durante todo o experimento.

**Palavras-chave:** *Gerbera jamesonii*, STS, pós-colheita, flores cortadas.

#### 4.1. INTRODUÇÃO

*Gerbera jamesonii* Bolus é uma espécie da família Compositae cujo desenvolvimento como cultivar data do século 19, quando foi levada da África para a Europa e Estados Unidos, onde a seleção e o melhoramento genético geraram plantas mais vigorosas, adaptadas a diversos climas, com hastes mais longas e grande gama de cores (TOURJEE *et al.*, 1995). Esta flor é uma das dez mais comercializadas no Brasil e está entre as três principais flores de corte (INFOAGRO, 2008).

A gérbera da cultivar Suzanne possui características únicas, como a coloração laranja-intenso, flores liguladas em fileiras duplas e fartas. As internas são estreitas e finas, formando um mosaico nas cores preto e laranja. É uma cultivar disponível durante o ano todo (PREESMAN, 2008). No Brasil, ela está entre as cinco gérberas de corte mais comercializadas.

A longevidade das flores de corte é determinada por vários fatores pré e pós-colheita e está relacionada com as características genéticas, fisiológicas e anatômicas de cada cultivar (NOWAK & RUDNICKI, 1990).

A maioria dos procedimentos pós-colheita de flores cortadas envolve o uso de vários componentes e tecnologia para tentar inibir o efeito do etileno, reduzir a respiração ou manter o balanço hídrico, sempre visando o estresse metabólico causado pelo corte das hastes (HUTCHINSON *et al.*, 2003).

Algumas flores de corte tem sua vida de vaso limitada, possivelmente pela redução na absorção de água, provocada pelo bloqueio vascular da haste, que, aparentemente ocorre como consequência da exsudação de mucilagem no local do corte, como por exemplo, algumas monocotiledôneas tropicais da família Cannaceae e Heliconiaceae. Em outras espécies, como as dos gêneros *Anthurium* e *Cymbidium*, a vida de vaso não é seriamente afetada por problemas relacionados à absorção de água, pois mesmo quando suas hastes iniciam a oclusão, esta não conduz a uma

redução na turgescência, pois as flores apresentam uma taxa de transpiração baixa. Por outro lado, em orquídeas do gênero *Phalaenopsis*, foram evidenciados problemas de relações hídricas, pois o murchamento rápido foi associado à oclusão da haste e a uma elevada taxa de transpiração (VAN DOORN, 1999).

O uso de soluções de “pulsing” (fortalecimento) é considerado como um tratamento rápido e que antecede o transporte ou o armazenamento, afetando a fase posterior da vida das flores, prolongando-a, mesmo após a transferência para água ou soluções de manutenção. O principal constituinte das soluções de “pulsing” é a sacarose, em concentrações que variam de 2% a 20% ou mais (KADER, 2002).

De acordo com NOWAK & RUDNICKI (1990), os tratamentos de “pulsing” com sacarose, devem ser realizados sob intensidade luminosa abaixo de 2000 lux, e 20 - 27°C.

A sacarose é utilizada como substrato da respiração e composto osmótico, que ajuda a manter um balanço hídrico favorável. O “pulsing” com sacarose a 2-4% em rosas reduziu a abertura dos estômatos das folhas, reduzindo a perda de água, promovendo a retenção hídrica e a capacidade de absorção de soluto (MAROUSKY, 1969; DE STIGTER, 1980). Altas concentrações de sacarose, maiores que 16%, promoveram retardo na produção auto-catalítica do etileno em hastes de cravos (DILLEY & CARPENTER, 1975; MAYAK & DILLEY, 1976), atrasando a senescência e extendendo a vida de vaso.

Para crisântemos, tem se recomendado soluções de “pulsing” com concentrações mais altas do que nas formulações conservantes, ou seja, com 58,43 a 146,07 mol/m<sup>3</sup> de sacarose e duração de 12 - 24 horas, iluminação em torno de 1000 lux, 20 a 27°C e umidade relativa do ar entre 35% e 100% (HAVEVY & MAYAK, 1981). Estes autores também destacaram a importância deste tratamento na longevidade, promoção de abertura, melhoria na cor e no tamanho das pétalas de crisântemos e de outras flores.

Embora a sacarose seja essencial em soluções de “pulsing”, outros compostos químicos também são utilizados com sucesso, dependendo da espécie a ser conservada e da duração do tratamento.

Vários antagonistas do etileno tem sido estudados, visando aumentar a vida de vaso das flores, através da melhoria das relações hídricas nas hastes cortadas e redução dos efeitos do etileno. O nitrato de prata reduziu o declínio na absorção de água por *Anthurium* (PAULL & GOO, 1985), por samambaias cortadas (FUJINO & REID, 1983) e por narcisos (PISKORNIK, 1985). Os íons de prata podem agir como biocida, eliminando o bloqueio dos vasos do xilema por microrganismos (AARTS, 1957; KOFRANEK & PAUL, 1974). Estes íons também bloqueiam os locais de ação do etileno (PAULL & GOO, 1985; SISLER, 1982), prevenindo o bloqueio fisiológico das hastes cortadas (HUTCHINSON *et al.*, 2003).

Em tratamento pós-colheita, KOFRANEK & PAUL (1974) aplicaram na base das hastes de crisântemos altas concentrações de  $\text{AgNO}_3$  ( $5,9\text{mol/m}^3$ ) durante 5 a 10 minutos, promovendo a longevidade dos mesmos. O íon  $\text{Ag}^+$ , permanecendo na base, não atuou como antagonista do etileno, mas como bactericida.

O tiosulfato de prata  $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$  (STS) é uma das formas mais comuns dos sais de prata usados em fórmulas comerciais de soluções conservantes na pós-colheita, sendo o inibidor do etileno mais usado. Os benefícios são grandes e para algumas flores de corte, seu uso é praticamente obrigatório. Este composto também parece proporcionar mais benefícios, o que o transforma em uma substância bastante utilizada, apesar de já anunciado sua proibição na Europa a partir de 2010 (BISHOP, 2002).

Assim como para outras flores de corte, as informações sobre a utilização de compostos químicos para o “pulsing” de hastes de gérberas são escassas.

O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito do uso de soluções de “pulsing” na vida pós-colheita de inflorescências de *Gerbera jamesonii* cv. Suzanne.

## 4.2. MATERIAL E MÉTODOS

Para facilitar a leitura e entendimento do texto, o termo “flor” será usado para a inflorescência completa, incluindo a haste. As flores liguladas do capítulo serão chamadas de pétalas.

As flores de *Gerbera jamesonii* cv. Suzanne foram obtidas no dia 12/12/2006 em produtor comercial na cidade de Holambra, estado de São Paulo, Brasil, e colhidas puxando-se a haste da planta quando havia de um a três círculos florais (flores da coroa) visivelmente abertos e haste firme (espessura de 5 a 6 mm). Estas flores foram cultivadas sob estufas, utilizando-se plantas de aproximadamente 1 ano, envasadas e com irrigação (Apêndice A). Após o tratamento de “pulsing”, comumente feito nas áreas de produção, com cloro a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ , por 4 horas (Apêndice B), as flores foram acondicionadas em caixas de papelão comercial (Apêndice B) e transportadas, por aproximadamente 3 horas, para o laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas do Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP, em Jaboticabal, SP, onde foram mantidas em câmara fria a  $12^{\circ}\text{C}$  por 4 horas.

A seguir, as hastes foram padronizadas, descartando-se as danificadas ou que não apresentavam o ponto de colheita especificado, antes de serem cortadas a 45 cm de comprimento, fazendo-se o corte na base das hastes dentro de recipientes com água destilada. Após esta padronização, elas foram etiquetadas, pesadas e distribuídas ao acaso em baldes contendo as seguintes soluções de “pulsing”:

- 1) Água destilada;
- 2) Sacarose a 5%;
- 3) Tiosulfato de prata (STS) a 0,2 mmol;
- 4) STS a 0,2 mmol + 5% de sacarose;
- 5) STS a 0,4 mmol
- 6) STS a 0,4 mmol + 5% de sacarose;
- 7) STS a 0,6 mmol
- 8) STS a 0,6 mmol + 5% de sacarose;

Após 12 horas de imersão da base das hastes nas soluções de “pulsing”, as flores foram colocadas em erlenmeyers de 500 mL contendo 200 mL de água destilada (Apêndice F). Nos dias de análise, a água destilada contida nos erlenmeyers era mensurada e renovada. Cada erlenmeyer foi vedado com filme de PVC, ao redor da haste, para evitar a evaporação da água.

As flores foram mantidas em sala com iluminação por 24 horas (VAN MEETEREN, 1978a), em ambiente controlado a  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $65 \pm 4\%$ , por 16 dias.

Um lote foi colocado diretamente nos erlenmeyers com água destilada sem passar pelo tratamento de “pulsing”. Este lote foi denominado de “sem pulsing”.

O experimento foi conduzido segundo um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, composto de dois fatores: nove soluções de “pulsing”, incluindo o tratamento “sem pulsing”, e quatro épocas de avaliação (0 ou 1 dia, 5, 10 e 15 dias). Foram utilizadas três repetições, com três hastes cada uma.

Para cada haste foi atribuída uma nota em cada dia de análise, visando avaliar os aspectos qualitativos das flores. Baseados em critérios utilizados pelos produtores e pelo Veilling Holambra, estas notas foram: nota 4 = cor viva, pétalas (língulas) túrgidas e sem manchas, hastes eretas e túrgidas, menos de 1/3 dos discos florais visivelmente abertos, ótimas condições de comercialização; nota 3 = cor viva, pétalas túrgidas e sem ou com poucas manchas, haste levemente curvada, com no máximo metade dos discos florais visivelmente abertos e boas condições para arranjos florais, mas sem condição de comercialização; nota 2 = pétalas desbotadas e/ou escurecidas, com manchas e/ou doenças, levemente murchas, haste curvada, com mais da metade dos discos florais visivelmente abertos e sem condição de uso; nota 1 = pétalas desbotadas e/ou escurecidas, presença de manchas e/ou doenças, murchas, haste muito curvada ou tombada, com mais da metade dos discos florais visivelmente abertos, e sem condição de uso.

Para a característica “longevidade” foi considerado o último dia em que as flores receberam nota 3 e para a característica “tombamento” foram consideradas tombadas as hastes dobradas ou quebradas e as hastes cuja curvatura ultrapassou 90°.

As flores foram pesadas durante a manhã quando foram mantidas fora da água pelo menor período de tempo possível (20-40s.). A variação na massa fresca e na massa seca, que foi determinada usando-se estufa a 80°C, onde as flores foram secas por 24 horas, foram expressas em relação à massa inicial. A absorção de água pelas flores foi calculada a partir da massa dos erlenmeyers com as soluções, mas sem as flores.

O conteúdo relativo de água (CRA) das pétalas foi avaliado utilizando-se nove pétalas (lígulas) de cada repetição, sendo três de cada flor, em quatro épocas, com a destruição das hastes. Em cada tratamento, as pétalas eram pesadas, imersas em água destilada, e mantidas sob hidratação por 4 horas. Após este período, elas foram secas superficialmente com papel toalha, pesadas (massa túrgida) e colocadas em pesa-filtro. Estes foram pesados e levados para estufa com circulação de ar forçado, a 70°C, para secagem, o que permitiu calcular o conteúdo relativo de água, expresso em porcentagem, utilizando-se a equação abaixo (WEATHERLEY, 1950; KRAMER, 1983):

$$\text{Conteúdo Relativo de Água (CRA)} = \frac{\text{Massa fresca} - \text{Massa seca}}{\text{Massa túrgida} - \text{Massa seca}} \times 100$$

A taxa respiratória foi determinada a cada cinco dias, sendo que cada repetição, contendo três inflorescências em solução de manutenção, foi colocada em um recipiente de plástico, hermeticamente fechado, com capacidade para 15 litros, por um período de 1 hora (20°C e 70%UR), em ambiente de laboratório. Foram tomadas alíquotas de 0,3 mL do conteúdo da atmosfera do interior dos recipientes, antes e imediatamente após este período, com uma seringa apropriada (Exmire Microseringe, Ito Corp.). As alíquotas tiveram seus teores de CO<sub>2</sub> determinados em cromatógrafo (GC Finnigan 9001) equipado com detectores de condutividade térmica e de ionização de chama, assim como peneira molecular, metanador e coluna de aço inoxidável preenchida com Porapak N. As condições de trabalho foram: temperatura da coluna =

55°C, temperatura dos detectores = 150°C, temperatura do metanador = 350°C, fluxo de ar = 175 mL.min<sup>-1</sup>, fluxo de hidrogênio = 15 mL.min<sup>-1</sup>, e fluxo do nitrogênio = 30 mL.min<sup>-1</sup>. Os resultados para mg de CO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> e foram calculados em relação a uma mistura gasosa padrão contendo O<sub>2</sub> (10%), CO<sub>2</sub> (0,11%), etileno (51 ppm) e N<sub>2</sub>, para completar 100%.

Foram realizadas avaliações da coloração através de um reflectômetro Minolta CR 200b, que utiliza o sistema da CIE 1976 (MINOLTA CORP., 1994), o que permitiu calcular a luminosidade, o ângulo hue ou de cor e a cromaticidade das pétalas. As leituras foram feitas em três repetições de cada tratamento, cada uma contendo três flores. Procedeu-se duas leituras em cada flor, uma de cada lado do capítulo, pressionando levemente o aparelho sobre as pétalas agrupadas.

A extração de carboidratos das pétalas foi realizada conforme o método descrito por CHANTRACHIT (1999) e utilizando-se 2 g de pétalas congeladas. Os teores de carboidratos solúveis foram determinados utilizando-se o método fenol-sulfúrico (DUBOIS *et al.*, 1956) e os de carboidratos redutores de acordo com o método proposto por HONDA *et al.* (1982).

Para determinar o conteúdo de carotenóides totais nas pétalas, a extração e a determinação foram realizadas segundo o método de HENDRY & PRICE (1993). Para quantificação utilizou-se de leitura da absorvância em espectrofotômetro BECKMAN - DU - 640, a 480, 663 e 645 nm. A concentração, expressa em μmol g<sup>-1</sup>, foi calculada utilizando-se a fórmula:

$$\text{Carotenóides} = \frac{(A_{480} + 0,114 \times A_{663} - 0,638 \times A_{645}) \times V \times 103}{112,5 \times M} \times 100,$$

onde: A é a absorvância no comprimento de onda indicado; V é o volume final, em litros e M é a massa, em gramas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do teste F, quando significativo, e as médias foram comparadas mediante o teste de Tukey, a 5%

de probabilidade. As relações entre os diferentes tratamentos foram testadas utilizando-se regressão polinomial.

### 4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das notas para aparência das flores (Figura 1) indicam que as soluções de “pulsing” contendo maior quantidade (0,4 e 0,6 mmol) de tiosulfato de prata (STS), com ou sem a adição de sacarose, mantiveram a aparência das flores mais estável, porém sem diferenças significativas das outras soluções.

A melhor manutenção da aparência das flores foi observada para os tratamentos contendo STS a 0,6 mmol, a qual foi melhorada quando adicionado de sacarose.

O tombamento das hastes foi o fator determinante na atribuição das notas mais baixas, pois quando o capítulo apresentava boa aparência, mas com tombamento na haste, atribuiu-se a nota 1, pois este aspecto é considerado defeito grave na comercialização de gérberas. VAN MEETEREN (1978a) sugeriu que as pétalas consomem água da haste e não são diretamente afetadas por problemas na absorção de solução, pois o primeiro sinal visível dos sintomas de estresse por falta de água é o tombamento da haste e não a queda de pétalas.

Não foi observado escurecimento da porção basal das hastes enquanto estas estavam em contato com as soluções de “pulsing”. O colapso de hastes foi observado com o passar dos dias de armazenamento em todos os tratamentos, o que também foi relatado por KADER & ROGERS (1986).

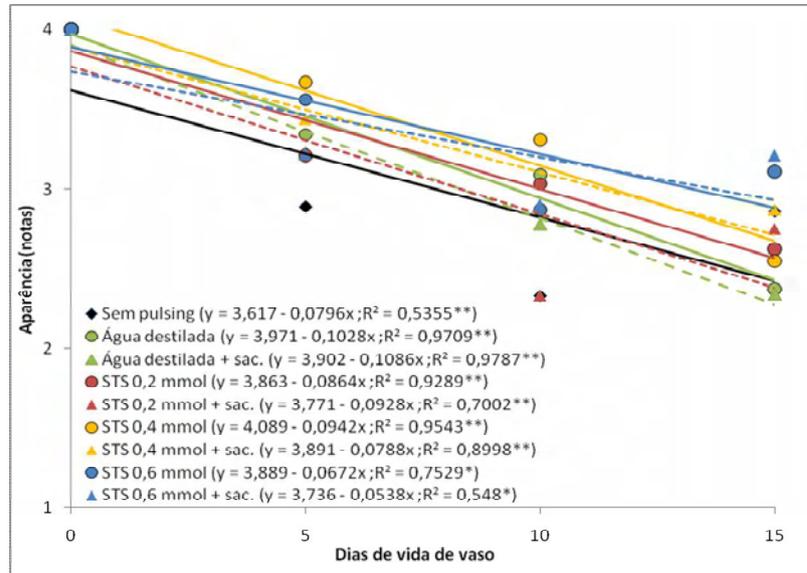


FIGURA 1. Variação nas notas de aparência de flores cortadas de gérbereas 'Suzanne' submetidas a diferentes soluções de "pulsing" e mantidas em água destilada a 21°C e 65% UR. (As linhas tracejadas representam as soluções contendo 5% de sacarose).

Não houve diferenças significativas entre a aparência (Tabela 1), porém estas foram visualmente notadas, principalmente para as maiores concentrações de STS contendo sacarose. Isto sugere que os íons prata exercem ação competitiva ao etileno, pois a principal consequência deste, a senescência, foi retardada, mesmo que ligeiramente.

Flores de cravo tratadas com STS a 1 mmol + 10% de sacarose mostraram inibição da síntese de etileno e mantiveram melhor sua qualidade pós-colheita (BURZO *et al.*, 1995), o que foi reafirmado por SEREK *et al.* (1995) ao manter nesta solução por 2 horas, os quais tiveram sua longevidade consideravelmente aumentada quando comparada a flores não tratadas. SOLOMOS & GROSS (1997) também relataram que os tratamentos com STS prolongaram a vida de vaso de cravos cortados.

