

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**TRATAMENTOS PÓS-COLHEITA VISANDO A
LONGEVIDADE FLORAL DE GLADÍOLOS
(*Gladiolus x hortulanus*)**

**María Carolina Cásares Wong
Engenheira Agrônoma**

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**TRATAMENTOS PÓS-COLHEITA VISANDO A
LONGEVIDADE FLORAL DE GLADIÓLOS
(*Gladiolus x hortulanus*)**

María Carolina Cásares Wong

Orientador: Prof. Dr. Ben-Hur Mattiuz

Co-Orientadora: Profa. Dra. Claudia Fabrino Machado Mattiuz

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)

2014

Casares, Maria Carolina
C334t Tratamentos pós-colheita visando à longevidade floral de
gladiolos (*Gladiolus x hortulanus*). / Maria Carolina Casares Wong. --
Jaboticabal, 2014
iv, 100 p.; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014

Orientador: Ben-Hur Mattiuz

Coorientadora: Claudia Fabrino Machado Mattiuz

Banca examinadora: Juliana Sanches, Clément Vigneault,
Rogério Falleiros Carvalho, Teresinha de Jesus Deléo Rodrigues

Bibliografia

1. Gladiolo
 2. Flores-soluções de "pulsing".
 3. Flores-soluções de manutenção.
- I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 582.572.7

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: TRATAMENTOS PÓS-COLHEITA VISANDO A LONGEVIDADE FLORAL DE GLADIÓLOS (*Gladiolus x hortulanus*)

AUTORA: MARIA CAROLINA CASARES WONG

ORIENTADOR: Prof. Dr. BEN-HUR MATTIUZ

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. CLAUDIA FABRINO MACHADO MATTIUZ

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. BEN-HUR MATTIUZ

Departamento de Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Profa. Dra. JULIANA SANCHES

Instituto Agronômico de Campinas / Jundiaí/SP

Prof. Dr. CLÉMENT VIGNEAULT

Horticulture Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food / Canada

Prof. Dr. ROGERIO FALLEIROS CARVALHO

Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Profa. Dra. TERESINHA DE JESUS DELEO RODRIGUES

Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 12 de dezembro de 2014.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

María Carolina Cásares Wong, filha de José Ramón Cásares Moizant e Yasmina Pastora Wong de Cásares, nasceu em 07 de maio de 1974, na cidade de Barquisimeto, estado de Lara, Venezuela. Formada como Engenheiro Agrônomo pela Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Venezuela em julho de 1999. Em dezembro de 2005, na mesma instituição, obteve o grau de Magister Scientiarum em Horticultura com o trabalho intitulado “Comportamiento del antúrio *Anthurium andreanum* cv. Arizona em diferentes sustratos de disponibilidad local”. Desde janeiro de 2008, é professora dos cursos de graduação e pós-graduação (Mestrado) em Engenharia Agrônômica na Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Venezuela.

À minha avó, Ramona,
que foi embora antes do meu retorno,
mas me deixou os seus ensinamentos

AGRADECIMENTOS

Ao Deus Nosso Senhor e à Santíssima Virgem Maria, por cada bênção que permitem na minha vida.

À Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, por me receber e me dar à oportunidade do doutorado.

À minha Universidade Centroccidental Lisandro Alvarado, onde iniciou minha formação profissional e aonde volto para tentar dar o meu melhor.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), Programa Estudante-Convênio de Pós-Graduação (PEC-PG), pela concessão da bolsa de estudos.

À empresa Terra Viva, especialmente ao Adilson B. Ribeiro, por fornecer o material vegetal para a realização destes trabalhos.

Ao meu esposo Jesús Enrique, por sempre acreditar em mim e por me dar amor em todos os jeitos possíveis.

Aos meus filhos: Jesús Andrés e Ana Isabela, por ser a força incrível que me movimenta cada dia.

Aos meus pais, Yasmina e José Ramón, pelo amor incondicional, pelas suas preces, pelos ensinamentos de vida e pelo apoio para atingir essa meta.

