

Uso de soluções de manutenção contendo ácido cítrico, cloro ou 8-HQC na conservação pós-colheita de flores cortadas de gérbera ‘Suzanne’⁽¹⁾

MARIA FERNANDA BERLINGIERI DURIGAN⁽²⁾; BEN-HUR MATTIUZ⁽³⁾;
TERESINHA DE JESUS DELÉO RODRIGUES⁽⁴⁾; CLÁUDIA FABRINO MACHADO MATTIUZ⁽⁵⁾

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 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 g.L-1; 3) Cloro à 25 mg.L-1; 4) Cloro à 50 mg.L-1; 5) 8-Hidroxiquinolina (8-HQC) à 25 mg.L-1; 6) 8-HQC à 50 mg.L-1. As hastes foram mantidas sob condições controladas de laboratório (20°C; 70% UR). A cada cinco dias elas foram analisadas quanto à 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 (carotenoides). Também foram qualificadas quanto à aparência e quantificadas quanto à 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: *Gerbera jamesonii*, flores de corte, soluções conservantes, vida de vaso.

ABSTRACT

The use of storage solutions containing citric acid, chlorine or 8-HQC on the postharvest conservation of cut gerbera ‘Suzanne’

At the present work it was used different chemical compounds in different concentrations, popularly used for growers and recognized commercially, aiming a longer vase, keep the good qualities and to observe its effects on the physiology of cut gerbera ‘Suzanne’. After the pulsing treatment, done at the production area (chlorine at 100 mg.L-1, during 4 hours), the recently cut flowers were taken to the laboratory and placed in different storage solutions (treatments). The experiment was conducted in a completely randomized design, in factorial arrangement. The inflorescences remained in the following solutions: 1) Distilled water; 2) Citric acid at 64 g.L-1; 3) Chlorine at 25 mg.L-1; 4) Chlorine at 50 mg.L-1; 5) 8-HQC at 25 mg.L-1; and 6) 8-HQC at 50 mg.L-1. The stems remained in environmental conditions (20°C; 70% RH). The flowers were analysed every 5 days by respiratory activity, loss of fresh mass, loss of dry mass, water relative content (WRC), water uptake by the stems (absorption), color (luminescence, color angle and chromaticity), soluble and reductor carbohydrate and pigments (carotenoids). They were also qualified by the appearance and quantified by the percentage of stem break and longevity of the flowers. This experiment showed the low efficiency of the citric acid in the used concentration and the less prejudicial effect of the chlorine compared with 8-HQC in the lower concentrations than the usually recommended, which kept the good quality of the flower during a longer period of time.

Keywords: *Gerbera jamesonii*, cut flowers, storage solutions, vase life

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 carotenoides e as antocianinas são os principais pigmentos de suas pétalas. Os carotenoides 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 e

⁽¹⁾ Recebido em 10 de maio de 2013 e aceito para publicação em 30 junho de 2013.

⁽²⁾ Eng. Agrônoma, doutoranda em Produção Vegetal na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV - UNESP, Campus de Jaboticabal, SP. CEP: 14884-900. Email: mfbdurigan@yahoo.com.br

⁽³⁾ Prof. Dr. do Depto de Tecnologia da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, SP. Email: benhur@fcav.unesp.br.

⁽⁴⁾ Profª. Dra. do Depto de Biologia da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, SP.

⁽⁵⁾ Profª. Dra. Faculdade Moura Lacerda, Ribeirão Preto. Email: cmattiuiz@gmail.com

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 grandes centros de 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 (KETSA 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 têm como finalidade a restauração da turgescência, das flores pela saturação com água. São utilizadas após a colheita, durante o transporte ou armazenamento (HALEVY e 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 e 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 aos produtos mais baratos. Outro motivo para a escolha de um determinado método é

a preocupação com a poluição ambiental.

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* cv. Suzanne.

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 de produtor comercial em 11/08/2006 na cidade de Holambra, Estado de São Paulo, Brasil, e de plantas de aproximadamente um ano, cultivadas sob estufas, envasadas e com uso de fertirrigação. As hastes foram colhidas quando havia até três círculos florais visivelmente abertos e puxando-as da planta.

Após o tratamento de "pulsing", comumente feito no "packing house", com cloro a 100 mg.L^{-1} , por quatro horas, estas flores foram armazenadas em caixas comerciais de papelão e transportadas, sob refrigeração, por aproximadamente três 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 mais três horas a fim de uniformizar a temperatura das flores e retirar o calor de campo.

No laboratório, as hastes foram padronizadas, descartando-se as danificadas. 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 das hastes, para evitar a perda de solução para o ambiente externo, através de evaporação direta.