TABELA 1. Médias de notas para aparência, massa fresca (%), massa fresca (%) e absorção de solução (mL) por flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a diferentes soluções de "pulsing" e mantidas em água destilada a 21°C e 65% UR por 15 dias.

<b>Tratamentos</b>	<b>Aparência</b>	<b>Massa Fresca</b>	<b>Massa Seca</b>	<b>Absorção</b>
Sem pulsing	3,03 A	84,62 BCD	55,59 B	27,42 B
Água destilada	3,20 A	88,08 A	60,67 AB	35,92 AB
Água destilada + 5% sac.	3,15 A	86,64 AB	59,49 AB	40,50 AB
STS 0,2 mmol	3,23 A	85,64 ABC	62,48 A	44,92 AB
STS 0,2 mmol + 5% sac.	3,08 A	83,46 CDE	59,47 AB	50,33 AB
STS 0,4 mmol	3,39 A	81,94 E	55,62 B	54,75 B
STS 0,4 mmol + 5% sac.	3,31 A	82,66 DE	59,61 AB	42,42 AB
STS 0,6 mmol	3,39 A	87,22 A	60,58 AB	46,00 AB
STS 0,6 mmol+ 5% sac.	3,33 A	85,64 ABC	63,05 A	44,75 AB
Médias	3,23	85,1	59,62	43,01
<b>Épocas (dias)</b>				
0	4,00 A	100,00 A	100,00 A	18,63 D
2	3,31 B	87,13 B	36,08 C	70,06 A
3	2,83 C	78,68 C	65,93 B	36,29 C
4	2,76 C	69,35 D	35,53 C	47,61 B

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); STS = tiossulfato de prata; 5% sac. = 5% de sacarose.

A principal causa do tombamento das hastes de gérberas é o declínio na absorção de solução, provavelmente causado por bactérias presentes no corte basal das hastes e na solução de manutenção das flores (VAN MEETEREN, 1978a). No presente trabalho, este declínio na absorção pode estar relacionado ao efeito das bactérias presentes nas hastes e/ou que cresceram na água destilada, utilizada como

solução de manutenção. A época em que o tombamento foi observado (Tabela 2) também coincide com as menores notas atribuída à aparência das flores.

VAN DOORN (1998) e BLEEKSMÁ & VAN DOORN (2003) concluíram que o tombamento de rosas cortadas estava relacionado aos níveis de bactérias existentes nos vasos do xilema destas flores. Em gérberas, VAN DOORN & DE WITTE (1994) observaram tombamento e aumento da curvatura das hastes relacionadas à concentração de bactérias na água, mas concluíram que estes resultados estavam apenas parcialmente interligados.

MENCARELLI *et al.* (1995) sugeriram que o etileno também pode estar envolvido com o tombamento das hastes de gérberas no processo de senescência, o qual foi acelerado por diversos fatores, incluindo estresse hídrico causado pela oclusão dos vasos. Este envolvimento foi posteriormente confirmado por BOTONDI *et al.* (1998) e por GERASOPOULOS *et al.* (1996). Esta citação sugere que o STS retardou o tombamento das hastes, principalmente a 0,4 mmol (Tabela 2).

TABELA 2. Porcentagem de tombamento das hastes de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a diferentes soluções de "pulsing" e mantidas em água destilada a 21°C e 65% UR por 15 dias.

Soluções	Dias de análise			
	1	5	10	15
	<b>% de tombamento das hastes</b>			
Sem pulsing	0	20	50	60
Água destilada	0	20	40	50
Água destilada + 5% sac.	0	10	40	50
STS 0,2 mmol	0	10	10	30
STS 0,2 mmol + 5% sac.	0	0	10	30
STS 0,4 mmol	0	0	0	0
STS 0,4 mmol + 5% sac.	0	0	0	0
STS 0,6 mmol	0	10	10	10
STS 0,6 mmol+ 5% sac.	0	20	20	20

STS = tiosulfato de prata; 5% sac. = 5% de sacarose.

Entre o segundo e quarto dia antes do sintoma de tombamento ser visível em flores de gérberas, há um declínio brusco na massa fresca destas flores. Este efeito é resultado do declínio na absorção de solução, enquanto a taxa de transpiração foi mantida quase constante (VAN MEETEREN, 1978b). Este autor, observou ainda que as flores com tombamento o potencial hídrico reduziu-se, enquanto nas flores sem tombamento ele se manteve mais ou menos constante.

No presente trabalho, observa-se resultados semelhantes quando se relaciona a porcentagem de tombamento (Tabela 2), as reduções na massa fresca e na massa seca (Tabela 1 e Figura 2) e na diminuição da quantidade de solução absorvida pelas hastes (Tabela 1 e Figura 4).

A média de absorção para a maioria das flores cortadas, durante a vida de vaso, declina rapidamente e o murchamento imediato das pétalas pode ser atrasado devido a um mecanismo onde os açúcares solúveis ficam presos nos vacúolos (WOUTER & VAN DOORN, 2001), o que explicaria algumas situações onde a absorção aumentou mas a aparência continuou satisfatória.

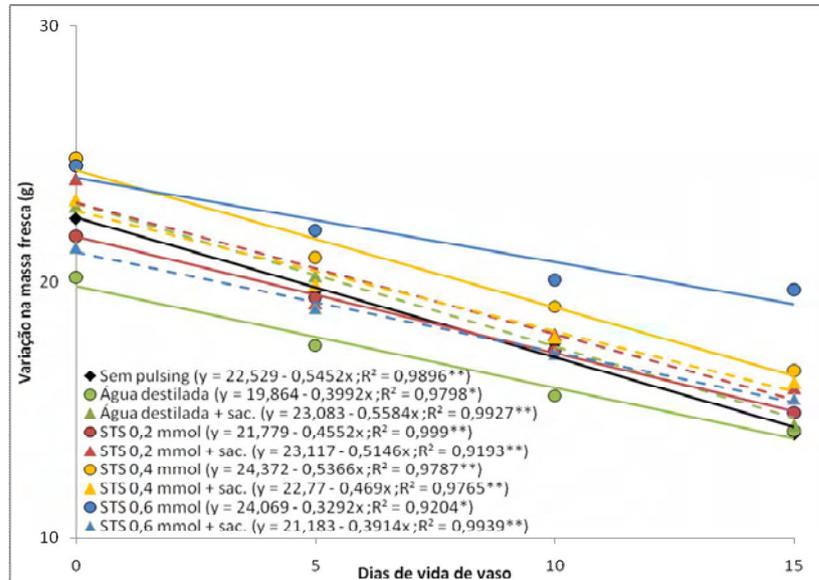


FIGURA 2. Variação na massa fresca de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a diferentes soluções de "pulsing" e mantidas em água destilada a 21°C e 65% UR. (As linhas tracejadas representam as soluções contendo 5% de sacarose).

Na Tabela 3 observa-se que o conteúdo relativo de água das flores de gérbera diminuiu ao longo do período experimental, com maior intensidade nos tratamentos com água destilada e sem sacarose.

A sacarose pode agir como uma fonte de nutrição para tecidos sem carboidratos e como uma molécula osmoticamente ativa na abertura de flores e, conseqüentemente, nas relações hídricas (KUIPER *et al.*, 1995). Os açúcares dissolvidos nas células das pétalas conduzem água para seu interior, tornando-as túrgidas e facilitando a hidrólise da sacarose, que poderá ser utilizada para a respiração.

O uso de sacarose na solução de "pulsing" tem sido recomendado para aumentar a vida de vaso de cravos (NICHOLS, 1973), alstromeria (CHEPKAIROR & WAITHAKA, 1988) e algumas bulbosas (HUTCHINSON *et al.*, 2003) e vários modos de ação da sacarose foram propostos.

Os resultados apresentados na Tabela 3 indicam que o uso de sacarose nas soluções de “pulsing” também melhorou as relações hídricas indicadas pelo conteúdo relativo de água (CRA) e proporcionou maior longevidade (Tabela 4), mesmo que não significativamente. Assim como para rosas (MAROUSKY, 1971) estas melhorias podem estar ligadas à concentração osmótica nos tecidos das pétalas (HALEVY & MAYAK, 1979), à habilidade dos açúcares em manter as estruturas mitocondriais (KALTELER & STEPONKUS, 1974) e a integridade das membranas (SACALIS, 1973), mantendo a turgescência dos tecidos e resultando em atraso na senescência.

TABELA 3. Conteúdo relativo de água (CRA) em pétalas de flores cortadas de gérberras ‘Suzanne’ submetidas a diferentes soluções de “pulsing” e mantidas em água destilada a 21°C e 65%.

Soluções	Dias de análise			
	1	5	10	15
Sem pulsing	97,62 aA	87,77 bA	87,37 bA	73,57 cC
Água destilada	98,19 aA	90,21 abA	87,57 bA	76,58 cBC
Água destilada + 5% sac	95,95 aA	90,03 abA	87,79 bA	87,33 bAB
STS 0,2 mmol	98,30 aA	90,75 aA	94,01 abA	82,25 bABC
STS 0,2 mmol + 5% sac.	97,68 aA	92,62 abA	94,44 abA	86,17 aAB
STS 0,4 mmol	97,97 aA	91,50 abA	90,79 abA	84,26 bABC
STS 0,4 mmol + 5% sac.	95,49 aA	87,47 abA	85,74 abA	90,33 bA
STS 0,6 mmol	96,76 aA	95,24 aA	94,30 abA	86,21 bAB
STS 0,6 mmol+ 5% sac.	95,19 aA	95,08 aA	93,59 aA	91,67 aA

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05); STS = tiosulfato de prata; sac.5%= 5% de sacarose.

TABELA 4. Longevidade média de flores cortadas de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a diferentes soluções de "pulsing" e mantidas em água destilada a 21°C e 65% UR, por 15 dias.

<b>Soluções</b>	<b>Longevidade (dias de vida em vaso)</b>
Sem pulsing	9,78 A
Água destilada	10,44 A
Água destilada + 5% sac.	10,11 A
STS 0,2 mmol	10,12 A
STS 0,2 mmol + 5% sac.	11,33 A
STS 0,4 mmol	11,11 A
STS 0,4 mmol + 5% sac.	12,19 A
STS 0,6 mmol	11,56 A
STS 0,6 mmol+ 5% sac.	11,97 A

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); STS = tiosulfato de prata; sac.5%= 5% de sacarose.

Na Figura 3 pode-se observar que as flores de gérbera 'Suzanne' não tratadas com STS e sacarose apresentaram as menores taxas respiratórias, possivelmente em decorrência da diminuição na absorção de água e/ou senescência mais acelerada. As demais soluções levaram a pequeno aumento na taxa respiratória, durante os dias de vida em vaso.

O declínio da taxa respiratória no final da vida em vaso ocorreu concomitantemente com a perda de água (Figura 2) e com o aceleração dos sintomas de senescência (Figura 1), indicando uma possível desorganização das estruturas das membranas e das organelas citoplasmáticas, que ocorrem durante a senescência (NICHOLS, 1973).

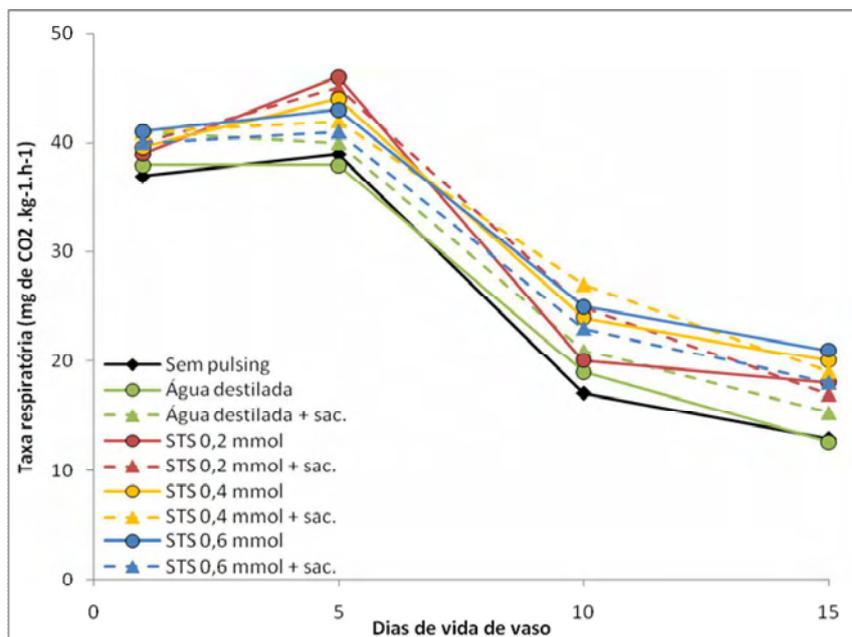


FIGURA 3. Taxa respiratória de flores cortadas de gérbereas 'Suzanne' submetidas a diferentes soluções de "pulsing" e mantidas em água destilada a 21°C e 65% UR. (As linhas tracejadas representam as soluções contendo 5% de sacarose).

A análise de variância dos dados de coloração demonstra haver interação das soluções com os dias de vida em vaso, indicada pelo ângulo hue ou de cor e pela cromaticidade, enquanto para a luminosidade as diferenças significativas ocorreram somente para os efeitos principais.

As mudanças no ângulo hue ou de cor mostram que não houve manutenção da cor vermelha, a qual se tornou vermelho-amarelada durante o período de armazenamento, principalmente depois do décimo dia (Tabela 5). Para a cromaticidade observou-se uma relativa manutenção e estabilidade da intensidade da cor durante os dias de análise, principalmente nos tratamentos com STS (Tabela 6).

Apesar de não detectadas diferenças significativas para a interação dos fatores da luminosidade, representada por uma escala de zero (preto) a cem (branco), verifica-

se que os tratamentos contendo sacarose mantiveram-se pouco mais estáveis e que as pétalas escureceram com o tempo (Tabela 7).

TABELA 5. Ângulo hue em pétalas de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a diferentes soluções de "pulsing" e mantidas em água destilada a 21°C e 65% UR.

Soluções	Dias de análise			
	1	5	10	15
Sem pulsing	62,61 aA	61,52 aA	61,53 aA	58,35 bAB
Água destilada	61,25 aA	62,17 aA	60,97 aAB	55,88 aC
Água destilada + 5% sac	60,75 aA	61,12 aA	57,89 bC	57,33 bBC
STS 0,2 mmol	62,22 aA	62,19 aA	61,56 aAB	59,42 bAB
STS 0,2 mmol + 5% sac.	61,67 aA	61,32 aA	60,92 aAB	57,69 bABC
STS 0,4 mmol	61,09 aA	61,15 aA	61,14 aAB	59,12 bAB
STS 0,4 mmol + 5% sac.	61,47 aA	61,42 aA	61,05 aAB	59,13 bAB
STS 0,6 mmol	60,93 abA	61,42 aA	59,44 bcBC	58,83 bAB
STS 0,6 mmol+ 5% sac.	62,32 aA	62,03 aA	60,22 bAB	59,86 bA

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); STS = tiosulfato de prata; sac.5%= 5% de sacarose.

TABELA 6. Cromaticidade em pétalas de flores cortadas de gérberras ‘Suzanne’ submetidas a diferentes soluções de “pulsing” e mantidas em água destilada a 21°C e 65% UR.

Soluções	Dias de análise			
	1	5	10	15
Sem pulsing	80,80 aAB	79,04 aA	78,47 aAB	71,38 bBC
Água destilada	76,09 bC	80,02 aA	78,19 abABC	70,50 cC
Água destilada + 5% sac	77,53 aAB	79,08 aA	73,67 bD	71,19 bBC
STS 0,2 mmol	81,54BC	79,99 abA	78,40 bABC	74,67 cAB
STS 0,2 mmol + 5% sac.	80,35 aA	80,52 aA	78,77 aAB	73,41 cABC
STS 0,4 mmol	78,83 aAB	79,29 aA	79,53 aA	75,76 bA
STS 0,4 mmol + 5% sac.	80,39 aAB	78,62 aA	78,12 aABC	74,15 bABC
STS 0,6 mmol	78,97 aAB	78,73 aA	75,22 bCD	73,59 bABC
STS 0,6 mmol+ 5% sac.	80,26 aAB	79,69 aA	75,88 bBCD	74,46 bABC

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); STS = tiosulfato de prata; sac.5%= 5% de sacarose.

Os teores de carotenóides totais nas pétalas das gérberras ‘Suzanne’ aumentaram com o tempo, com destaque para os maiores aumentos nas tratadas com STS e/ou sacarose (Tabela 7).

Nas gérberras de cor laranja, esta coloração foi atribuída à mistura de antocianinas vermelhas e carotenóides amarelos. As pétalas destas flores mostraram-se laranja com 8 a 10 vezes mais antocianinas que carotenóides (KISHIMOTO *et al.*, 2007). O aumento no teor de carotenóides, que pode ser devido a perda de água pelas pétalas (Tabela 3), foi suficiente para tornar a coloração mais amarelada e para manter os teores antioxidantes nas pétalas.

A perda de coloração ou escurecimento é um sintoma comum em muitas flores senescentes, pois os carotenóides e as antocianinas, os dois principais pigmentos, mudam significativamente durante o desenvolvimento e senescência dos órgãos das

flores. Açúcares são essenciais para o metabolismo, do qual a interação com da pigmentação é dependente (MOALEM-BENO *et al.*, 1997)

Baixas concentrações de açúcares tem sido associadas a “descoloração e palidez” de flores (KOFRANEK, 1985).

TABELA 7. Luminosidade e carotenóides totais de pétalas de flores cortadas de géberas ‘Suzanne’ submetidas a diferentes soluções de “pulsing” mantidas a 21°C e 65% UR por 15 dias.

<b>Tratamentos</b>	<b>Luminosidade</b>	<b>Carotenóides totais</b>
Sem pulsing	61,07 AB	1015,08 D
Água destilada	60,23 B	1022,58 CD
Água destilada + 5% sac.	60,06 B	1082,17 CD
STS 0,2 mmol	60,85 AB	1077,08 CD
STS 0,2 mmol + 5% sac.	60,82 AB	1141,08 ABC
STS 0,4 mmol	60,89 AB	1110,83 BCD
STS 0,4 mmol + 5% sac.	60,46 AB	1215,83 AB
STS 0,6 mmol	60,60 AB	1141,83 ABC
STS 0,6 mmol+ 5% sac.	61,41 A	1232,75 A
Médias	60,71	1115,47
<b>Épocas</b>		
0	61,17 A	737,26 C
2	61,48 A	1047,89 B
3	60,49 B	1112,74 B
4	59,52 C	1564,03 A

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ); STS = tiosulfato de prata; sac.5%= 5% de sacarose.