À minha irmã, Maria Cristina e sua família, pelo carinho que me acompanhou neste tempo longe de casa.

Aos meus tios, por sempre me encorajar a seguir adiante com a minha formação acadêmica.

Aos professores Ben-Hur Mattiuz e Claudia Fabrino Machado Mattiuz, muito mais que orientador e co-orientadora, pelo apoio, ensinamentos e amizade tão especiais. Por acreditarem em mim desde o início.

Ao Prof. Carlos Ruggiero e sua esposa Angela, pelo apoio e amizade, por ter sempre um espaço para mim e pelos momentos especiais de lazer.

Aos meus amigos, antigos e novos, de perto e de longe, que sempre torcem pelo meu sucesso.

Às “tias” dos meus filhos no CCI “Recanto dos Pequeninos” e Creche “Honório Cardoso” (CIAF II), só Deus que sabe o quanto vocês me ajudaram.

Aos meus colegas do Laboratório de Pós-Colheita: Cristiane, Vanessa G., Kelly, Joana, João, Josy, Carlos, Vanessa, e especialmente Ana Carolina,

pelos momentos compartilhados, os ensinamentos e a valiosíssima ajuda nos meus experimentos.

Às Comunidades do Caminho Neocatecumenal de Jaboticabal, especialmente às famílias de Donizete (N. S. de Lourdes) e Bernardette (Catedral), pelas suas preces e amizade.

Aos servidores do Departamento de Tecnologia, especialmente à Renata Tostes, João e Andréia, pela amizade e colaboração.

A todas as pessoas que conheci nestes anos e que fizeram desta experiência, mais do que a obtenção de um grau acadêmico. Muito obrigado a todos vocês.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 - Considerações gerais.....	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Aspectos Botânicos	3
2.2. Aspectos Econômicos	4
2.3. Aspectos Fisiológicos	4
2.4. Soluções pós-colheita para flores cortadas	5
2.4.1. Soluções de “pulsing”	6
2.4.2. Soluções de manutenção	7
2.5. Relações Hídricas	7
2.6. Carboidratos.....	8
2.7. Germicidas	9
2.8. Cálcio	10
3. REFERÊNCIAS	12
CAPÍTULO 2 – “Pulsing” com sacarose na pós-colheita de gladiolo ‘White Goddess’	20
RESUMO.....	20
ABSTRACT	21
INTRODUÇÃO	21
MATERIAL E MÉTODOS	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS	30
CAPÍTULO 3 – Pós-colheita de gladiolo ‘White Friendship’ em soluções de manutenção com sacarose e bactericida	40
Resumo	40
Abstract	41
Introdução	42
Material e métodos	43
Resultados e discussão.....	44
Conclusões.....	49
Referências	54
CAPÍTULO 4 – Use of holding solutions for gladiolus (<i>Gladiolus x hortulanus</i>) cut inflorescences	57
Abstract	57
Introduction.....	57
Material and methods	58
Results and discussion	59
Conclusions.....	63
Literature Cited	63

Tables	66
Figures	67
CAPÍTULO 5 – Germicides in holding solutions for gladiolus ‘White Friendship’ cut inflorescences	68
Abstract	68
Introduction.....	69
Material and methods	70
Results and discussion.....	72
References	77
Figures	81
CAPÍTULO 6 – Soluções de manutenção com cálcio para gladiólos ‘White Friendship’	84
Introdução	85
Material e métodos	86
Resultados e Discussão	88
Conclusões.....	96
Referências	96
CAPÍTULO 7 – Considerações finais	100

TRATAMENTOS PÓS-COLHEITA VISANDO A LONGEVIDADE FLORAL DE GLADIÓLOS (*Gladiolus x hortulanus*)