Foram estabelecidas as seguintes soluções de manutenção: 1) Água destilada; 2) Ácido cítrico a 64 g.L^{-1} ; 3) Cloro a 25 mg.L^{-1} (25 ppm Cloro); 4) Cloro a 50 mg.L^{-1} (50 ppm Cloro); 5) citrato de 8-hidroxiquinolina (8-HQC) a 25 mg.L^{-1} (25 ppm 8-HQC) e 6) 8-HQC a 50 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 a $22 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $65 \pm 5\%$ (VAN MEETEREN, 1978a) 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 para a classificação comercial das flores, estas notas foram estabelecidas como: nota 4 = cor viva, pétalas (ligulas) 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, previamente determinada, dos erlenmeyers com as soluções, 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 quatro 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 uma hora (20°C e 70%UR), em ambiente controlado. 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 CO₂ 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 mlmin⁻¹, fluxo de hidrogênio = 15 mlmin⁻¹, e fluxo do nitrogênio = 30 mlmin⁻¹. Os resultados para mg de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ e foram calculados em relação a uma mistura gasosa padrão contendo O₂ (10%), CO₂ (0,11%), etileno (51 ppm) e N₂, 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 dois gramas 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 carotenoides totais

nas pétalas, a extração e a determinação foram realizadas segundo o método de HENDRY e PRICE (1993), macerando-se um grama de pétalas em 50 ml de acetona a 80%. 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⁻¹, foi calculada utilizando-se a fórmula:

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

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 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. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas flores submetidas às diferentes dosagens de cloro e de 8-HQC utilizadas neste experimento não foi observado escurecimento expressivo nas bases das hastes como o ocorrido nas dosagens de cloro a 100 mg.L⁻¹ e 8-HQC a 200 mg.L⁻¹ e a 400 mg.L⁻¹. Somente a solução contendo 50 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 significativas, os lotes de flores mantidos em água destilada e ácido cítrico perderam, visualmente, as boas qualidades iniciais, quando comparadas as flores mantidas nas demais soluções.

A aparência das flores indica que as soluções com 8-hidroxiquinolina (8-HQC), e as soluções contendo cloro em segundo lugar, 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, observou-se na análise de variância que elas foram significativas apenas para os dias de análise. 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, houve ainda, inicialmente, acidificação da solução, o que pode ter retardado, por um curto período de tempo, o aparecimento dos microrganismos nocivos.

DURIGAN (2009) também relatou resultados semelhantes em experimentos com gérberas contendo diferentes soluções de manutenção onde as que continham maiores quantidades de cloro escureceram e prejudicaram a absorção das soluções pelas hastes de gérberas. Este autor também observou o crescimento de exudado de bactérias em diferentes soluções, principalmente nas soluções controle, contendo somente água.

KADER e ROGERS (1986) e VAN MEETEREN (1978a) mostraram que a maior causa do tombamento das hastes 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 1, os tratamentos contendo 8-HQC retardaram por 5 dias o tombamento de 100% das hastes. Os tratamentos com 25 mg.L⁻¹ de cloro e 25 mg.L⁻¹ de 8-HQC evitaram que após o 15º dia, 50% das hastes apresentassem tombamento.

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 e 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 2) e da massa seca. Destaque para a água destilada e as soluções contendo ácido cítrico, em que 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 3).

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⁻¹ 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 1) 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).

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⁻¹, principalmente pela queda abrupta nestas taxas entre o quinto e o décimo dia de vida em vaso, que foram de 39,8 para 15,5 mg de CO₂.h⁻¹.kg⁻¹ e de 40,1 para 17,3 mg de CO₂.h⁻¹.kg⁻¹, respectivamente. O contrário ocorreu para as hastes mantidas em cloro a 50 g.L⁻¹ e 8-HQC a 25 g.L⁻¹, as quais mantiveram taxa de respiração relativamente mais constante.

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-hidroxiquinolina (8-HQS) + 200 ppm KCl) tiveram pico respiratório 1,3 a 1,5 vez maior que as mantidas em água destilada.

Apesar das diferenças entre os parâmetros citados, não foram observados efeitos significativos das diferentes soluções na longevidade das flores de gérbera, em que foram observados para as flores mantidas em água destilada ou em ácido cítrico 64g.L⁻¹ os valores de 8,22 e 8,44 dias de vida de vaso, respectivamente; para as soluções contendo cloro, foram obtidos 9,67 dias de vida de vaso para ambos e para as soluções contendo 8-HQC foi observada longevidade média de 11,44 e 12,55 dias de vida de vaso para 25 mg.L⁻¹ e 50 mg.L⁻¹. 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 por DURIGAN (2009), 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⁻¹.

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

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. Para as

características luminosidade e ângulo hue as diferenças significativas ocorreram somente para os dias de análise.

Para luminosidade, 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, para as quais esta mudança foi mais abrupta, e para as mantidas em 8-HQC a 50 g.L⁻¹ que se mantiveram mais estáveis.