Conforme o indicado nas Tabelas 9 e 10, houve interações significativas entre os fatores para carboidratos solúveis e redutores, com destaque para os tratamentos contendo sacarose, que mantiveram os níveis mais altos para ambos os parâmetros.

A discrepância entre o efeito de açúcares exógenos e o alto nível de açúcares solúveis quando as pétalas estão murchando tem sido atribuído, para algumas flores, como as rosas, às relações hídricas adversas. Perda de turgescência também pode

ocorrer devido a níveis relativamente altos de solutos osmóticos, mas podem ser atrasados pelo aumento destes solutos (WOUTER & VAN DOORN, 2001).

TABELA 9. Teores de carboidratos solúveis (g/100g de amostra) em pétalas de flores cortadas de gérberras 'Suzanne' submetidas a diferentes soluções de "pulsing" e mantidas em água destilada a 21°C e 65% UR.

Soluções	Dias de análise			
	1	5	10	15
Sem pulsing	15,72 aA	13,45 bC	11,50 cC	11,08 cC
Água destilada	15,37 aA	14,42 aBC	11,53 bC	11,33 bC
Água destilada + 5% sac.	15,39 aA	16,28 aAB	15,45 aB	10,67 bC
STS 0,2 mmol	15,28 aA	14,37 aBC	15,53 aB	14,01 aB
STS 0,2 mmol + 5% sac.	15,29 aA	18,14 bA	17,53 bAB	17,33 bA
STS 0,4 mmol	15,39 aA	15,03 aBC	15,50 aB	15,67 aAB
STS 0,4 mmol + 5% sac.	15,28 aA	18,15 bA	19,08 bA	17,63 bA
STS 0,6 mmol	15,29 aA	14,74 aBC	15,67 aB	14,67 aB
STS 0,6 mmol+ 5% sac.	15,72 bA	18,17 aA	18,67 aA	17,68 aA

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05); STS = tiosulfato de prata; sac.5%= 5% de sacarose.

TABELA 10. Teores de carboidratos redutores (g/100g de amostra) em pétalas de flores cortadas de gérberras 'Suzanne' submetidas a diferentes soluções de "pulsing" e mantidas em água destilada a 21°C e 65% UR.

Soluções	Dias de análise			
	1	5	10	15
Sem pulsing	15,39 aA	15,62 aB	13,41 aE	13,73 aE
Água destilada	15,37 aA	14,75 aAB	14,05 aDE	13,77 aE
Água destilada + 5% sac.	15,39 aA	15,60 aAB	16,07 aCDE	15,65 aDE
STS 0,2 mmol	15,28 aA	15,26 aAB	16,70 aCDE	16,71 aCDE
STS 0,2 mmol + 5% sac.	15,29 aA	17,08 aAB	17,30 abCD	20,02 bABC
STS 0,4 mmol	15,72 aA	17,66 aAB	17,50 aCD	18,31 aBCD
STS 0,4 mmol + 5% sac.	15,37 aA	18,18 aAB	21,64 bA	21,25 bAB
STS 0,6 mmol	15,39 bA	17,27 abA	18,01 abBC	18,96 aBCD
STS 0,6 mmol+ 5% sac.	15,39 aA	17,91 aAB	21,42 bAB	22,97 bA

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); STS = tiosulfato de prata; sac.5%= 5% de sacarose.

A descoloração em rosas vermelhas e rosas parecem indicar que uma grande fração dos carboidratos solúveis estão indisponíveis para a respiração, no momento do murchamento. Aceita-se que a descoloração é devido à degradação de amino ácidos e proteínas, com deposição do amônio residual nos vacúolos. Pequeno aumento no pH vacuolar, sugere uma suposta mudança na co-pigmentação das antocianinas, que estão localizadas no vacúolo (ASEN, 1976; PAULIN, 1977), o que pode explicar as variações observadas na coloração de gérberras.

WOUTER & VAN DOORN (2001) ofereceram uma explicação porque as células estariam utilizando aminoácidos como substratos da respiração, havendo disponibilidade de carboidratos solúveis disponíveis. Eles indicaram que as mitocôndrias podem não estar mais aptas a usar os açúcares, ou o citossol de levá-los para as mitocôndrias, por estarem debilitados em função da idade ou do estresse

hídrico, indicando ser possível ter altos níveis de açúcares solúveis nas pétalas de flores cortadas durante o período de descoloração e murchamento. Os açúcares podem estar localizados, em sua maioria, nos vacúolos e não no citoplasma. Em rosas cortadas, tem-se relatado que algumas hastes são incapazes de absorver quantidade suficiente de solução, reduzindo o potencial hídrico das células das pétalas, o que pode levar a um aumento nos níveis de substâncias osmóticas em todos os compartimentos celulares.

#### **4.4. CONCLUSÕES**

A utilização do tiosulfato de prata (STS) em soluções de “pulsing” adicionada de 5% de sacarose favoreceu a manutenção da qualidade de inflorescências de gérbera ‘Suzanne’. As flores que receberam tratamento de “pulsing” com solução de STS tiveram longevidade de 10 - 12 dias e as não tratadas de 9 - 10 dias.

A presença de sacarose e/ou STS nas soluções de “pulsing” manteve estável e aumentou os níveis de carboidratos nas pétalas, manteve a boa aparência por mais tempo aparência e a respiração mais estável.

## CAPÍTULO 5 – EFEITO DA TEMPERATURA NA VIDA PÓS-COLHEITA DE FLORES DE GÉRBERA ‘SUZANNE’ ARMAZENADAS “A SECO”

**RESUMO** – A gérbera é uma das flores de corte mais populares do mundo, mas sua vida pós-colheita é mais curta que o desejado e estas flores são geralmente transportadas “a seco”. Os efeitos desta prática foram avaliados na qualidade pós-colheita de *Gerbera jamesonii* cv. Suzanne, de coloração laranja. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, composto por dois fatores: temperaturas de armazenamento durante a primeira semana após a colheita e seis épocas de avaliação, com três repetições, contendo três hastes cada. Após o tratamento de “pulsing”, feito na área de produção (cloro a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ , por 4 horas), as flores recém-cortadas foram transportadas para o laboratório, selecionadas e embaladas em saco plástico microperfurado (0,05 mm). Em seguida, cada lote foi submetido, durante 7 dias, às seguintes condições de armazenamento: 1) 2°C, 85% UR; 2) 4°C, 83% UR; 3) 6°C, 80% UR; 4) 20°C, 70% UR. Após este período, as hastes foram padronizadas a 45 cm, colocadas em recipientes com água destilada e mantidas em condição ambiente de laboratório (20°C; 70% UR). A cada três dias foram avaliadas: atividade respiratória, massa fresca, massa seca, conteúdo relativo de água, quantidade de solução absorvida pelas hastes, coloração e teores de carboidratos solúveis e redutores. Foram realizadas também avaliações da aparência, da porcentagem de hastes tombadas e da longevidade das flores. A utilização de refrigeração, entre 2 e 6°C, durante o armazenamento a seco, mostrou-se eficiente na manutenção da qualidade pós-colheita de inflorescências de gérberas ‘Suzanne’, principalmente nas temperaturas mais baixas. Os resultados de aparência e de concentração de carboidratos evidenciam que as gérberas mantidas a 2°C mativeram melhor qualidade decorativa. As flores mantidas a 20°C tiveram longevidade média de 8,6 dias enquanto nas armazenadas entre 2 e 6°C esta longevidade foi de até 13,8 dias (2°C).

**Palavras-chave:** armazenamento refrigerado, *Gerbera jamesonii*, flores cortadas, longevidade

## 5.1. INTRODUÇÃO

O gênero *Gerbera* inclui cerca de 30 espécies de plantas herbáceas perenes da família das Compositae, dotadas de folhas basais, e flores reunidas em capítulos com cerca de 10 cm de diâmetro, intensamente coloridos. O fruto é um aquênio acicular. As espécies de *Gerbera* apresentam um grande capítulo, com floretas bi-labiadas de cor amarela, laranja, branca, rosa ou vermelha. O capítulo, que aparenta ser uma única flor é, na realidade, composto por centenas de flores individuais, cuja morfologia varia de acordo com sua posição no conjunto (WERNETT, 1990).

As gérberas cortadas, conhecidas pela notável variedade de cores e formas, fazem parte da crescente coleção dos floristas. Sua vida pós-colheita pode ser curta se o manejo pós-colheita não for apropriado. São sensíveis à gravidade, luz e contaminações bacterianas da solução de manutenção (REID, 2009).

Respiração, etileno, transpiração, murcha e abscisão de flores e pétalas são alterações fisiológicas responsáveis pela durabilidade pós-colheita das flores de corte. Qualquer um desses eventos é afetado pela temperatura ambiente, porém, a magnitude das mudanças também é dependente da espécie e variedade, da luz, da umidade do ar, da composição dos gases atmosféricos, de injúria mecânica, da ação de microrganismos, da disponibilidade e qualidade da água do vaso (FINGER *et al.*, 2006).

Na maioria dos produtos hortícolas, a temperatura é considerada como o fator mais importante do ambiente, para determinar a extensão da vida pós-colheita dos mesmos (KAYS, 1991). Em muitas espécies de frutas, hortaliças e flores há uma estreita correlação entre a atividade respiratória e a vida de prateleira (WILLS *et al.*, 1998; BÖTTCHER *et al.*, 2003).

Os benefícios do uso de baixas temperaturas no armazenamento de flores de corte são conhecidos há muito tempo (MAXIE *et al.*, 1973; CARROW, 1978; HARDENBURG *et al.*, 1986; NOWAK & RUDNICKI, 1990; JONES & MOODY, 1993; SACALIS, 1993).

Nestas flores, a temperatura afeta a qualidade, determinando a taxa de absorção de água, transpiração e a velocidade de consumo das reservas orgânicas pela respiração (SACALIS, 1993). CEVALLOS & REID (2000) utilizaram a taxa respiratória como índice para prever a vida de vaso de flores do gênero *Narcissus*. Estes autores encontraram uma correlação linear inversa entre a intensidade respiratória e a vida de vaso das flores, em temperaturas de armazenamento de 0°C e 15°C.

A vida de vaso de flores cortadas de gérberas é geralmente limitada pelo tombamento do capítulo, fenômeno conhecido por tombamento da haste (WILBERG, 1973; PENNINGSFELD & FORCHTHAMMER, 1966). O que ocorre é a falta de força mecânica na haste para sustentar o capítulo, especialmente quando há redução da turgescência (WILBERG, 1973). Esta “fraqueza” das flores de gérberas podem estar relacionadas ao insuficiente desenvolvimento das células da haste, enquanto o capítulo continua em fase de crescimento e desenvolvimento, mesmo depois da colheita (RUDNICKI & NOVAK, 1976; STEINITZ, 1982, 1983).

Em todo o mundo e principalmente na Europa e nos EUA, as gérberas são geralmente transportadas a seco, dos produtores aos consumidores. VAN MEETEREN (1978a) também registrou que o tombamento das hastes de gérberas ‘Wageningen Rood’ cortadas foi maior nas flores mantidas a seco, antes de serem colocadas em vaso.

O balanço hídrico é considerado um fator determinante no comportamento e na longevidade dos órgãos das plantas (BOROCHOV *et al.*, 1982). Altos níveis de hidratação dos tecidos são, em geral, associados ao aumento da vida de vaso das flores de corte (MUÑOZ *et al.*, 1982) e, de acordo com NOWAK & RUDNICKI (1990), flores de corte ao perderem 10-15% de sua massa fresca, geralmente se apresentam murchas. O estresse hídrico induz à senescência precoce de flores cortadas de cravo (*Dianthus caryophyllus* cv. White Sim) (BOROCHOV *et al.*, 1982). No caso de órgãos florais há grandes perdas de água por transpiração, em decorrência de sua grande superfície de exposição (WILLS *et al.*, 1981; KAYS, 1991).

ÇELIKEL & REID (2002) ressaltaram a importância das temperaturas baixas durante o armazenamento e transporte de gérberas e girassóis, ao simularem o transporte a seco dessas flores durante seis dias, que é o tempo médio de transporte nos E.U.A., mantidas em temperaturas variando de 0°C a 12,5°C. Para as duas espécies, o aumento da temperatura fez a vida pós-colheita das flores diminuir. Eles também mostraram aumento exponencial na respiração com a temperatura, o que foi particularmente notado nas gérberas, onde o coeficiente  $Q_{10}$  de 0°C para 20°C, foi de aproximadamente 3.

No Brasil, o transporte de gérberas é feito quase que exclusivamente a seco, principalmente quando o destino final das flores fica a longas distâncias, podendo atingir até uma semana de viagem.

O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos do armazenamento a seco, durante sete dias, em diferentes temperaturas, na vida pós-colheita de inflorescências de *Gerbera jamesonii* cv. Suzanne.

## 5.2. MATERIAL E MÉTODOS

Para facilitar a leitura e o entendimento do texto, o termo “flor” será usado para a inflorescência completa, incluindo a haste. As flores liguladas do capítulo serão chamadas de pétalas.

As flores de *Gerbera jamesonii* cv. Suzanne foram obtidas em produtor comercial na cidade de Holambra, estado de São Paulo, Brasil, em 04/05/2007 e colhidas puxando-se a haste da planta quando havia de um a três círculos florais (flores da coroa) visivelmente abertos e haste firme (espessura de 5 a 6 mm). Estas flores foram cultivadas sob estufas, utilizando-se plantas de aproximadamente 18 meses, envasadas e com irrigação (Apêndice A). Após o tratamento de “pulsing”, comumente feito no “packing house”, com cloro a  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ , por 4 horas, as flores foram acondicionadas

em caixas de papelão comercial e transportadas, por aproximadamente 3 horas, para o laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas do Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP, em Jaboticabal - SP.

A seguir, as hastes foram padronizadas, descartando-se as danificadas ou que não apresentavam o ponto de colheita especificado, embaladas em saco plástico microperfurados (0,050 mm de espessura), em grupos de três hastes por saco, e armazenadas durante sete dias (Apêndice C) nas seguintes condições: 1) 2°C, 85 ± 5% UR; 2) 4°C, 83 ± 5% UR; 3) 6°C, 80 ± 5% UR; 4) 20°C, 70 ± 5% UR (Apêndice G).

Após este período, as hastes foram retiradas das embalagens plásticas e padronizadas a 45 cm de comprimento, fazendo-se o corte na base das hastes dentro de recipientes com água destilada. Após esta padronização, elas foram etiquetadas, pesadas e distribuídas, ao acaso, em erlenmeyers de 500 mL contendo 200 mL de água destilada (Apêndice G). Nos dias de análise, esta água destilada era mensurada e renovada. Cada erlenmeyer foi vedado com filme de PVC, ao redor da haste, para evitar a evaporação da água.

As flores foram mantidas em sala com iluminação por 24 horas (VAN MEETEREN, 1978a), em ambiente controlado a 22 ± 2°C e umidade relativa de 65 ± 4%, por até 20 dias.

O experimento foi conduzido segundo um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, composto de dois fatores: quatro temperaturas de armazenamento durante os primeiros sete dias, e seis épocas de avaliação (0 ou 1 dia, 7, 10, 13 e 16 dias). Foram utilizadas três repetições, com três hastes cada uma.

Para cada haste foi atribuída uma nota em cada dia de análise, visando avaliar os aspectos qualitativos das flores. Baseados em critérios utilizados pelos produtores e pelo Veilling Holambra, estas notas foram: nota 4 = cor viva, pétalas túrgidas e sem manchas, hastes eretas e túrgidas, menos de 1/3 dos discos florais visivelmente abertos, ótimas condições de comercialização; nota 3 = cor viva, pétalas túrgidas e sem

ou com poucas manchas, haste levemente curvada, com no máximo metade dos discos florais visivelmente abertos e boas condições para arranjos florais, mas sem condição de comercialização; nota 2 = pétalas desbotadas e/ou escurecidas, com manchas e/ou doenças, levemente murchas, haste curvada, com mais da metade dos discos florais visivelmente abertos e sem condição de uso; nota 1 = pétalas desbotadas e/ou escurecidas, presença de manchas e/ou doenças, murchas, haste muito curvada ou tombada, com mais da metade dos discos florais visivelmente abertos, e sem condição de uso.

Para a característica “longevidade” foi considerado o último dia em que as flores receberam nota 3 e para a característica “tombamento” foram consideradas tombadas as hastes dobradas ou quebradas e as hastes cuja curvatura ultrapassava 90°.

As flores foram pesadas durante a manhã quando foram mantidas fora da água pelo menor período de tempo possível (20-40s.). A variação na massa fresca e na massa seca, que foi determinada usando-se estufa a 80°C, onde as flores foram secas por 24 horas, foram expressas em relação à massa inicial. A absorção de água pelas flores foi calculada a partir da massa dos erlenmeyers com as soluções, mas sem as flores.

O conteúdo relativo de água das pétalas foi avaliado com nove pétalas de cada repetição, sendo três de cada flor, em quatro épocas, com a destruição das hastes. Em cada tratamento, as pétalas foram pesadas, imersas em água destilada, e mantidas sob hidratação por 4 horas. Após este período, elas foram secadas superficialmente com papel toalha, pesadas (massa túrgida) e colocadas em pesa-filtro, que foram pesados e levados para estufa com circulação de ar forçado, a 70°C, para secagem. Isto permitiu calcular o conteúdo relativo de água, expresso em porcentagem, com o emprego da equação abaixo (WEATHERLEY, 1950; KRAMER, 1983):

$$\text{Conteúdo Relativo de Água (CRA)} = \frac{\text{Massa fresca} - \text{Massa seca}}{\text{Massa túrgida} - \text{Massa seca}} \times 100$$

A taxa respiratória foi determinada a cada cinco dias, sendo que cada repetição, contendo três inflorescências em solução de manutenção, foi colocada em um recipiente de plástico, hermeticamente fechado, com capacidade para 15 litros, por um período de 1 hora (20°C e 70%UR), em ambiente de laboratório. Foram tomadas alíquotas de 0,3 mL do conteúdo da atmosfera do interior dos recipientes, antes e imediatamente após este período, com uma seringa apropriada (Exmire Microseringe, Ito Corp.). As alíquotas tiveram seus teores de CO<sub>2</sub> determinados em cromatógrafo (GC Finnigan 9001) equipado com detectores de condutividade térmica e de ionização de chama, assim como peneira molecular, metanador e coluna de aço inoxidável preenchida com Porapak N. As condições de trabalho foram: temperatura da coluna = 55°C, temperatura dos detectores = 150°C, temperatura do metanador = 350°C, fluxo de ar = 175 mL.min<sup>-1</sup>, fluxo de hidrogênio = 15 mL.min<sup>-1</sup>, e fluxo do nitrogênio = 30 mL.min<sup>-1</sup>. Os resultados para mg de CO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> e foram calculados em relação a uma mistura gasosa padrão contendo O<sub>2</sub> (10%), CO<sub>2</sub> (0,11%), etileno (51 ppm) e N<sub>2</sub>, para completar 100%.