RESUMO – Flores e plantas ornamentais possuem possivelmente o maior valor econômico dentro dos produtos hortícolas, e também são as mais perecíveis. A perda do valor ornamental das flores depende da senescência das flores, da deterioração causada por patógenos e da perda da turgescência dos produtos devido ao balanço hídrico negativo. O gladiolo ou palma-de-Santa-Rita (*Gladiolus x hortulanus*) é uma inflorescência muito conhecida e apreciada, porém a curta vida de vaso e as falhas na abertura floral limitam a demanda. Embora existam técnicas pós-colheita que podem ajudar na solução destes problemas, os estudos na fisiologia das flores cortadas têm sido focados nas espécies climatéricas, em detrimento das não climatéricas, caso do gladiolo. O objetivo deste trabalho foi avaliar formulações para soluções de “pulsing” e de manutenção na longevidade e qualidade pós-colheita do gladiolo. No tratamento de “pulsing”, inflorescências de gladiolo ‘White Goddess’ foram tratadas com soluções de sacarose (0; 10; 15 e 20%) por 24 horas. Inflorescências de gladiolo ‘White Friendship’ foram colocadas em soluções de manutenção formuladas com diferentes concentrações de sacarose (CaCl₂ 0; 2; 4 e 8%); germicidas (ácido cítrico, 8-hidroxiquinolina-8HQ, dicloroisocianurato de sódio dihidratado-NaDCC e biguanida polimérica - PB), e cloreto de cálcio (0,1 e 0,2%). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com arranjo fatorial, com três repetições e três inflorescências por repetição. As avaliações foram realizadas a cada três dias e segundo a solução avaliada, consideraram-se as variáveis: vida útil, desenvolvimento pós-colheita da inflorescência (botões mostrando a cor, flores totalmente abertas, flores murchas, botões que permaneceram fechados), massa fresca das inflorescências, turbidez da solução, respiração, relações hídricas (absorção de solução, perda de água, balanço hídrico), teor de carboidratos (solúveis e redutores) e índice de estabilidade da membrana. O volume inicial (500 mL) de solução de manutenção nos frascos foi completado a cada dia de avaliação. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao 5% de probabilidade. O “pulsing” melhorou a qualidade das inflorescências e favoreceu a abertura floral, no entanto promoveu a senescência precoce das inflorescências, tornando útil esse tratamento quando é preciso uma abertura das flores rápida e com qualidade e a longevidade é menos importante. A solução de manutenção com sacarose (4%) melhorou a qualidade das inflorescências, enquanto o NaDCC e a 8-HQ, melhoraram a qualidade e a longevidade; e o ácido cítrico e a biguanida polimérica não foram eficientes. O cloreto de cálcio (0,1 e 0,2%) na solução de manutenção não melhorou a qualidade e nem a longevidade pós-colheita do gladiolo. Foi constatada a importância dos açúcares para o desenvolvimento e a qualidade pós-colheita do gladiolo, do controle dos microrganismos na solução de vaso e das pesquisas para testar outros produtos, ainda que pouco conhecidos, na pós-colheita de flores.

Palavras-chave: cálcio, germicida, “pulsing”, qualidade da flor, sacarose, solução de manutenção

POSTHARVEST TREATMENTS FOR IMPROVE INFLORESCENCE LONGEVITY OF CUT GLADIOLUS (*Gladiolus x hortulanus*)