Não houve diferenças significativas entre as médias de ângulo hue ou de cor das pétalas das flores submetidas às 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 gérbas. Este mesmo resultado foi observado por DURIGAN (2009) em diversos experimentos com gérbas 'Suzanne', demonstrando que, provavelmente, os diferentes tratamentos não afetam a coloração durante a senescência das pétalas de gérbas 'Suzanne'.

Os dados relativos à cromaticidade das pétalas indicam diferenças significativas entre os tratamentos no último dia de vida de vaso, com destaque para as pétalas das flores mantidas em água destilada que ficaram mais escuras que as demais, com cromaticidade média de 77,79 no primeiro dia e 74,55 no último dia de análise (Tabela 4).

A análise de variância dos teores de carboidratos solúveis e redutores mostra que estes fatores apresentaram efeitos significativos para as variáveis 'soluções' e para 'dias de análise', com diminuição destes teores nas pétalas, o que foi mais intenso nos carboidratos solúveis (média inicial de 16,3 g.100g⁻¹ para 12,9 g.100g⁻¹) que nos carboidratos redutores (média inicial de 17,2 g.100g⁻¹ para 14,8 g.100g⁻¹). Os menores teores de carboidratos solúveis e redutores foram dosados nas pétalas das hastes mantidas em água destilada, com resultados médios de 7,5 g.100g⁻¹ e 10,2 g.100g⁻¹, respectivamente.

O desenvolvimento das flores pode estar relacionado à combinação de absorção de carboidratos pelas pétalas e degradação de vários polissacarídeos. Em flores de gladiolos, em que 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 dez vezes maior do que a diminuição amido (VAN MEETEREN et al., 1995), assim como para lírios (DIAS-TAGLIACOZZO et al., 2005), em que a imersão da base da haste em solução contendo 4% de sacarose, 200 mg.L⁻¹ de ácido cítrico preveniu a rápida senescência das flores. 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.

Os teores de carotenoides totais nas pétalas de gérbas aumentaram dentro do tempo de manutenção nos vasos (Figura 3) 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 contêm carotenoides 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 carotenoides amarelos. As pétalas destas flores mostraram-se alaranjadas quando continham de oito a dez vezes mais antocianinas que carotenoides.

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

4. CONCLUSÃO

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⁻¹ a qual obteve 100% de eficiência neste período.

A longevidade média das inflorescências, observada através da aparência, tombamento das hastes, mudança de coloração e teor de carotenoides das pétalas, foi de dez dias de vida de vaso, com média de 8,5 dias para as mantidas em água destilada ou em solução de ácido cítrico a 64 g.L⁻¹, de 9,6 dias para as soluções de cloro a 25 – 50 g.L⁻¹ e de 12 dias para as soluções de 8-HQC 25 – 50 g.L⁻¹. Estes resultados também se refletiram nos dados analisados, que registraram a diminuição nos teores de carboidratos solúveis e redutores e na taxa respiratória das gérbas cortadas.

AGRADECIMENTOS

À Capes, pela bolsa de doutorado, ao Sr. Bakker, da empresa Cornélius de Holambra/ SP, e ao engenheiro agrônomo Gustavo de Angeli Ferreira, pelas flores e apoio.

REFERÊNCIAS

- AARTS, J.F.Th. **Over de houdbaarheid van snijbloemen**. Meded. (Sobre a vida das flores cortadas. Comunicação). Landbouwhoges. Wageningen, 57, v.9, 62p., 1957.
- AMARIUTEI, A.; CRACIUN, C.; BURZO, I. Changes in the ultrastructure of cut gerbera inflorescences during vase life. **Acta Horticulturae**, 405, p.108-116, 1995.
- 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, 1974.
- CHANTRACHIT, T. **Postharvest physiology of red ginger inflorescence**. 1999. 192f. Thesis (Doctor of Philosophy in Horticulturae) – University of Hawaii, Honolulu, 1999.
- DIAS-TAGLIACOZZO, G.M.; GONÇALVES, C.; CASTRO, C.E.F. **Manutenção da qualidade pós-colheita de lírio**. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, Campinas, v.11, n.1, p.29-34, 2005.
- DUBOIS, M. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**,

Washington D.C., v. 28, p. 350-356, 1956.

DURIGAN, M.F.B. **Fisiologia e conservação pós-colheita de flores cortadas de gérbera**. 2009. 171f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

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

FARAGHER, et al., 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.

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.

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 e Hall, p.148-152, 1993.

HONDA, S. et al. 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.

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

KETSA, S.; PIYASAENGTHONG, Y.; PRATHUANGWONG, S. Model of action of AgNO₃ in maximizing vase life of *Dendrobium pompadour* flowers. **Postharvest Biology and Technology**. v.5, p.109-117, 1995.

KISHIMOTO, S. et al. 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

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

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.

MIDDLETON, E.M.; TERAMURA, A.H. 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.