Foram realizadas avaliações da coloração utilizando-se um reflectômetro Minolta CR 200b, que utiliza o sistema da CIE 1976 (MINOLTA CORP., 1994), o que permitiu calcular a luminosidade, o ângulo hue ou de cor e a cromaticidade das pétalas. As leituras foram feitas em três repetições de cada tratamento, cada uma contendo três flores. Procedeu-se duas leituras em cada flor, uma de cada lado do capítulo, pressionando levemente o aparelho sobre as pétalas agrupadas.

A extração de carboidratos das pétalas foi realizada conforme o método descrito por CHANTRACHIT (1999) e utilizando-se 2g de pétalas congeladas. Os teores de carboidratos solúveis foram determinados utilizando-se o método fenol-sulfúrico (DUBOIS *et al.*, 1956) e os de carboidratos redutores de acordo com o método proposto por HONDA *et al.* (1982), que se utiliza da reação com 2-cianocetamida a 1%, em tampão borato a 100 mM, pH 9,0.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do teste F e, quando significativo, as médias foram comparadas mediante o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As relações entre os diferentes tratamentos foram testadas utilizando-se regressão polinomial.

### **5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Logo após o período de refrigeração, a aparência das flores foi afetada, principalmente nas armazenadas a 2°C, cujas hastes e pétalas estavam visivelmente mais murchas. Quando colocadas em água destilada, após o corte da porção basal das hastes, todas voltaram a receber nota 4. Esse período de volta à turgescência ideal durou menos de trinta minutos depois de colocadas em água destilada. As hastes mantidas a 20°C, durante todo o período, se apresentavam deterioradas após 7 dias (Tabela 1).

Notou-se também que a abertura dos discos florais dos capítulos foi retardada pelo armazenamento nas temperaturas mais baixas. Os discos florais destas flores, principalmente para as armazenadas a 2°C, mantiveram-se praticamente iguais aos do dia zero.

As notas para aparência indicam que as hastes armazenadas em temperaturas mais baixas mantiveram a boa aparência por maior período de tempo do que as mantidas a 20°C durante todo o período. Estas diferenças significativas na aparência das flores foram observadas durante todo o período experimental, em todos os tratamentos.

TABELA 1. Aparência (notas) de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a diferentes temperaturas de armazenamento, por 7 dias e posteriormente mantidas em água destilada a 20°C e 70% UR.

Temperatura de armazenamento	Dias de análise					
	0	7	10	13	16	19
20°C	4,0 aA	2,5 bB	1,5 cB	1,7 cA	-	-
2°C	4,0 aA	4,0 aA	2,5 bA	2,0 bcA	2,3 bcA	1,9 cA
4°C	4,0 aA	4,0 aA	2,9 bA	2,0 bcA	2,0 bcA	1,6 cA
6°C	4,0 aA	4,0 aA	2,5 bA	2,0 bcA	1,9 cA	1,7 cA

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Este efeito foi inverso para rosas armazenadas em baixas temperaturas e posteriormente mantidas à temperatura ambiente (20°C). A abertura dos botões e a vida de vaso foram reduzidos, quando comparados a rosas constantemente armazenadas em temperatura ambiente (HALEVY & MAYAK, 1974; PAULIN, 1977; HALEVY *et al.*, 1978; HALEVY & MAYAK, 1981).

HALEVY & MAYAK (1981) também relataram a possibilidade das flores continuarem envelhecendo sob baixas temperaturas, porém vagarosamente. Assim, a senescência pode ter iniciado quando as flores eram transferidas para temperatura ambiente e conseqüentemente sua vida de vaso foi reduzida.

Para cravos cortados e armazenados a 2°C por seis dias, foi concluído por FARAGHER *et al.* (1984) que, assim como no presente trabalho, a baixa temperatura não só retardou a senescência, mas que também afetou algumas propriedades das células. HALEVY & MAYAK (1981) haviam observado que as principais propriedades afetadas pelas baixas temperaturas são a perda de água durante o período de armazenamento a seco, as injúrias causadas pelo frio e o início da senescência durante o período em baixa temperatura.

O tombamento das hastes foi um fator determinante na atribuição das notas mais baixas, pois quando nesse caso mesmo que o capítulo apresentasse boa aparência,

atribuiu-se a nota um. Este aspecto é considerado defeito grave na comercialização de gérberas. Neste trabalho, observou-se que o armazenamento refrigerado retardou em até 80% o tombamento das hastes, até o décimo dia de análise (Tabela 2).

O período de armazenamento a seco, por quatro dias a 1°C, retardou o tombamento das hastes na maioria dos cultivares de gérbera testadas por VAN DOORN & DE WITTE (1994) na Holanda e na Califórnia. Após esse período, notaram que o tombamento, para a maioria dos cultivares, era aparentemente devido a baixa turgescência. Observaram também, como no presente trabalho, que quando estas flores foram colocadas em solução, a maioria voltou a ficar ereta. Estes mesmos autores relataram que essa capacidade de se reestabelecer a posição vertical das hastes após o armazenamento a seco é um fator importante e determinante na avaliação de gérberas. VAN DOORN *et al.* (1994) concluíram que a porção mais jovem da haste de gérberas é a mais afetada pelo armazenamento a seco.

TABELA 2. Tombamento das hastes (%) de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a diferentes temperaturas de armazenamento, por 7 dias, e posteriormente mantidas em água destilada a 20°C e 70% UR.

Temperatura de armazenamento	Dias de vida de vaso					
	0	7	10	13	16	19
20°C	0	50	80	80	-	-
2°C	0	0	20	40	50	70
4°C	0	0	20	40	50	80
6°C	0	0	30	40	60	70

A absorção de água pelas hastes, após o período de armazenamento a seco em baixas temperaturas, foi relativamente mais alta que a 20°C, com destaque para as submetidas a 2°C. Observou-se, também, que a refrigeração levou a resultados significativamente diferentes (Tabela 3). VAN DOORN & DE WITTE (1994) também observaram este efeito em gérberas de diversos cultivares, quando armazenadas a

seco por quatro dias a 1°C. Relataram também que a absorção após este período foi alta e que o balanço hídrico foi positivo em todos as cultivares testados e que todas as hastes restabeleceram a turgescência original.

O murchamento precoce pode ocorrer como resultado da perda de turgescência das células e pode aparecer quando a absorção e a transpiração estão desbalanceadas durante certo período de tempo. A absorção limitada pode causar essa perda do equilíbrio que levará a uma situação irreversível e prematuro final da vida de vaso (VAN MEETEREN *et al.*, 2001).

TABELA 3. Absorção de água (mL) por flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a diferentes temperaturas de armazenamento, por 7 dias, e posteriormente mantidas em água destilada a 20°C e 70% UR.

Temperatura de armazenamento	Dias de vida de vaso						Absorção total
	0	7	10	13	16	19	
20°C	18,0 bA	51,7 aB	11,3 bA	18,5 bA	-	-	99,5
2°C	18,9 bA	65,0 aA	76,7 aA	20,5 bA	36,0 abA	21,5 bA	238,6
4°C	18,2 bA	61,7 aA	60,2 aA	32,3 abA	39,2 abA	21,2 bA	232,8
6°C	18,5 bA	65,2 aA	63,3 aA	22,3 bA	21,2 bA	20,7 bA	211,2

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

VAN MEETEREN (1978a) relatou que em flores de gérberas entre o segundo e o quarto dia, antes do sintoma de tombamento ser visível, há um declínio brusco na massa fresca destas flores. Este efeito é resultado do declínio na absorção de água ou de solução, enquanto a taxa de transpiração é mantida quase constante.

Resultados semelhantes também foram observados no presente trabalho quando se relacionou a taxa de tombamento (Tabela 2), com as reduções na massa fresca e na massa seca (Tabela 4) e com a diminuição do volume de água absorvida pelas hastes (Tabela 3).

VAN DOORN & DE WITTE (1994) levantaram a hipótese de que o tombamento das hastes de gérberas, após armazenamento refrigerado a seco, poderia estar relacionado ao diâmetro do capítulo e ao peso das flores. Estes autores não encontraram dados significativos para esta comparação, porém relacionaram a porcentagem de massa seca ao fato dos cultivares terem maior quantidade de material de parede celular, o que poderia ajudar a evitar o tombamento das hastes.

TABELA 4. Teor de massa fresca e de massa seca (%) de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a diferentes temperaturas de armazenamento, por 7 dias, e posteriormente mantidas em água destilada a 20°C e 70% UR.

<b>Tratamentos</b>	<b>Massa fresca (%)</b>	<b>Massa seca (%)</b>
20°C	71,61 AB	42,67 A
2°C	68,24 B	32,61 B
4°C	81,68 A	35,17 B
6°C	65,95 B	34,79 B
Médias	71,87	36,31
<b>Épocas (dias)</b>		
0	100,00 A	100,00 A
7	75,76 B	25,45 BC
10	70,89 BC	16,62 CD
13	70,13 BC	26,07 B
16	54,66 CD	14,79 D
19	49,55 D	15,36 D

\* Médias na mesma coluna seguidas de pelo menos uma letra comum não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

Foram observadas reduções no conteúdo relativo de água em todos os tratamentos, com destaque para as flores mantidas a 20°C, durante todo o período experimental (Figura 5). Dentre as flores armazenadas em baixas temperaturas, observou-se maior estabilidade na turgidez naquelas armazenadas a 4°C.

ÇELIKEL & REID (2002) concluíram que gérberas armazenadas a seco são sensíveis à perda de água durante o armazenamento. Estes autores compararam o

armazenamento a seco e com água em diferentes temperaturas, e concluíram que houveram diferenças significativas apenas para as temperaturas mais elevadas.

TABELA 5. Conteúdo relativo de água (%) em pétalas de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a diferentes temperaturas de armazenamento, por 7 dias, e posteriormente mantidas em água destilada a 20°C e 70% UR.

Temperatura de armazenamento	Dias de vida de vaso					
	0	7	10	13	16	19
20°C	94,24 aA	69,54 bA	74,66 bB	-	-	-
2°C	90,22 aA	75,86 abA	84,90 aAB	64,91 bA	62,98 bA	75,70 abAB
4°C	91,67 aA	78,38 abcA	89,52 abA	71,70 cA	76,92 bcA	69,78 cB
6°C	93,62 aA	77,64 bcA	89,07 abA	69,93 cA	71,31 cA	82,44 abcA

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Os resultados observados demonstram haver uma relação entre a longevidade das hastes (Tabela 6) e a taxa respiratória (Figura 6) das gérberas, pois as flores mantidas a 20°C apresentaram redução precoce da taxa respiratória e menor longevidade que aquelas armazenadas a 2°, 4° e 6°C. Esta relação é concordante com o observado para gérberas e girassóis analisados por ÇELIKE & REID (2002). Estas flores foram submetidas a tratamentos visando analisar os efeitos do transporte a seco em temperaturas variando de 0°C a 12°C por 6 dias.

O relatado também foi observado por CEVALLOS & REID (2000), que sugeriram que as mudanças dependentes da temperatura, na respiração, são responsáveis pelos efeitos na vida de vaso de outras flores de corte, como narcisos e crisântemos.

TABELA 6. Longevidade de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a diferentes temperaturas de armazenamento, por 7 dias, e posteriormente mantidas em água destilada a 20°C e 70% UR.

Temperatura de armazenamento	Longevidade (dia)
20°C	8,55 B
2°C	13,78 A
4°C	13,22 A
6°C	13,06 A

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

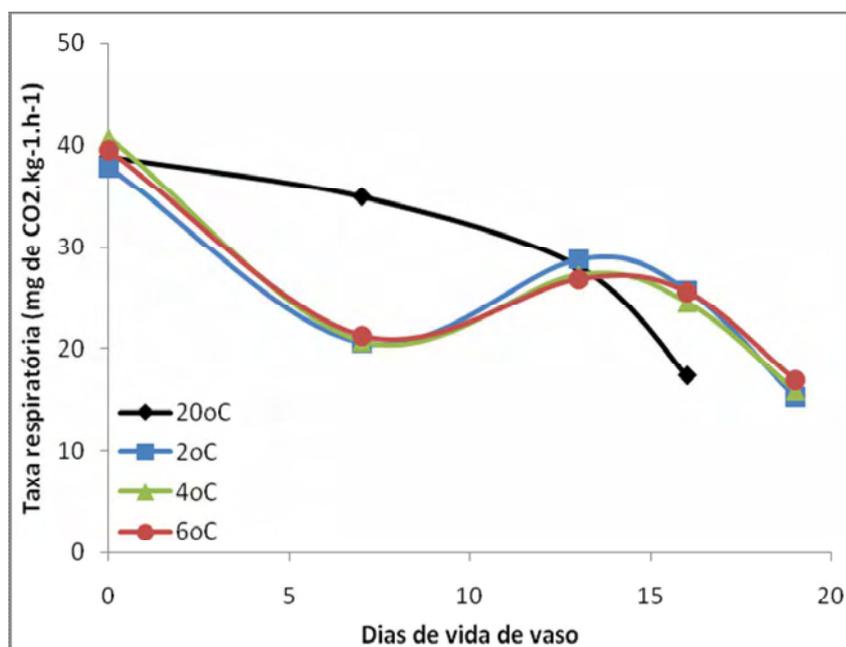


FIGURA 6. Variação na taxa respiratória de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a diferentes temperaturas de armazenamento, por 7 dias, e posteriormente mantidas em água destilada a 20°C e 70% UR.

As pétalas das gérberas tornaram-se mais escuras durante o tempo de armazenamento, o que é indicado pelos dados de luminosidade, com destaque para as

armazenadas a 20°C (Figura 7). Para aquelas armazenadas em baixas temperaturas, observa-se que depois do décimo dia elas começaram a mostrar diferenças significativas entre si no que se refere à luminosidade (Tabela 7). Este escurecimento também foi registrado na aparência referentes a estes tratamentos (Tabela 1).

Os dados de cor, ou angulo hue, também indicam que as flores passaram de vermelho para vermelho-amarelado em todos os tratamentos (Figura 8), com pequenas diferenças entre elas porém significativas (Tabela 8). O mesmo foi notado para os dados de cromaticidade, onde a saturação da cor diminuiu com o tempo (Figura 9 e Tabela 9)

Muitos fatores podem causar respostas fisiológicas indesejáveis, como os patógenos, as temperaturas de armazenamento inadequadas para certas espécies e/ou cultivares, a umidade relativa desfavorável e elevados níveis de etileno. Estes fatores contribuem para a ativação da oxidação química e outros processos físicos, os quais podem, respectivamente, causar alterações nos pigmentos e desidratação. Estes processos provocam, geralmente, abscisão das pétalas, escurecimento e descoloração, tombamento das hastes e “queimaduras” nos tecidos (REID, 1997; SEREK & REID, 2000; VAN DER MEULEN-MUISER *et al.*, 2001).

TABELA 7. Luminosidade das pétalas de flores cortadas de gérberras ‘Suzanne’ submetidas a diferentes temperaturas de armazenamento, por sete dias, e posteriormente mantidas em água destilada a 20°C e 70% UR.

Temperatura de armazenamento	Dias de análise					
	0	7	10	13	16	19
20°C	54,59 aA	51,68 bB	50,26 cC	-	-	-
2°C	54,22 aA	53,05 aA	54,06 aA	53,12 aA	49,33 cB	51,37 bA
4°C	53,78 aA	53,62 aA	53,45 aAB	53,46 aA	50,28 bAB	51,4 bA
6°C	53,86 aA	53,55 aA	52,31 abB	51,91 bcB	50,99 bcA	50,37 cA

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

TABELA 8. Ângulo hue de pétalas de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a diferentes temperaturas de armazenamento, por 7 dias, e posteriormente mantidas em água destilada a 20°C e 70% UR.

Temperatura de armazenamento	Dias de análise					
	0	7	10	13	16	19
20°C	50,79 aA	47,13 bB	46,12 bC	-	-	-
2°C	50,98 aA	49,85 aA	50,46 aA	40,29 cA	46,04 bA	38,53 cA
4°C	49,98 aA	50,32 aA	49,91 aAB	37,10 cB	46,77 bA	38,01 cA
6°C	50,27 aA	50,55 aA	48,97 aB	31,88 dC	46,95 bA	36,93 cA

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

TABELA 9. Cromaticidade de pétalas de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a diferentes temperaturas de armazenamento, por 7 dias, e posteriormente mantidas em água destilada a 20°C e 70% UR.

Temperatura de armazenamento	Dias de análise					
	0	7	10	13	16	19
20°C	83,20 aA	78,66 bB	74,28 cB	-	-	-
2°C	84,15 aA	81,16 bA	82,87 abA	67,95 dA	71,81 cB	62,65 cA
4°C	82,97 aA	81,31 aA	82,24 aA	63,91 cB	74,59 bA	61,54 cA
6°C	82,52 aA	82,55 aA	83,00 aA	58,95 cC	74,85 bA	57,59 cB

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

VAN DOORN & DE WITTE (1994) ao estudarem o armazenamento a seco e refrigerado de gérberas de diversas cultivares, indicaram o metabolismo de carboidratos como sendo um importante determinador do tombamento das hastes. Esses sugeriram que quanto mais luz as flores recebem durante o crescimento, maior será a quantidade de material para formação de paredes celulares, o que aumentaria a capacidade das células do capítulo em manter a pressão osmótica adequada. Concluíram também, que o tombamento relacionado ao armazenamento a seco não estava ligado à inibição da absorção de solução pelas hastes, mas sim ao metabolismo dos carboidratos.

Esta conclusão reforça os resultados obtidos no presente trabalho, uma vez que os teores de carboidratos solúveis e redutores diminuíram com o tempo de armazenamento (Tabelas 10 e 11), com destaque para as que perderam mais carboidratos neste período, ou seja, as que foram armazenadas a 20°C. A redução nos teores de carboidratos também sugerem uma provável correlação com os dados de tombamento (Tabela 2).