ABSTRACT – Flowers and ornamental plants potentially have the greatest economic value in horticulture products, and they are the most perishable too. Loss of value in cut flowers is consequence of flower senescence, deterioration caused by pathogens and loss of turgor of products due to negative water balance. Gladiolus or palm-of-Santa-Rita (*Gladiolus x hortulanus*) is a well-known and appreciated inflorescence, but the short vase life and poor bud opening when harvested immature, limited demand. Although there are postharvest techniques that may help in solving these issues, cut flowers physiology research have been focused on climateric species, in detriment of non-climateric, as the gladiolus. The objective of this study was to evaluate formulations for "pulsing" and holding solutions to maintain longevity and postharvest quality of gladiolus. In pulsing treatment, gladiolus 'White Goddess' cut inflorescences were treated with sucrose (0, 10, 15 and 20%) for 24 hours. Gladiolus 'White Friendship' cut inflorescences were placed on holding solutions containing different concentrations of germicides (citric acid, 8-hydroxyquinoline - 8HQ, sodium dichloroisocyanurate dehydrate - NaDCC, and polymeric biguanide - PB), sucrose (0, 2, 4 and 8%) and calcium chloride (CaCl_2 0.1 and 0.2%). Experimental design was completely randomized with factorial arrangement with three replicates and three inflorescences per repetition. Evaluations were made every three days and according to tested solution, it was considered the following variables: vase life, fresh mass, solution turbidity, respiration, inflorescence postharvest development (showing-color buds, fully-open flowers, wilting flowers and unopened buds), water relations (solution uptake, water loss and water balance), carbohydrate content (soluble and reducing) and membrane stability index. Initial volume (500 mL) of holding solutions was completed on each valuation day. Data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability. Pulsing treatment improved inflorescences quality, hastened floral opening and thereby premature senescence of inflorescences, then this treatment is useful when a faster and high quality opening is more important that prolonged vase life. Holding solution with saccharose (4%) improved inflorescence quality. NaDCC and 8-HQ enhanced quality and vase life; citric acid and polymeric biguanide were no efficient. Calcium chloride (0,1 e 0,2%) in holding solutions did not improve postharvest quality and vase life of gladiolus. It was confirmed the importance of carbohydrates to postharvest development and quality of gladiolus; of microorganisms control in holding solutions and of research of new products in flower postharvest.

Keywords: calcium, germicide, pulsing, flower quality, sucrose, holding solution

CAPÍTULO 1 - Considerações gerais

1. INTRODUÇÃO

Devido à crescente demanda por flores cortadas, a floricultura tem atingido um lugar importante na agricultura. A floricultura é vista como uma indústria de grande desenvolvimento e conseqüentemente, como um negócio lucrativo (RANI; SINGH, 2014). Entre os cultivos hortícolas, as flores e outras ornamentais possuem, talvez, o maior valor econômico e também, são as mais perecíveis (REID; JIANG, 2012).

A perda do valor ornamental das flores cortadas para o consumidor final acontece devido a: (i) senescência das flores, (ii) deterioração devido à ação de patógenos, e (iii) perda da turgescência de pétalas, folhas ou caules devido ao balanço hídrico negativo. Em muitas flores, esses eventos acontecem antes que a flor atinja o estado de senescência fisiológica completa (VAN MEETEREN, 2009).

Os estudos na fisiologia das flores cortadas têm sido enfocados mais em espécies climatéricas (flores sensíveis ao etileno: rosa e cravo), em detrimento das espécies não climatéricas (flores insensíveis ao etileno: gladiolo, tulipas e lírios) (SINGH; KUMAR; KUMAR, 2008) e diferentes técnicas vêm sendo desenvolvidas para retardar a senescência (RANI; SINGH, 2014).

A horticultura ornamental abrange mais de 800 gêneros de bulbos com flores ou geófitos, mas o mercado é dominado por somente sete: *Tulipa*, *Lilium*, *Narcissus*, *Gladiolus*, *Hyacinthus*, *Crocus* e *Iris*, os quais representam quase 90% da área destinada a esse grupo de flores (BENSCHOP et al., 2010). O gladiolo (*Gladiolus*) é uma inflorescência muito conhecida e apreciada, mas possui uma longevidade curta (SINGH; KUMAR; KUMAR, 2008).

A vida decorativa das inflorescências cortadas depende do desenvolvimento e longevidade individual de suas flores (VAN DER MEULEN-MUISERS et al., 2001; YAMANE et al., 2005). O murchamento das pétalas e/ou senescência das flores individuais abertas ou em processo de abertura causam a deterioração precoce das inflorescências e limitam a aceitabilidade do gladiolo nos mercados nacionais e internacionais (MEMON et al., 2012).

O crescimento e desenvolvimento floral dependem do adequado fornecimento de carboidratos (VAN DER MEULEN-MUISERS et al., 2001) e a manutenção de relações hídricas favoráveis pode retardar a senescência das flores cortadas (VAN DOORN, 2001). Existem tecnologias aplicáveis na pós-colheita fundamentadas nestes fatos que podem aumentar a vida de vaso e a qualidade das flores cortadas (REID; JIANG, 2012).