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

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.

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 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.; VAN GELDER, H.; VAN DE PEPPEL, A. C. Aspects of carbohydrate balance during floret opening of freesia. **Acta Horticulturae**, 405, p.117-129, 1995.

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.

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.

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.

TABELA 1. Porcentagem de tombamento das hastes de flores cortadas de géberas 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR

Soluções	Dias de análise			
	1	5	10	15
	% de tombamento das hastes			
Água destilada	0	20	50	70
Ácido cítrico 64 g.L ⁻¹	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

TABELA 2. Variação na massa fresca (%) de flores cortadas de géberas '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 ⁻¹	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 3. Absorção (mL) por hastes de flores cortadas de géberas '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 bA	50,67 aA	17,67 bB	12,33 bB
Ácido cítrico 64 g/L ⁻¹	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.

TABELA 4. Cromaticidade de pétalas 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
Água destilada	75,79 abA	77,8 abA	76,77 aA	74,55 bB
Ácido cítrico 64 g/L ⁻¹	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-hidroquinolina.

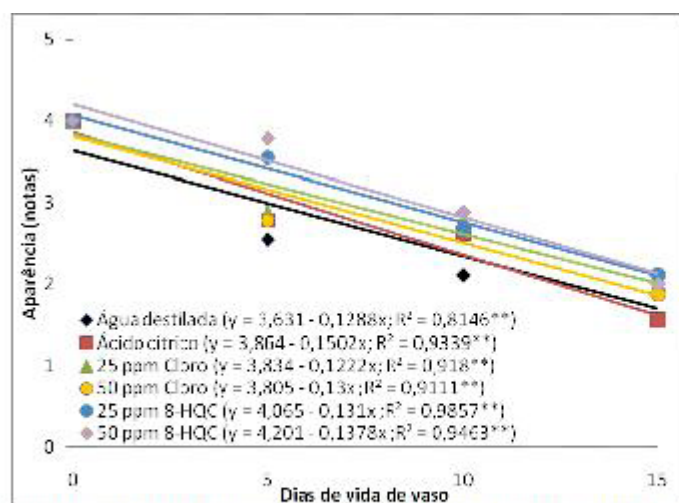


FIGURA 1. Média das notas de aparência de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR

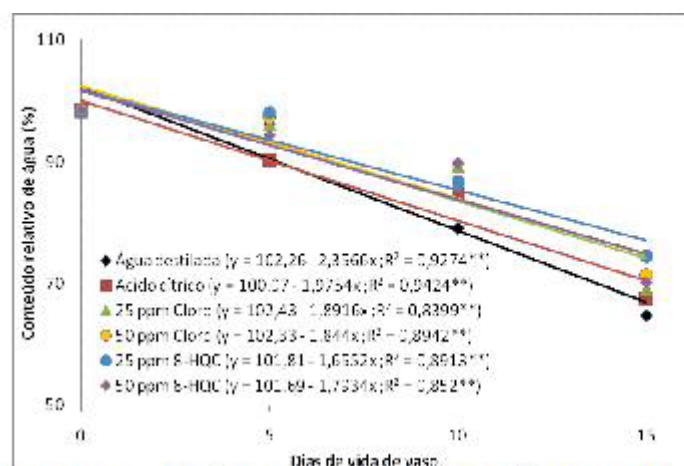


FIGURA 2. Conteúdo relativo de água em pétalas de flores cortadas de gérberas 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR

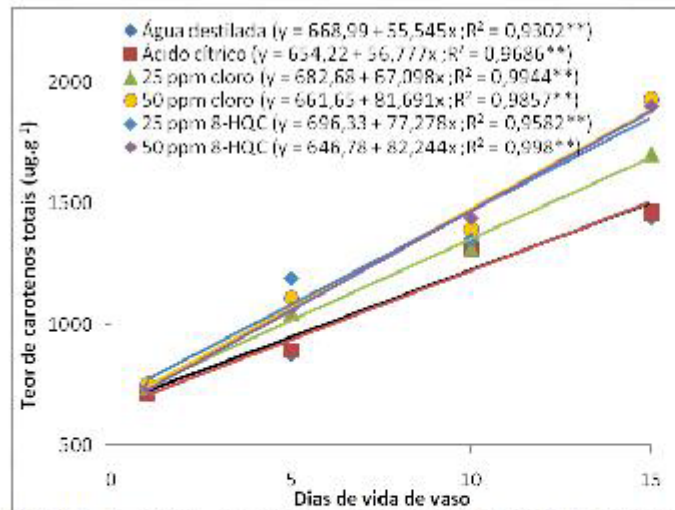


FIGURA 3. Média dos teores de carotenóides totais contidos nas pétalas de flores cortadas de gérbereas 'Suzanne' submetidas a seis soluções de manutenção e mantidas a 20°C e 65% UR