Pode-se observar também que há diferença entre os teores de carboidratos solúveis e redutores nas flores armazenadas sob refrigeração (Tabelas 10 e 11), principalmente quanto aos teores de carboidratos redutores após o décimo terceiro dia de vida em vaso.

TABELA 10. Conteúdo de carboidratos solúveis ( $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) em pétalas de flores cortadas de gérbéras 'Suzanne' submetidas a diferentes temperaturas de armazenamento, por 7 dias, e posteriormente mantidas em água destilada a 20°C e 70% UR.

Temperatura de armazenamento	Dias de análise				
	0	7	10	13	16
20°C	15,07 aB	10,62 bB	9,55 bB	-	-
2°C	18,47 aA	14,78 abA	13,74 bcA	11,52 cdA	10,14 dA
4°C	13,99 aB	16,9 aA7	13,38 abA	10,85 bA	10,35 dA
6°C	15,61 abAB	16,9 aA	13,4 bcA	10,61 cA	10,35 cA

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

TABELA 11. Conteúdo de carboidratos redutores ( $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) em pétalas de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a diferentes temperaturas de armazenamento, por 7 dias, e posteriormente mantidas em água destilada a 20°C e 70% UR.

Temperatura de armazenamento	Dias de análise				
	0	7	10	13	16
20°C	15,39 aA	11,84 bB	11,11 bB	-	-
2°C	15,37 aA	14,33 aA	13,72 abA	12,29 bA	9,93 cA
4°C	15,39 aA	11,17 aA	11,87 bB	10,6 bcB	9,26 cA
6°C	15,28 aA	14,42 aA	12,03 bB	10,08 cB	9,8 cA

\* Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

#### 5.4. CONCLUSÕES

A utilização de refrigeração, entre 2 e 6°C, durante o armazenamento a seco foi eficiente na manutenção da qualidade pós-colheita de inflorescências de gérberas 'Suzanne', com destaque para as temperaturas mais baixas. A aparência das flores aliada aos resultados de concentração de carboidratos evidencia que as gérberas mantidas a 2°C tiveram melhor manutenção da qualidade decorativa.

As flores mantidas a 20°C, tiveram longevidade média de 8 dias enquanto as que permaneceram em temperaturas abaixo de 7°C apresentaram longevidade de até 13 dias (2°C).

## **CAPÍTULO 6 – EFEITO DA TEMPERATURA E DA RENOVAÇÃO DA SOLUÇÃO DE VASO SOBRE A VIDA PÓS-COLHEITA DE TRÊS CULTIVARES DE GÉRBERA.**

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi avaliar as diferentes formas de se manusear o uso da solução de vaso, em três temperaturas de armazenamento e seus efeitos sobre flores de três cultivares de gérbera, 'Pink Star', 'Contour' e 'Red Amy', que tem cor rosa claro, vermelho claro e vermelho escuro, respectivamente. O experimento foi conduzido no Horticultural Production Chain Department, localizado na cidade de Wageningen, Holanda, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, composto por três fatores: manejo da solução de manutenção (soluções contendo ou não cloro a 1%; com ou sem renovação desta solução), temperaturas de armazenamento (8°C, 12°C e 20°C) e épocas de avaliação (16 épocas). Após a colheita, as flores foram transportadas para o laboratório, onde permaneceram a 20°C e 75% UR por 20 horas. Após este período, as hastes foram padronizadas a 50 cm e imersas, por um minuto, em solução contendo 1% de cloro e 1% de Tween 20<sup>®</sup>, para desinfecção. Em seguida, elas foram enxaguadas com água destilada e mantidas em solução de cloro a 1% ou água destilada. Os grupos de flores foram separados em: 1) água destilada, sem renovação; 2) água destilada, com renovação; 3) cloro a 1% , sem renovação e 4) cloro a 1%, com renovação. Estas flores foram divididas em três grupos, que permaneceram por 20 dias nas diferentes temperaturas, quando as flores foram avaliadas quanto a aparência, a massa fresca, a quantidade de solução absorvida, abertura dos botões florais, porcentagem de hastes dobradas e a longevidade. Os resultados indicam que cada cultivar apresentou respostas próprias ao seu comportamento no armazenamento. O 'Contour' é sensível ao frio, com grande incidência de tombamento das hastes. As temperaturas mais baixas atrasaram os sintomas de senescência em 'Red Amy' e 'Pink Star' e proporcionaram maior vida de vaso, de 16 e 14 dias, respectivamente. Para os três cultivares o manejo utilizando 1% de cloro e renovação da solução de vaso foi, relativamente, o mais benéfico.

**Palavras-chave:** *Gerbera jamesonii*, refrigeração, flores cortadas, abertura dos botões florais

## 6.1. INTRODUÇÃO

A prematura senescência de flores de corte após a colheita é a maior limitação para a conquista dos consumidores, que compram mais flores quando obtém maior satisfação, principalmente com relação a durabilidade das flores (ANTES, 2007).

Na maioria dos produtos hortícolas, a temperatura é considerada como o fator do ambiente mais importante para determinar a extensão da vida pós-colheita dos mesmos (KAYS, 1991), pois as principais causas de perdas nesta fase são a exaustão das reservas, principalmente de carboidratos, a ocorrência de bactérias e fungos, a produção de etileno e a perda excessiva de água (HARDENBURG *et al.*, 1986; NOWAK *et al.*, 1991) processos que são, em geral, afestados pela temperatura.

Em flores, a rápida proliferação de bactérias na solução de preservação das hastes resulta em bloqueio dos vasos do xilema, estresse hídrico e, conseqüentemente, redução da vida de vaso (VAN DOORN & PERIK, 1990). A adição de produtos que contenham em sua composição algum germicida ou biocida tem sido sugerida como alternativa para prevenir este problema (ICHIMURA & SUTO, 1999; KNEE, 2000).

Para aumentar a longevidade de flores de capítulos cortados de *Gerbera jamesonii*, a seleção de cultivares tem sido considerada há muitos anos. SMITH & NELSON (1967) observaram estas diferenças e sugeriram que a seleção e o cruzamento poderia minimizar estas variações.

Na década de 70 foi enfatizada a importância do conhecimento sobre as relações hídricas em flores cortadas, as quais são afetadas pelo manejo pós-colheita, pelas condições de desenvolvimento das flores, pelo ponto de colheita e pelas condições externas durante a vida de vaso, e são importantes para se entender a conservação da qualidade das flores cortadas em geral, e particularmente das gérberas (VAN MEETEREN, 1978a).

Visando conhecer um pouco mais sobre a vida em vaso de gérberas cortadas, este trabalho que teve como objetivo estudar o efeito da temperatura e da renovação da solução de manutenção durante o armazenamento de três cultivares de *Gerbera jamesonii*, 'Pink Star', 'Contour' e 'Red Amy'.

## 6.2. MATERIAL E MÉTODOS

Para facilitar a leitura e o entendimento do texto, o termo “flor” será usado para a inflorescência completa, incluindo a haste. As flores liguladas do capítulo serão chamadas de pétalas.

As flores de *Gerbera jamesonii* cv. Pink Star, Contour e Red Amy, nas colorações rosa claro, vermelho claro e vermelho escuro (Apêndice D), respectivamente, foram obtidas no campo de melhoramento genético da empresa Preesman, localizado na cidade de Naaldwijk, Holanda. As flores foram colhidas puxando-se a haste da planta quando havia de um a três círculos florais visivelmente abertos e haste firme (espessura de 5 a 6 mm). Depois foram colocadas em água potável, envoltas em plástico microperfurado e transportadas para o laboratório do Horticultural Production Chain Department, localizado na cidade de Wageningen, Holanda, onde permaneceram a 2°C e 75% UR por 20 horas. Após este período, as hastes foram padronizadas a 50 cm e imersas, uma a uma, por 1 minuto em solução contendo 1% de cloro e do surfactante 1% de Tween 20<sup>®</sup> para abaixar ao máximo o número de microrganismos presentes nas hastes, conforme o indicado por BALESTRA *et al.* (2005). Logo depois, as hastes foram enxaguadas em água destilada corrente por 2 minutos e colocadas em tubos de ensaio contendo 20 mL de água destilada ou de solução de cloro a 1%. A abertura de cada tubo foi fechada utilizando-se papel alumínio.

As gérberras dos três cultivares foram divididos de acordo com a solução contida no tubo de ensaio e o manejo efetuado durante o armazenamento. Estes tratamentos foram os seguintes:

- 1) água destilada, sem renovação (a solução era mensurada, não renovada e completada quando necessário);
- 2) água destilada, com renovação (a solução era mensurada, descartada e renovada, em cada dia de análise);
- 3) cloro, sem renovação (solução de cloro a 1%, sem renovação);
- 4) cloro, com renovação (solução de cloro a 1%, com renovação em cada dia de análise).

Os lotes de flores de cada cultivar, contendo os lotes citados acima, permaneceram por 20 dias, em sala com iluminação por 24 horas (VAN MEETEREN, 1978a), nas seguintes condições de armazenamento:

- 1) 8°C e 70 ± 3% UR;
- 2) 12°C e 70 ± 3% UR;
- 3) 20°C e 75 ± 3% UR

Os experimentos foram conduzidos segundo um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, composto de três fatores: quatro manejos da solução de manutenção (soluções contendo ou não cloro a 1%; com ou sem renovação); três temperatura de armazenamento (8°C, 12°C e 20°C), e 16 épocas de avaliação. Foram utilizadas três repetições, com uma haste cada.

A longevidade das flores foi tida como o tempo que as hastes receberam avaliações positivas para os atributos relevantes para o comércio de gérberas. As flores foram consideradas como tendo boa condição de comercialização quando apresentavam cor viva, pétalas túrgidas e sem manchas, com hastes eretas ou levemente curvadas, e menos de um terço dos discos florais visivelmente abertos. A longevidade era tida como finalizada e sem condições de serem comercializadas, quando houve dobramento das hastes, perda da coloração original, pétalas menos túrgidas e/ou com manchas, e com metade dos discos florais visivelmente abertos ou com doenças. Foram consideradas “tombadas” as hastes dobradas ou quebradas e as com curvatura maior que 90°.

As flores foram pesadas no período da manhã, quando eram mantidas fora da água pelo menor tempo possível (20-40 s.). A perda de massa fresca foi expressa em em porcentagem considerando-se como 100% o primeiro dia de análise. A absorção de água pelas flores foi calculada a partir do peso dos tubos de ensaio sem as flores e expressa em mL.

A abertura dos botões florais foi mensurada por meio da medição da extensão dos discos florais com botões fechados usando-se um paquímetro e expresso em cm (0 = 100% dos botões florais abertos).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do teste F e, quando significativo, as médias foram comparadas mediante o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

### 6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as três cultivares, a 'Contour' mostrou-se com a menor longevidade e sensível ao frio, quando armazenado a 8°C (Apêndice D) e 12°C. Nestas temperaturas, as flores apresentaram tombamento das hastes e murchamento das pétalas em apenas quatro dias, enquanto a vida útil das armazenadas a 20°C foi de até 14 dias. As flores dos cultivares 'Pink Star' e 'Red Amy' mantiveram a boa aparência por até treze dias, em média. Na 'Red Amy', observou-se que as temperaturas mais baixas levaram aos maiores tempos de vida útil, ou de até 14,67 dias para as armazenadas a 8°C (Tabela 1).

Há uma grande diferença entre a senescência média de flores. Narcisos, íris e gipsofilas são consideradas flores com alta taxa de senescência à 20°C, enquanto gérberras e rosas 'First Red' são pouco sensíveis e girassóis e rosas foram consideradas moderadamente sensíveis, comparativamente às outras flores citadas (VAN MEETEREN, 2007).

As flores armazenadas a 20°C foram intensamente afetadas pelo crescimento de *Botrytis* sp., após o 12º dia de armazenamento e devido a aumento brusco na umidade relativa, de 75% UR para 82% UR, o que afetou a aparência das flores e, conseqüentemente, sua longevidade (Apêndice H).

TABELA 1. Longevidade média (dias) de três cultivares de gérberras cortadas e submetidas a diferentes temperaturas e manejo de solução de manutenção durante o armazenamento.

Manejo	Temperatura de armazenamento		
	8°C	12°C	20°C
<b>cv. Pink Star</b>			
Água destilada, sem renovação	14,33 aA	14,33 aA	12,00 aA
Água destilada, com renovação	16,67 aA	11,33 aA	13,33 aA
Cloro 1%, sem renovação	9,00 bB	14,00 aA	13,67 aA
Cloro 1%, com renovação	16,67 aA	12,33 abA	11,67 bA
<b>cv. Contour</b>			
Água destilada, sem renovação	3,67 bA	3,67 bA	12,00 aA
Água destilada, com renovação	2,67 bA	3,00 bA	11,33 aA
Cloro 1%, sem renovação	3,00 bA	3,33 bA	13,00 aA
Cloro 1%, com renovação	1,67 bA	3,00 bA	14,00 aA
<b>cv. Red Amy</b>			
Água destilada, sem renovação	13,33 aA	12,33 abA	8,67 bA
Água destilada, com renovação	13,67 aA	12,00 aA	11,33 aA
Cloro 1%, sem renovação	14,60 aA	12,67 abA	10,00 bA
Cloro 1%, com renovação	14,67 aA	13,00 aA	11,33 aA

\*Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, em cada terço da coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Quanto aos dados de longevidade, entre os quatro diferentes manejos das soluções contidas nos tubos de ensaio durante o armazenamento, mostraram-se significativamente diferentes apenas para as flores do cv. Pink Star a 8°C e em solução de cloro a 1%, não renovada. Este tratamentos diminuiu a vida útil das flores em relação aos outros tratamentos (Tabela 1).

Em flores de corte, a temperatura afeta a qualidade, determinando a taxa de absorção de água, a transpiração e a velocidade de consumo das reservas orgânicas pela respiração (SACALIS, 1993). Em muitas espécies de frutos, hortaliças e flores há uma estreita correlação entre a atividade respiratória e a vida de prateleira (WILLS *et al.*, 1998; BÖTTCHER *et al.*, 2003). Assim como em cravos, *Chamelaucium uncinatum* e espinhas (WILLS *et al.*, 1998; FINGER *et al.*, 2006), houve influência da temperatura

sob a atividade respiratória das flores, afetando assim sua longevidade. Acredita-se que a temperatura afetou significativamente a longevidade das gérberas para os três cultivares, o que não foi observado para os diferentes manejos da solução de manutenção (Tabela 1).

A porcentagem de tombamento das hastes (Tabela 2) está diretamente ligada à longevidade das flores (Tabela 1), pois, quando ocorre, é o principal fator determinante do final da vida decorativa. Os resultados obtidos para tombamento indicam que houve diferença entre os tipos de manejo das soluções de manutenção e também em função da temperaturas de armazenamento.

TABELA 2. Tombamento das hastes (%) de três cultivares de gérberas cortadas e submetidas a diferentes temperaturas e manejo de solução de manutenção durante o armazenamento.

Manejo	Temperatura de armazenamento		
	8°C	12°C	20°C
<b>cv. Pink Star</b>			
Água destilada, sem renovação	60	100	60
Água destilada, com renovação	30	60	20
Cloro 1%, sem renovação	60	60	10
Cloro 1%, com renovação	30	60	0
<b>cv. Contour</b>			
Água destilada, sem renovação	100	100	60
Água destilada, com renovação	100	100	30
Cloro 1%, sem renovação	100	100	0
Cloro 1%, com renovação	100	90	0
<b>cv. Red Amy</b>			
Água destilada, sem renovação	0	0	40
Água destilada, com renovação	0	0	0
Cloro 1%, sem renovação	0	0	30
Cloro 1%, com renovação	0	0	0

Para a cv. Pink Star, a utilização de cloro a 1% e a renovação desta solução foram responsáveis por menores taxas de tombamento, a 8°C, e pela posição vertical das hastes armazenadas a 20°C. Para a cultivar Contour, o tombamento foi a principal característica responsável pela baixa longevidade destas flores quando armazenadas a 8°C e a 12°C. Estas flores quando armazenadas a 20°C e em solução de cloro a 1%

não apresentaram esta injúria. Para a 'Red Amy', o armazenamento nas temperaturas mais baixas fizeram com que este cultivar não apresentasse tombamento das hastes, mas quando a 20°C, ele foi afetado pela não renovação da solução de manutenção (Tabela 2).

A variação na massa fresca das flores evidencia, para todos os cultivares, que houveram diferenças devidas aos tipos de manutenção dados a solução de manutenção. Destacam-se as flores mantidas em água destilada e sem renovação, cuja porcentagem de massa fresca foi menor, para os três cultivares (Tabela 3 e Figura 1). Acredita-se que nos tratamentos contendo cloro a 1%, a ação deste elemento levou a menor crescimento bacteriano. Sua ação envolve oxidação dos componentes celulares de microrganismos, entre outras não específicas (DYCHDALA, 1983). Este tratamento, também afetou a absorção (Tabela 4). O relatado nas Tabelas 3 e 4 vem ao encontro do observado por VAN MEETEREN (1978a,b) para o tombamento da haste de gérbereas. Este autor concluiu que a ocorrência do tombamento é precedida por um declínio na massa fresca e no potencial hídrico das pétalas, o que indica que uma das causas deste fenômeno seria o estresse hídrico, o que também foi observado para o tombamento da haste em rosas (BURDETT, 1970; SACALIS, 1993). BALESTRA *et al.* (2005) concluíram que este tombamento também está ligado à população bacteriana na solução de vaso e resulta em curvatura da parte mais jovem da haste (VAN DOORN & DE WITTE, 1994), o que também foi relatado por VAN MEETEREN (1978b).

Para as três cultivares, a interação manejo x dias de vida de vaso foi sempre significativa, mostrando que quando foi utilizado solução de Cloro 1% com renovação desta a cada dia de análise, houve tendência de menor perda de massa fresca, conforme indicado na Figura 1.

Os cultivares comportaram-se de maneira diferente, em cada uma das três condições de armazenamento, mas sempre perdendo massa fresca e diminuindo a absorção pelas hastes durante o tempo de armazenamento. Para os cultivares 'Pink Star' e 'Red Amy' houve menor perda de massa fresca a 8°C e para o 'Contour' a menor perda foi observada com o armazenamento a 20°C. A absorção também foi afetada pelas diferentes condições de armazenamento, com as menores taxas quando

armazenadas sob as menores temperaturas, devido a desaceleração do metabolismo (Tabela 3 e 4).

Produtos hortícolas, especialmente aqueles intolerantes a baixa temperatura, geralmente têm redução na vida de prateleira, de maneira linear ou exponencial, com o aumento da temperatura (BÖTTCHER *et al.*, 2003; ICHIMURA e UEYAMA, 1998).

TABELA 3. Massa fresca (%) de três cultivares de gérberas cortadas e submetidas a diferentes temperaturas e manejo de solução de manutenção durante o armazenamento.

	'Pink Star'	'Contour'	'Red Amy'
<b>Manejo</b>			
Água destilada, sem renovação	84,79 C	82,96 B	86,89 A
Água destilada, com renovação	86,89 B	83,39 B	84,85 B
Cloro 1%, sem renovação	86,04 BC	84,31 A	85,80 AB
Cloro 1%, com renovação	88,52 A	84,58 A	86,45 A
Médias	86,56	84,81	85,99
<b>Condição de armazenamento</b>			
8°C e 70% UR	88,02 A	82,42 C	88,23 A
12°C e 70% UR	84,85 C	84,55 B	84,32 B
20°C e 75% UR	86,89 B	85,19 A	85,09 B
Médias	86,59	84,05	85,88

\*Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, em cada parte da coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

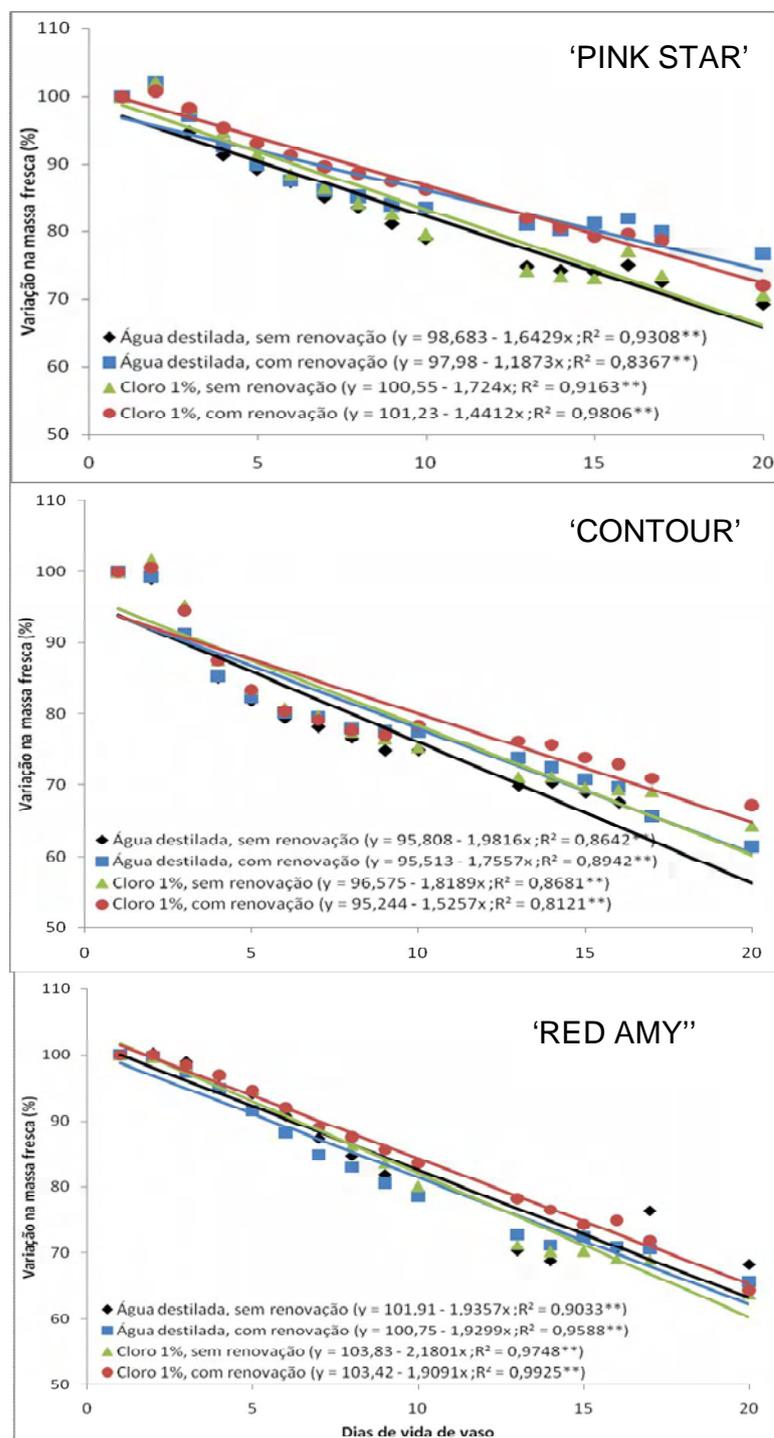


FIGURA 1. Variação na Massa Fresca (%) de três cultivares de géberas cortadas e submetidas a diferentes temperaturas e manejo de solução de manutenção durante o armazenamento.

TABELA 4. Absorção de solução (mL) de três cultivares de gérberas cortadas e submetidas a diferentes temperaturas e manejo de solução de manutenção durante o armazenamento.

	<b>'Pink Star'</b>	<b>'Contour'</b>	<b>'Red Amy'</b>
<b>Volume de solução absorvida (mL)</b>			
<b>Manejo</b>			
Água destilada, sem renovação	1,55 C	1,39 B	1,72 A
Água destilada, com renovação	1,90 B	1,50 B	1,77 A
Cloro 1%, sem renovação	1,66 BC	1,70 A	1,78 A
Cloro 1%, com renovação	2,16 A	1,76 A	1,79 A
Médias	1,82	1,65	1,76
<b>Condição de armazenamento</b>			
8°C e 70% UR	1,88 A	1,57 B	1,65 A
12°C e 70% UR	1,77 A	1,52 B	1,83 A
20°C e 75% UR	1,82 A	1,78 A	1,80 A
Médias	1,82	1,62	1,76

\*Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, em cada terço da coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

A abertura dos botões florais está ligada à longevidade das gérberas (Tabela 1), uma vez que quanto mais fileiras de flores estão abertas mais avançado é o estágio de maturação. As temperaturas mais baixas retardaram a abertura das flores nos três cultivares estudados (Tabela 5), mas no cultivar Red Amy observa-se que a abertura das flores e o tombamento das hastes (Tabela 2), indicam que este cultivar é o mais bem adaptado às baixas temperaturas, sendo apto a prosseguir com o seu desenvolvimento. Em girassóis foi observado que temperaturas próximas de 0°C reduziram bastante a antese e temperaturas maiores que 10°C prejudicaram a abertura dos botões, o que refletiu na abertura de suas lígulas (ÇELIKEL & REID, 2002).

TABELA 5. Comprimento dos segmentos do disco floral com flores fechadas (cm) de capítulos cortados de três cultivares de gérbera e submetidas a diferentes temperaturas e manejo de solução de manutenção durante o armazenamento.

	'Pink Star'	'Contour'	'Red Amy'
<b>Manejo</b>			
Água destilada, sem renovação	0,70 A	0,96 A	1,00 A
Água destilada, com renovação	0,88 A	1,11 A	0,87 A
Cloro 1%, sem renovação	0,81 A	1,30 A	0,93 A
Cloro 1%, com renovação	0,79 A	0,89 A	0,91 A
Médias	0,79	1,06	0,93
<b>Condição de armazenamento</b>			
8°C e 70% UR	0,93 A	1,35 A	1,00 A
12°C e 70% UR	0,95 A	1,00 B	0,97 A
20°C e 75% UR	0,53 B	0,95 B	0,82 B
Médias	0,82	1,1	0,93
<b>Dias de armazenamento</b>			
1	0,97 A	1,19 A	1,00 A
5	0,92 A	1,20 A	1,00 A
10	0,72 B	1,00 A	1,00 A
15	0,46 C	0,00 B	0,50 B
Média	0,77	0,84	0,87

\*Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, em cada terço da coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). \*0 = 100% das flores abertas.

#### 6.4. CONCLUSÕES

As cultivares reagem de forma diferente às diferentes temperaturas de armazenamento.

O armazenamento refrigerado a 8°C e a 12°C, proporcionou maior longevidade as gérberas 'Red Amy' e 'Pink Star', mas prejudicou as 'Contour'. O armazenamento refrigerado retardou o desenvolvimento do capítulo para as três cultivares.

A maior longevidade foi alcançada pelas flores do cv. Pink Star, até 16 dias a 8°C com renovação da solução de vaso. Para a 'Contour', esta longevidade foi de 14 dias a 20°C, utilizando-se cloro a 1% e com renovação da solução de vaso. A mesma manutenção foi responsável pela longevidade de até 14 dias das flores do cv. Red Amy, quando armazenadas sob 8°C.

## CAPÍTULO 7 – IMPLICAÇÕES

Os resultados obtidos permitem deixar registrado que houve aumento na vida em vaso de gérberras cv. Suzanne para a maioria dos tratamentos utilizados neste trabalho. Em diversos tratamentos atingiu-se longevidade média de duas semanas ou próximo, tempo de vida de vaso indicado como ótimo para gérberras, por autores como WERNETT (1990).

O revisado em trabalhos internacionais e os tratamentos aqui testados, que procuraram adaptar o utilizado internacionalmente poderá ajudar os produtores e a comunidade científica brasileira a entender e melhorar, um pouco mais, a fase pós-colheita desta flor.

Utilizou-se, exceto no último experimento, a gérberra cv. Suzanne, o que revelou comportamento divergente de outros cultivares, permitindo atentar para a necessidade de, em trabalhos futuros, testar-se estes tratamentos para outras cultivares. Um exemplo desta diversidade pôde ser observado no capítulo 6, onde três diferentes cultivares comportaram-se de forma diferente.

O melhoramento genético também pode avançar em direção à susceptibilidade ao tombamento das hastes, uma vez que este efeito está relacionado as paredes e fibras do xilema e do floema. Fibras mais resistentes proporcionariam hastes mais resistentes ao tombamento.

A retirada da base das hastes das gérberras leva a um efeito revigorante, quase imediato, na flor. Este efeito deverá ser testado em diferentes épocas e condições.

O uso de STS em tratamentos de “pulsing” e de manutenção deverá ser substituído por substâncias menos tóxicas, como por exemplo a amônia quaternária e o cloro em diferentes formas e concentrações, uma vez que seu uso tem sido cada vez mais restringido e será proibido a partir de 2010, na CCE, um dos principais importadores de flores brasileiras. O uso de 1-MCP (1-metilciclopropeno) tem aumentado bastante e alguns trabalhos tem indicado que ele poderá substituir o STS (HASSAN, 2005), sugerindo a necessidade de se testar seu efeito para gérberras.

A medição da bioimpedância está sendo proposta e estudada como uma nova metodologia para a avaliação da senescência em vegetais, apesar das dificuldades para aplicação e interpretação dos resultados. Os estudos levados a frente, principalmente no Horticultural Production Chains Department na Universidade de Wageningen, Holanda, tem indicado que esta metodologia poderá ser utilizada de várias maneiras para analisar e compreender a vida pós-colheita de muitas flores, dentre elas as gérberas.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIPH (2003): **International statistics flowers and plants union fleurs**. Den Haag, 2003.

AIPH (2008): **International statistics flowers and plants union fleurs**. Den Haag, 2008.

AARTS, J.F.Th. **Over de houdbaarheid van snijbloemen**. Meded. (Sobre a vida das flores cortadas. Comunicação). Landbouwhogesch. Wageningen, 57, v.9, 62p., 1957.

ACOCK, B.; NICHOLS R. Effect of sucrose on water relations of cut, senescing, carnation flowers. **Annals of Botany**, Oxford, v. 44, p. 221-230, 1979.

AMARIUTEI, A.; BURZO, I.; ALEXE, C. Researches concerning some metabolism aspects of cut gerbera flowers. **Acta Horticulturae**, 181, p.331-337, 1986.

AMARIUTEI, A.; CRACIUN, C.; BURZO, I. Changes in the ultrastructure of cut gerbera inflorescences during vase life. **Acta Horticulturae**, 405, p.108-116 , 1995.

ANBA. Informações sobre a exportação brasileira no setor de floricultura. Disponível em <[www.anba.com.br/noticia.php](http://www.anba.com.br/noticia.php)>. Acesso em maio de 2006.

ANTES, R.B. Oclusão vascular na pós-colheita de rosas e gérberras de corte. 2007. 91p. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

ASEN, S.; NORRIS, K.H.; STEWART, R.N.; SEMENIUK, P. Effect of pH and concentration of the anthosyanin-flavanol co-pigment complex on the colour of 'Better Times' roses. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 96, p.770-773, 1976.

BALESTRA, G.M.; AGOSTINI, R.; BELLINCONTRO, A.; MENCARELLI, F.; VARVARO, L. **Bacterial populations related to gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) stem break**. *Phytopathologia Mediterranea* 44, p.291-299, 2005.

BARENDSE, L.V.J. Post harvest treatment of *gypsophila paniculata*. **Acta Horticulturae** 181, p.244-248, 1986.

BIELESKI R. Fructan hydrolysis drives petal expansion in the ephemeral daylily flower. **Plant Physiology** 103, p.213-219, 1993.

BISHOP, C. **Ethylene: What can the grower do?** FloraCulture International. p. 26-28, 2002.

BLEEKSMAN H.C.; VAN DOORN, W.G. Embolism in rose stem as results of vascular occlusion by bacteria. **Postharvest Biology and Technology** 29, p.334–340, 2003.

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

BÖTTCHER, H.; GÜNTHER, I.; KABELITZ, L. Physiological postharvest responses of common Saint-John's wort herbs (*Hypericum perforatum* L.). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.29, p.342-350, 2003.

BOTONDI R., G. ESPOSITO, R. MASSANTINI AND F. MENCARELLI. Influence of auxins on stem binding in cut gerbera flowers. **Advances in Horticultural Science** 12, 127– 131, 1998.

BRAVDO, B.; MAYAK, S.; GRAVRIELI, Y. Sucrose and water uptake from concentrated sucrose solutions by gladiolus shoots and the effect of these treatments on floret life. **Journal of Botany**, 52, p.1271-1281, 1974.

BURDETT, A.N. The cause of bent neck in cut roses. **Journal of the American Society of Horticultural Science**. 95. p.427-431, 1970.

BURG, S.P.; BURG, E.A. Molecular requirements for the biological activity of ethylene. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 42, p. 144-152, 1967.

BURZO, I; DOBRESCU, A.; AMARIUTEI, A.; STANICA, M. The exchange of substances between some cut flowers and solutions during vase life. **Acta Horticulturae**, 405, p.101-107, 1995.

BUYS, C. Quality problems in gerbera. In: L. Quagliotti and A. Bandi (Editors), **Genetics and Breeding of Carnation and Gerbera**. Proceedings of a Eurcarpia Meeting. Itália. p.255-262, 1978.

CAMERON, A.C.; REID, M.S. The use of silver thiosulfate anionic complex as a foliar spray to prevent flower abscission of zygocactus. **HortScience**, Alexandria, v. 16, p. 761-762, 1981.

CAMPRUBI, P; AQUILÁ, J.F. Studies directed towards prolonging the life of the cut flower in the Mediterranean varieties of *Dianthus caryophyllus*. **Acta Horticulturae**, 43. v.2. p.307-318, 1962.

CARPENTER, W.J.; DILLEY, D.R. Investigation to extend cut flower longevity. **Michigan State University Research Reporter**, East Lansing, n. 263, p. 1-10, 1975.

CARROW, B. **Frishchhalten van Schnittblumen Eugen Ulmer**, GmbH & Co., Alemanha, 1978.

CASTRO, C.E.F. Tratamentos químicos pós-colheita e critérios de 4 avaliações da qualidade de cravos (*Dianthus caryophyllus* L.) cv. 'Scania Red Sim'. 1984. 139f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1984.

CASTRO, C.E.F. **Armazenamento de flores**. Casa da Agricultura, v. 7, n. 4, p. 18- 21, 1985.

ÇELIKEL, F.G.; REID, M.S. Storage temperature affects the quality of cut flowers from the Asteraceae. **HortScience**, 37 (1), p.148-150, 2002.

CEVALLOS, J.C.; REID, M.S. Effects of temperature on the respiration and vase life of *Narcissus* flowers. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.517, p.335-341, 2000.

CHANTRACHIT, T. **Postharvest physiology of red ginger inflorescence**. 1999. 192f. Thesis (Doctor of Philosophy in Horticulturae) – University of Hawaii, Honolulu, 1999.

CHEPKAIROR, M.J.; WAITHAKA, K. Growth and flowering of Alstroemeria. **Acta Horticulturae**, 218, p.115-120, 1988,

CHIN, C.K.; SACALIS, J.N. Metabolism of sucrose in cut roses II. Movement and inversion of sucrose absorbed by cut rose stems. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, n.102, p. 537-540, 1977a.

CHIN, C.K.; SACALIS, J.N. Metabolism of sucrose in cut roses III. Absorption of sugars by petals discs. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, n.102, p. 541-542, 1977b.

CHUA, S.E. Cytokinin - like activity of 8-quinolinol sulphate. **Nature**, London, v.225, p. 101, 1970.

CLINE, M.N.; NEELY, D. Wound healing processes in geranium cuttings in relationship to basal stem rot caused by *Pythium ultimum*. **Plant Disease**, 67, p.636-638, 1983.

COOK, E.L.; STANDEN, J.Van. Silver action in the cut carnation flower. **Plant Physiology and Biochemistry**, New Delhi, v.25, n.4, p.485-492, 1987.

COORTS, G.D. Internal metabolic changes in cut flowers. **HortScience**, 8, p.195-198. 1973.

DAI, J.W.; PAULL, R.E. Effect of water status on Dendrobium flower spray postharvest life. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Stanford, v. 116, p. 491-496, 1991.

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

DE STIGTER, .C.M. Water balance of cut and intact 'Sonia' rose plants. **Zeitschrift fur Pflanzenphysiologie** 99, 13, p.1-140, 1980.

DYCHDALA, G.R. Chlorine and chlorine compounds. In: Block, S.S. (Ed.), **Disinfection, Sterilization, and Preservation**, 3<sup>rd</sup> ed. Lea & Febiger Pa, p.157-182, 1983.

DILLEY, D.R.; CARPENTER, W.J. Principles and application of hypobaric storage of cut flowers. **Acta Horticulturae**, 41, p.249-262, 1975.

DOLE, J.M.; WILKINS, H.F. **Floriculture principles and species**. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. p. 356-360, 1999.

DUBOIS, M., GILLES, K.A., HAMILTON, J.K., REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington D.C., v. 28, p. 350-356, 1956.

DURKIN, D; KUC, R. Vascular blockage and senescence of the cut rose flower. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, 89, p.683-688, 1966.

EMONGOR, V.E. Effects of gibberellic acid on postharvest quality and vase life of gerbera cut flowers (*Gerbera jamesonii*). **Journal of Agronomy**, Stanford, v.3, p. 191-195, 2004.

FARAGHER, J., SLATER, T., JOYCE, D., WILLIAMSON, V., Postharvest Handling of Australian Flowers – from Australian Native Plants and Related Species, a Practical Workbook. Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC). Publication No. 02/021, 216 p., 2002.

FARAGHER J.D., BROHIER R.L., LITTLE C.R., PEGGIE I.D. Measurement and prediction of harvest maturity of Jonathan apples for storage. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Animal Husbandry, 24, p.290-296, 1984.

FERREIRA, D.I.; SWARDT, G.H. A comparison of the vase life and respiration rate of ten cut rose cultivars and the influence of a flower preservative thereupon. **Agroplane**, 13, p.77-81, 1981.

FINGER, F.L.; SANTOS, V.R.; BARBOSA, J.G.; BARROS, R.S. Influência da temperatura na respiração, produção de etileno e longevidade de inflorescências de esporinha. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.3, p.363-368, 2006.

FRANCO, R.E.; HAN, S.S. Respiratory changes associated with growth regulator delayed leaf yellowing in Easter lily. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.12, p.17-121, 1997.

FUJINO, D.W.; REID, M.S. Factors affecting the vase life of fronds of maidenhair fern. **Scientia Horticulturae**, 21, p.181-188, 1983.

GERASOPOULOS, D.; CHOULIARAS, V.; LIONAKIS, S. Effects of preharvest calcium chloride sprays on maturity and storability of Hayward Kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 7, p. 65 - 72, 1996.

GILMAN, F.K.; STEPONKUS. Vascular blockage in cut roses. **Journal of American Society of Horticultural Science**, 97. p.662-667, 1972.

GLADON, R.J.; STABY, G.L. Opening of immature chrysanthemums with sucrose and 8-hydroxyquinoline citrate. **HortScience**, St. Joseph, v.11, p.206-208, 1976.

GONZAGA, A.R.; MOREIRA, L.A.; LONARDONI, F.; FARIA R.T. Longevidade pós-colheita de inflorescências de girassol afetada por nitrato de prata e sacarose. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.7, n. 1, p. 73-77, 2001.

GORSEL, R.V. Postharvest technology of imported and trans-shipped tropical floricultural commodities. **HortScience**, Alexandria, v. 29, n.9, p. 979-981, 1994.

HALEVY, A.H. Treatments to improve water balance of cut flowers. **Acta Horticulturae**, Sweden, v.64, p. 223-230, 1976.

HALEVY, A.H.; BYRNE, T.G.; KOFRANEK, A.M.; FARNHAM, D.S.; THOMPSON, J.F.; HARDENBURG, R.E. Evaluation of postharvest handling methods for transcontinental truck shipments of cut carnations, chrysanthemum, and roses. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, New York, n. 103, p.151-155, 1978.

HALEVY, A.H.; MAYAK, S. Improved of cut flower quality opening and longevity by pre-shipment treatments. **Acta Horticulturae**, The Hague, n.43, p.335-347, 1974.

HALEVY, A.H.; MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. In: JANICK, J. (ed.). **Horticultural Reviews**, New York, v.1, p.204-236, 1979.

HALEVY, A.H.; MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. part 2. **Horticultural Reviews**, New York, v.3, p.59-143, 1981.

HARDENBURG, R.E. WATADA, A.E.; WANG, C.Y. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. **United States Department of Agriculture Handbook**. 66, 1986.

HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. The commercial storage of fruits, vegetables, and florists and nursery stocks. Washington: U.S.D.A, **Agricultural Research Service**, 130 p., 1990.

HASSAN, F.A.E.R.S. **Postharvest studies on some important flower crops**. 2005. 107p. Thesis (Doctor of Philosophy in Horticulturae) – Corvinus University of Budapest, Budapest, 2005.

HENDRY, G.A.F.; PRICE, A.H. Stress indicators: chlorophylls and carotenoids. In: HENDRY, G.A.F.; GRIME, J.P. (Ed.). **Methods in comparative plant ecology: a laboratory manual**. London: Chapman & Hall, p.148-152, 1993.

HO, L.C.; NICHOLS R. Translocation of  $^{14}\text{C}$ -sucrose in relation to changes in carbohydrate content in rose corollas cut at different stages of development. **Annals of Botany**, Oxford, v.41, p.227-242, 1977.

HONDA, S.; MATSUDA, Y.; TAKAHASHI, M.; KAKEHI, K.; GANNO, S. Fluorimetric determination of reducing carbohydrates with 2-cyanoacetamide and application to automated analysis of carbohydrates as borate complexes. **Analytical Chemistry**, Washington D.C., v.52. p. 1079-1082, 1982.

HUGHES, D. A *Gerbera jamesonii*. Disponível em < [www.plantfacts.com](http://www.plantfacts.com)>. Acesso em janeiro de 2006.

HUTCHINSON, M.J.; CHEBET, D.K.; EMONGOR, V.E. Effect of accel, sucrose and silver thiosulphate on the water relations and post harvest physiology of cut tuberose flowers. **African Crop Science Journal**, Uganda, v.11, n.4, p.279-287, 2003.

IBRAFLOR. Informações sobre a exploração econômica da floricultura e ranking dos produtos exportados. Disponível em: <[www.ibraflor.com.br](http://www.ibraflor.com.br)>. Acesso em: jun.2006.

ICHIMURA, K.; SUTO, K. Effects of the time of sucrose treatment on vase life, soluble carbohydrate concentrations and ethylene production in cut sweet pea flowers. **Plant Growth Regulation**, v.28, n.2, p.117-122, 1999.

ICHIMURA, K.; UEYAMA, S. Effects of temperature and application of aluminum sulfate on the postharvest life of cut rose flowers. **Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea** 13, p.51-60, 1998.

INFOAGRO, El cultivo de la gerbera. Disponível em: [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). Acesso em dez.2008.

IOZI, R.N. Ponto de colheita e conservação pós-colheita de flores de capitão (*Zinnia elegans* Jacq). 1993. 91f. **Monografia** (Trabalho de graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1993.

JOYCE, D.C. Postharvest floral organ fall in Geraldton waxflower (*Chamelaucium uncinatum* Schauer). **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 33, p. 481-487, 1993.

JOYCE, D.C.; BEAL, P.; SHORTER, A.J. Vase life characteristics of selected *Grevillea*. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. 36, p.379-382, 1996.

JONES, R; MOODY, H. **Caring for cut flowers**. AgMedia, Department of Agriculture, Australia, 1993.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETS, M.S. Os pólos de produção de flores e plantas ornamentais do Brasil: uma análise do potencial exportador. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.18, n.1/2, p. 25-47, 2002.

KADER, A.A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. 3a. ed. University of California. 535p., 2002.

KADER, H.A.; ROGERS, M.N. Postharvest treatment of *Gerbera jamesonii*. **Acta Horticulturae** 181, 1986. Post-Harvest Physiology of Ornamentals, p.169-172, 1986.

KALTALER, R.E.L.; STENPOKUS, P.L. Uptake and metabolism of sucrose in cut roses. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, New York, n. 99, p. 490-493, 1974.

KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI Publisher, p.532, 1991.

KERSSIES, A. Influence of environmental conditions on dispersal of *Botrytis cinerea* conidia and on post-harvest infection of gerbera flowers grown under glass. **Plant Pathology**, v.42, p.754-752, 1993.

KETSA, S.; PIYASAENGTHONG, Y.; PRATHUANGWONG, S. Model of action of AgNO<sub>3</sub> in maximizing vase life of *Dendrobium pompadour* flowers. **Postharvest Biology and Technology**. v.5, p.109-117, 1995.

KISHIMOTO, S; SUMITOMO, K; YAGI, M; NAKAYAMA, M; OHMIYA, A. Three routes to orange petal color via carotenoid components in 9 Compositae species. **Journal of Japan Society of Horticultural Science**. 76, p.250-257, 2007

KOFRANEK, A.M.; HALEVY, A.H. Conditions for opening cut chrysanthemum flower buds. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, New York, n.97, p.578-584, 1972.

KOFRANEK, A.M.; PAUL, J.L. The value of impregnating cut stems with high concentration of silver nitrate. **Acta Horticulturae**, 41, p.199, 1974.

KOHL, H.C. Gerberas: Their cultures and commercial possibilities. **S. Flor. and Nur**, 28, p.18-24, 1968.

KNEE, M., Selection of biocides for use in floral preservatives. **Postharvest Biology and Technology**. 18, p. 227–234, 2000.

KRAMER, P.J. **Water relations of plants**. Academic Press: New York. 489p.,1983.

KUC, R.; WORKMAN, M. The relation of maturity to the respiration and keeping quality of cut carnations and chrysanthemus. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, 84, p.575-581, 1964.

KUIPER, D.; RIBOT, S.; VAN REEN, H.S.; MARISSENN, N. The effect of sucrose on the flower bud ripening of "Mandelon" cut roses. **Science Horticulturae**, 60, p.325-336, 1995.

LARSEN, F.E.; CROMARTY, R.S. Micro-organism inhibition by 8-hydroxyquinoline citrate as related to cut flower senescence. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, n. 90, p. 546-549, 1967.

LARSEN, F.E.; FROLICH, M. The influence of 8-hydroxyquinoline citrate, n-dimethylamino succinamic acid, and sucrose on respiration and water flow in 'Red Sim' cut carnations in relation to flower senescence. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, 94, p.289-292, 1969.

LELIÈVRE, J.M.; LATCHÉ, A.; JONES, B. Effects of chilling on the expression of ethylene biosynthetic genes in Passe-Crassane pear fruits. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 33, p. 847-855, 1997.

LOUBAUD, M; VAN DOORN, G. Wound-induced and bacteria-induced xylem blockage in roses, *Astible*, and *Viburnum*. **Postharvest Biology and Technology**, 32, p.281-288, 2004.

MAROUSKY, F.J. Inhibition of vascular blockage and increased moisture retention in cut roses induced by pH, 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, 96 (1). p.38-41, 1971.

MAROUSKY, F.J. Vascular structure of the gerbera scape. **Acta Horticulturae**, 181, p.399-406, 1986.

MAROUSKY, F.J. Vascular blockage, water absorption, stomatal opening, and respiration of cut 'Better Times' roses treated with 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, New York, n. 94, p. 223-226, 1969.

MAROUSKY, F.J. Water relations, effects of floral preservatives on bud opening and keeping quality of cut flowers. **HortScience**, St. Joseph, v.7, p. 114-116, 1972.

MAROUSKY, F.J.; WOLTZ, S.S. Relationship of floral preservatives to water movement, fluoride distribution, and injury gladiolus and other cut flowers. **Acta Horticulturae**, 41, p.171-182, 1975.

MASCARINI, L. El cultivo de la gerbera en substrato. **Revista Horticultura Internacional**. n.19, p.86-88, 1998.

MATTIUZ, C.F.M. Fisiologia pós-colheita de inflorescências de *Alpinia purpurata* (Vieill) K. Schum. 2003. 124f. **Tese** (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2003.

MAYAK, S. Senescence of cut flowers. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.5, p.863-868, 1987.

MAYAK, S.; DILLEY, D.R. Effect of sucrose on response of cut carnation to kinetin, ethylene, and abscisic acid. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Copenhagen, v. 102, n. 5, p. 583-585, 1976.

MAYAK, S.; HALEVY, A.H. The action of kinetin in improving the water balance and delaying senescence processes of cut rose flowers. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, n. 32, p. 330-336, 1974.

MAXIE, E.C., FARNHAM, F.G.; MITCHELL, N.F.; SOMMER, R.A.; PARSONS, R.A.; SNYDER, R.G.; RAE, H.L. Temperature and ethylene effects on cut flowers of carnations (*Dianthus caryophyllus*). **Journal of American Society of Horticultural Science**, v.98, p.568-572, 1973.

MENCARELLI F., R. AGOSTINI, R. ROTONDI AND R. MASSANTINI,. Ethylene production, ACC content, PAL and POD activities in excised sections of straight and bent gerbera scapes. **Journal of Horticultural Science** 70, p.409– 416, 1995

MIDDLETON EM, TERAMURA AH The role of flavonol glyco-sides and carotenoids in protecting soybean from ultraviolet-B damage. **Plant Physiology**, 103, p. 741–752, 1993.

MINOLTA CORP. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. Ramsey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 49p., 1994.  
MOALEM-BENO, D.; TAMARI, G.; LEITNER-DAGAN, Y.; BOROCHOV, A.; WEISS, D. Sugar-dependent gibberellin-induced chalcone synthase gene expression in petunia corollas. **Plant Physiology**, v.113, p.419-424, 1997.

MOE, R.; KRITOFFERSEN, T. The effect of temperature and light on growth and flowering of Rosa 'Baccarah' in greenhouses. **Acta Horticulturae**, v.14, p.157-165, 1969.

MOR, Y.; HARDENBURG, R.E.; KOFRANEK, A.M.; REID, M.S. Effect of silver-thiosulfate pretreatment on vase life of cut standart carnations, spray carnations, and gladiolus, after a transcontinental truck shipment. **HortScience**, Alexandria, v. 16, n.6, p. 766-768, 1981.

MOR, Y.; JOHNSON, F.; FARAGHER, J.D. Preserving the quality of cold-stored Rose flower with ethylene antagonists. **HortScience**, Alexandria, v. 24, n.4, p. 640- 641, 1989.

MORTENSEN, L.M.; FJELD, T. High air humidity reduces the keeping quality of cut roses. **Acta Horticulturae**, v.405, p.148-155, 1995.

MUÑOZ, C.E.; DAVIS, F.S.; SHERMAN, W.B. Hydraulic conductivity and ethylene production in detached flowereing peach shoots. **HortScience**, Alexandria, v.17, p.226-228, 1982.

NICHOLS, R. Senescence of the cut carnation flower: respiration and sugar status. **Journal of Horticultural Science**, London, v.48, p.111-121, 1973.

NICHOLS, R. Ethylene, present and future. **Acta Horticulturae**, 113, p.11-18, 1981.

NICHOLS, R.; KOFRANEK, A.M.; KUBOTA, J. Effect of delayed silver thiosulphate pulse treatments on carnation cut flower longevity. *HortScience*, v. 17, n. 4, p.600- 601, 1982.

NOWAK, J. Regulation of bud opening, storage period, vase life and senescence of cut flowers. I. The effect of silver complexes and sucrose on longevity of cut gerbera inflorescences stored for different periods of time. **Research Institute of Pomology and Floriculture**, Annual Report, 2, p.3-20, 1981.

NOWAK, J.; GOSZCZYNSKA, M.D.; RUDNICKI, R.M. Storage of cut flowers and ornamental plants: present status and future prospects. **Postharvest News and Information**. Research Institute of Pomology and Floriculture, Skierniewice, v. 2, n. 4, p. 255-260, 1991.

NOWAK, J.; PLICH, H. The effect of silver ions and other anti-ethylene agents on ethylene synthesis and senescence of gerbera inflorescences. **Prace Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach**, 6, p.89-97, 1981.

NOWAK, J.; RUDNICKI, R.M. **Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants**. Portland: Timber Press., 210p., 1990.

OHKAWA, K. Mobility and effects on vase life of silver containing compounds in cut rose flowers. **HortScience**, Alexandria, v.34, n. 1, p. 112-113, 1999.

PARUPS, E.V.; MOLNAR, J.M. Histochemical study of xylem blockage in cut roses. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, 97, p.532-534, 1972.

PAULIN, A. Metabolism glucidique et proteique de la fleur d'oeillet alimentée ou not avec une solution de saccharose. **Acta Horticulturae**, Antibes, v.71, p.241- 257, 1977.

PAULL, R.E. Effect of storage duration and temperature on cut Anthurium flowers. **HortScience**, v.22, n.3, p.459-460, 1987.

PAULL, R.E.; GOO, T.T.C. Pulse treatments with silver nitrate extends vase life of *Anthurium*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Honolulu, n. 107, p. 842-844, 1982.

PAULL, R.E.; GOO, T.T.C. Ethylene and water stress in the senescence of cut *Anthurium* flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.110, p.84-88, 1985.

PENNINGSFELD, E.; FORCHTHAMMER, L. 1966. Silbemitrat verbessert die Haltbarkeit geschnittener Gerbera. **Gartenwelt**, v.66, p. 226-228, 1966.

PERTWEE, J. **International cut flower manual**. Elsevier International Business Information, Netherlands, p.4-5. 2000

PISKORNIK, Z. Effect of cobalt, silver, complexing agent and sucrose on the water reactions and longevity of cut narcissus flowers. In: **The physiology of Flower Bulbs**. De Hertogh, A.; LE NARD, M. (Ed.) p.529-531. Elsevier. Amsterdam, 1985.

PREESMAN, **Catalog 2008 (Gerberas)**. Disponível em: [www.preesman.com/GB](http://www.preesman.com/GB). Acesso em 12 de janeiro de 2008.

PRINCE, T.A.; CUNNINGHAM, M.S. Response of tubers of begonia x tuberhybrida to cold temperatures, ethylene, and low-oxygen storage. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 2, p.252-254, 1987.

RASCHKE, K. Stomatal action. **Annual Review of Plant Physiology**, v.26, p.309-340, 1975.

REDDY, B.S.; SINGH, K.; SINGH, A. Effect of sucrose, citric acid and 8-hydroxyquinoline sulphate on the postharvest physiology of tuberose cv. Single. **Advances in Agricultural Research in India**, Nova Deli, v.3:10, p.161-167, 1995.

REICHARDT, K. Água: absorção e translocação. In: FERRI, M.G. **Fisiologia Vegetal**, v.1, p.3-24, 1985.

REID, M.S.; KOFRANEK, A.M. Postharvest physiology of cut flowers. **Chron. Horticulture**, v.2, p.25-27, 1980.

REID, S. Recommendations for Maintaining Postharvet Quality: Gerbera, Transvaal Daisy. Disponível em: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts> Acessado em: 15 de janeiro de 2009.

REID, M.S. Postharvest Handling Systems: Ornamental crops. In: KADER, A.A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. Oakland: University of California, 22. p.201-209, 1992.

REID, M.S. A summary of CA and MA requirements and recommendations for ornamentals and cut flowers. v.4. **Vegetables and ornamentals**. University of California. Postharvest and Horticultural Science, 18. p.129-136, 1997.

REID, M.S.; EVANS, R.Y.; DODGE, L.L. Ethylene and silver thiosulphate influence opening of cut rose flower. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.114, n.3, p.436-440, 1989.

REID, M.S.; FARNHAM, D.S.; MCENROE, E.P. Effect of silver thiosulfate and preservative solutions on the vase life of miniature carnations. **HortScience**, Alexandria, v. 15, n. 6, p. 807-808, 1980a.

REID, M.S.; PAUL, J.L.; FARHOOMAND, M.B.; KOFRANEK, A.M.; STABY, G.L. Pulse treatments with the silver thiosulfate complex extend the vase life of cut carnation. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 105, n. 1, p. 25-27, 1980b.

ROGERS, M.N. An historical and critical review of postharvest physiology research on cut flowers. **HortScience**, Alexandria, v.8, n. 3, p. 189-194, 1973.

ROGERS, M.N. & TJIA, B.O. Temperature. In: **Gerbera production**. Timber Press, Portland, Oregon, p. 6-28, 1990.

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

SACALIS, J.N. **Cut flowers: prolonging freshness**. 2<sup>nd</sup> ed. Batavia: Ball Publishing, 110 p., 1993.

SACALIS, J.N. Sucrose patterns of uptake and some effects on cut flower senescence. **Acta Horticulturae**, 41, p. 277-280, 1973.

SACALIS, J.N.; DURKIN, D. Movement of C in cut roses and carnations after uptake of C-sucrose. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.97, n. 4, p. 481-484, 1972.

SALINGER, J.P. **Producción comercial de flores**. Zaragoza: Acribia, p.371, 1991.

SALOMÉ, J.R.; RIBEIRO, R.C.S. O potencial do Mercado de flores e plantas no context do comércio internacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 13. 2001. São Paulo. **Resumos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Floricultura e Plantas Ornamentais, 24p., 2001.

SANTOS, J. M.; MAIA, A. S. dos. A SEM technique for preparing biological control agents of nematodes in action. **Acta Microscopica**, Rio de Janeiro, v. 6, Suppl. B, p. 550-551, 1997.

SAXTAN, J. South America's big three. **A brief overview of production in Chile, Colombia and Ecuador**. FloraCulture International. 32p., 1999.

SEREK, M. & REID, M.S. Ethylene and postharvest performance of potted kalanchoe. **Postharvest Biology and Technology**. v.18. p.43-48, 2000.

SEREK, M.; SISLER, E.C.; REID, M.S. 1-methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruit, cut flowers and potted plants. **Acta Horticulturae**, v.394, p.337-345, 1995.

SEREK, M.; JONES, R.B.; REID, M.S. Role of ethylene in opening and senescence of Gladiolus sp. flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, n. 119, p. 1014-1019, 1994.

SIEGELMAN, H.W. The respiration of rose and gardenia flowers. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, 59, p.496-500, 1952.

SLOOTWEG, G.; VAN MEETEREN, U. Transpiration and stomatal conductance of roses. **Acta Horticulturae**, v.405, p.148-145, 1991.

SISLER, E.C. Ethylene-binding properties of a Triton X-100 extract of mung bean sprouts. **Journal of Plant Growth Regulators**. p.211-218, 1982.

SMITH, D.E.; NELSON, R.L. **Gerbera propagation**. California Agriculture, 21, v.12. 1967

SOLOMOS, T.; K.C. GROSS, Effects of hypoxia on respiration and the onset of senescence in cut carnation flowers (*Dianthus caryophyllus* L.). **Postharvest Biology and Technology**, 10, p.145-153, 1997.

STEINITZ, B. The role of sucrose in stabilization of cut gerbera flower stalks. **Gartenbauwissenschaft**, 47: p.77-81, 1982.

STEINITZ, B. The influence of sucrose and silver ions on dry weight, fiber and lignin contents, and stability of cut gerbera flower stalks. **Gartenbauwissenschaft**, 48: p.67-71, 1983.

STABY, G.L.; ROBERTSON, J.L; KIPLINGER, D.C; CONOVER, C.A. **Proceeding Of National Floricultural Conference on Commodity Handling**. Ohio Floricultural Association, Columbus, p.72, 1976.

STIGTER, H.C.M.; BROEKHUYSEN, A.G.M. Performance of cut "Sonia" roses as affected by stem cooling. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.138, p. 285-290, 1983.

STODDART, E.M.; MILLER, P.M. **Chemical control of water loss in growing plants**. **Science**, Washington, n. 137, p. 224-225, 1962.

TJIA, B.; MAROUSKY, F.J.; STAMPS, R.H. Response of cut Gerbera flowers to fluoridated water and floral preservative. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 5, p. 896-897, 1987.

TOURJEE, K. R., HARDING, J. AND BYRNE, T. G. Complex segregation analysis of Gerbera flower colour. **Heredity**, 74,p.303-310, 1995.

TRUSTY, S.E., MILLER, W.B. Postproduction carbohydrate levels in pot chrysanthemums. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 116, p.1013-1018. 1991.

VAN DER MEULEN-MUISERS, J.J.M., VAN OEVEREN, J.C., VAN DER PLAS, L.H.W.; VAN TUYL, V.J.M.. Postharvest flower development in Asiatic hybrid lilies as related to tepal carbohydrate status. **Postharvest Biology and Technology**. 21. p. 201-211. 2001.

VAN DOORN, W.G. Water relations of cut flowers. II. Some species of tropical provenance. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.482, 1999.

VAN DOORN, W.G. Water relations of cut flowers. **Horticulture Review** 18, 1–85. 1998.

VAN DOORN, W.G.; DE WITTE, Y.; HARKEMA, H. Effect of high number of exogenous bacteria on the water relations and longevity of cut carnations flowers. **Postharvest Biology and Technology**, n.6, p.111-119, 1995.

VAN DOORN, W.G.; DE WITTE, Y. Effect of bacteria on scape bending in cut *Gerbera jamesonii* flowers. **Journal of American Society of Horticultural Science** 119, 568–571. 1994.

VAN DOORN, W.G.; DE WITTE, Y. Effect of dry storage on bacterial counts in stems of cut rose flowers. **HortScience**, Virginia, v. 12, n. 26, p. 1521-1522, 1991.

VAN DOORN, W.G.; DE WITTE, Y.; PERIK, R.R.J. Effect of antimicrobial compounds on the number of bacteria in stems of cut rose flowers. **Journal of Applied Bacteriology**, Greenfield, v. 68, p.117–122. 1990.

VAN DOORN, W.G.; VEKEN, M.; BAKKER, M.L. Effect of dry storage on scape bending in cut *Gerbera jamesonii* flowers. **Postharvest Biology and Technology** 4, p.261-269, 1994.

VAN DOORN, W.G.; PERIK, R.R.J. Hydroxyquinoline citrate and low pH prevent vascular blockage in stems of cut roses flowers by reducing the number of bacteria. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.115, n.6, p.979-981, 1990.

VAN DOORN, W.G.; DE WITTE, Y. Effect of dry storage on bacterial counts in stems of cut rose flowers. **HortScience**, Virginia, v. 12, n. 26, p. 1521-1522, 1991.

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

VAN MEETEREN, U. Water relations and keeping quality of cut gerbera flowers: II. Water balance of ageing flowers. **Scientia Horticulturae**, Wageningen, v.9, p.189-197, 1978b.

VAN MEETEREN, U. Water relations and keeping quality of cut gerbera flowers. III. Water content, permeability and dry weight of aging petals. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 10, 1979.

VAN MEETEREN, U. Water relations and keeping quality of cut gerbera flowers. VI. Role of pressure potential. **Scientia Horticulturae**, 12, p.283-292, 1980.

VAN MEETEREN, U.; VAN IPEREN, W.; NIJSSE, J; KEIJZER, K. Processes and xylem anatomical properties involved in rehydration dynamics of cut flowers. **Acta Horticulturae**, 543, p.207-211, 2001.

VAN MEETEREN, U.; VAN GELDER, H.;VAN DE PEPPEL, A. C. Aspects of carbohydrate balance during floret opening of freesia. **Acta Horticulturae**, 405, p.117-129, 1995.

VAN MEETEREN, U. Why do we treat flowers the way we do? A system analysis approach of the cut flower postharvest chain. **Acta Horticulturae**, 755, p.61-73, 2007.

VENN, H. Effects of silver salts on ethylene production and respiration of cut carnations. **Acta Horticulturae**, Skierniewice, n. 91, p. 99-103, 1979.

VONK NOORDEGRAAF, C. Problems of postharvest management in cut flowers. **Acta Horticulturae**, Aalsmeer, 482. p.53-57, 1999.

YAMANE, K.; KAWABATA, S.; SAKIYAMA, R. Changes in water relations, carbohydrate contents and acid invertase activity associated with perianth elongation during anthesis of cut gladiolus flowers. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, 60, p.421-430, 1991.

WATERS, W.E. Influence of chemical preservatives on keeping quality of asters, carnations, chrysanthemums and gerbera daisies. **Proc. Fla. St. Horticultural Science**, 77, p.466-470, 1964.

WEATHERLEY, P.E. Studies in the water relations of cotton plant. In: The field measurement of water deficits in leaves. **New Phytology**, v.49, p.81-97,1950.

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

WILBERG, B. Physiologische Untersuchungen zum Knicker-Problem als Voraussetzung für die Selektion haltbarer Gerbera Schnittblumen. **Pflanzenzüchtung**, 60: p.107-114. 1973.

WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; McGLASSON, W.B.; HALL, E.G. **Postharvest and introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables**. Westport: AVI, p.163, 1981.

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. 4th ed. Wallingford: CAB, 1998, 262 p.

WOUTER, G.; VAN DOORN, W.G. Role of soluble carbohydrates in flower senescence: A survey. In: NELL, T.A.; CLARK, D.G. (eds.). Proceedings of the VII International Symposium on Postharvest Physiology Ornamentals. **Acta Horticulturae**, 543, p.179-183, 2001.

ZAGORY, D., REID, M.S. Evaluation of the role of vase microorganisms in the postharvest life cut flowers. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.181, p.207-217, 1986a.

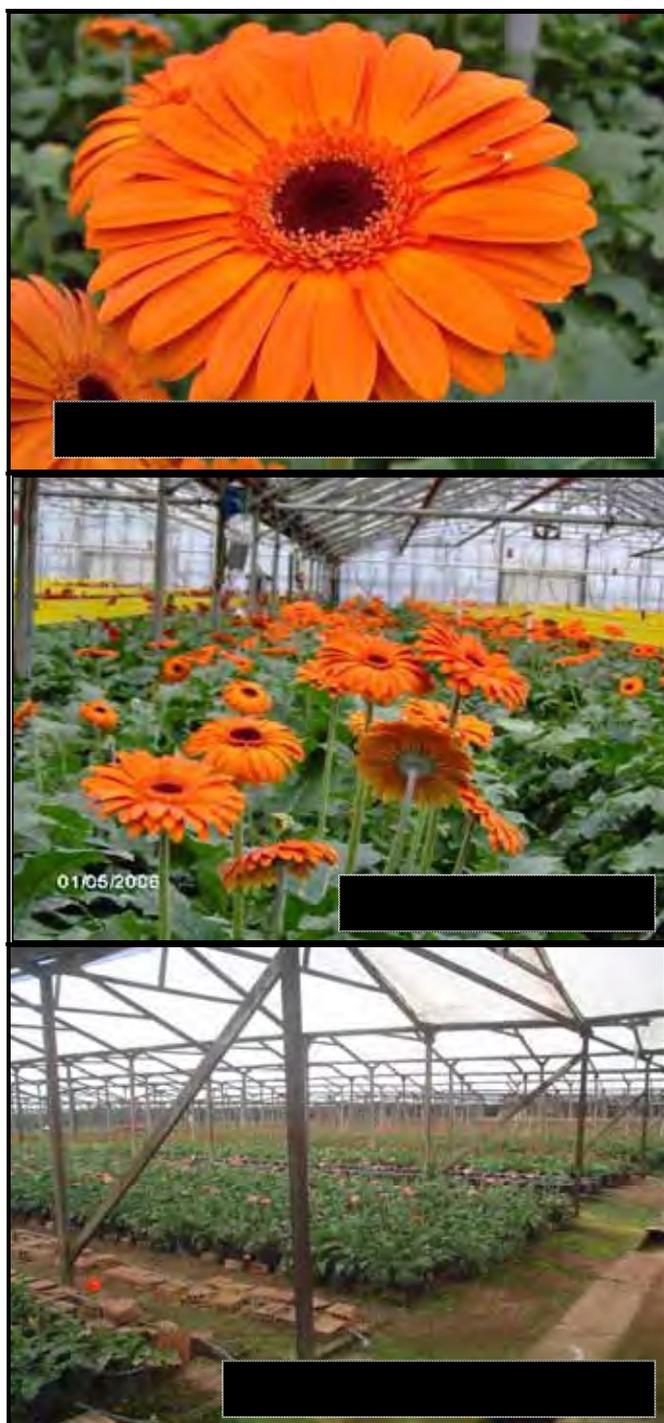
ZAGORY, D., REID, M.S. Role of vase solution microorganisms in the life of cut flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, p.154-158, 1986b.

ZELTER, S.; MEIR, S.; MAYAK, S. Modified atmosphere packaging (MAP) for long-term shipment of cut flowers. **Acta Horticulturae**. 553, 2. p.631-634, 2001.

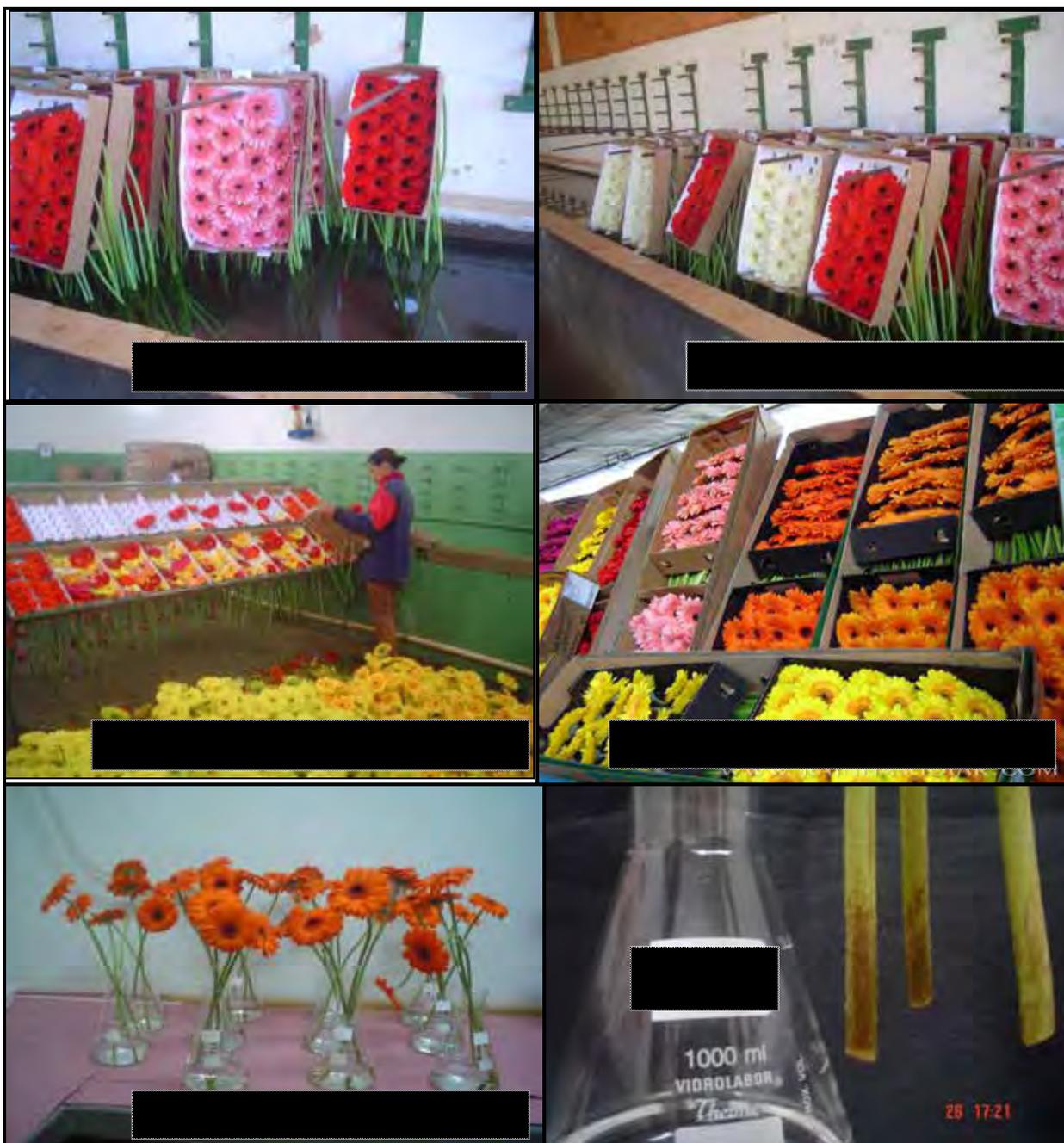
ZIESLIN, N.; KOHL, H.C.; KOFRANEK, A.M.; HALEVY, A.H. Changes in the water status of cut roses and its relationship to bent neck phenomenon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. 103. p.176-179, 1978.

## APÊNDICE

**APÊNDICE A. *Gerbera jamesonii* Bolus cv. Suzanne e área de produção das inflorescências deste trabalho, localizada na cidade de Holambra, SP.**



**APÊNDICE B. Tratamento pós-colheita de 'pulsing', feito na área de produção (cloro a  $100\text{mg.L}^{-1}$ , por 4 horas) e acondicionamento das flores em caixas de papelão para transporte.**



**APÊNDICE C. Aspectos gerais de senescência e de armazenamento experimental de *Gerbera jamesonii* Bolus cv. Suzanne.**



**APÊNDICE D. Aspectos gerais do experimento “DIFERENTES TEMPERATURAS E MANUTENÇÃO DA SOLUÇÃO DE DE VASO NA VIDA PÓS-COLHEITA DE TRÊS CULTIVARES DE GÉRBERA”**