As soluções de “pulsing” e de manutenção formuladas com compostos como açúcares, germicidas e cálcio, têm sido usadas para diferentes flores como: rosas (*Rosa*) (ELGIMABI; AHMED, 2009), cravo (*Dianthus*) (VERLINDEN; GARCÍA, 2004), gérbera (*Gerbera*) (EMONGOR, 2004), lírio (*Lilium*) (ARROM; MUNNÉ-BOSCH, 2012; PRISA; BURCHI; VAN DOORN, 2013), lisiantus (*Eustoma*) (CHUANG; CHANG, 2013), algumas orquídeas (*Dendrobium*) (PATTARAVAYO; KETSA; VAN DOORN, 2013), ervilha-de-cheiro (*Lathyrus*) (ELHINDI, 2012), boca-de-leão (*Antirrhinum*) (VIEIRA et al., 2010) e gladiolo (*Gladiolus*) (SINGH; SHARMA, 2003; SINGH; KUMAR; KUMAR, 2008; BAI et al., 2009), entre outros. Os resultados das pesquisas podem ser contrastantes porque, em muitos casos, as respostas são dependentes das metodologias, das espécies e até das cultivares, por isso todas as formulações devem ser cuidadosamente testadas e avaliadas.

Os objetivos do presente trabalho foram avaliar o uso de:

- Soluções de “pulsing” com diferentes concentrações de sacarose na pós-colheita de *Gladiolus x hortulanus* ‘White Goddess’.
- Soluções de manutenção contendo sacarose, no comportamento pós-colheita de *Gladiolus x hortulanus* ‘White Friendship’.
- Soluções de manutenção para melhorar a vida pós-colheita de inflorescências de *Gladiolus x hortulanus* ‘White Friendship’.
- Germicidas (dicloroisocianurato de sódio dihidratado, Na-DCC; 8-hidroxiquinolina, 8-HQ; e biguanida polimérica, PB; com adição de sacarose na solução de manutenção para gladiolos ‘White Friendship’.
- Cálcio na solução de manutenção na longevidade e qualidade das inflorescências de gladiolo ‘White Friendship’.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos Botânicos

Gladiolus (Iridaceae) é uma planta herbácea, acaule, que desenvolve gemas axilares sobre um cormo tunicado. O cormo é um caule modificado, com 3 ou 4 gemas localizadas no mesmo plano. Desta estrutura nascem as raízes fibrosas de 20 – 30 cm de comprimento. As folhas são lanceoladas, com nervuras paralelas. A flor é uma espiga que abre desde as flores basais até as apicais (VERDUGO, 2007).

A inflorescência é normalmente ereta, sem ramificações, com as flores em uma ou duas fileiras com 5-12 flores sobre um eixo terminal. As flores individuais estão entre duas brácteas verdes e possuem simetria bilateral ou radial; podem ser redondas, triangulares, curvadas ou até similares com as orquídeas. As pétalas podem ser planas, curvas, em ponta. O pistilo tem um estigma tri lobulado, um estilo e um ovário ínfero. O fruto é uma cápsula seca com 50-100 óvulos, que amadurecem 30 dias após a fertilização. As sementes são pequenas, planas ou arredondadas e com abas (TOMBOLATO; CASTRO; MATTHES, 2002).

Segundo TOMBOLATO et al. (2005), os híbridos modernos, designados como *G. x grandiflorus* Hort., são originados de um complexo de intercruzamentos de, pelo menos, 11 espécies, várias das quais são representadas por diferentes cores, formas ou variedades botânicas. Com a fácil hibridização de *Gladiolus*, acima de 10.000 cultivares têm sido reconhecidos, sendo os de cores branca e vermelha preferidos pelo mercado. Atualmente, os principais cultivares para a produção comercial no Estado de São Paulo, segundo a cor das flores, são:

- Vermelha: 'Red Beauty', 'Hunting Song', 'Robinetta', 'Traderhorn'
- Branca: 'White Friendship', 'Nymph', 'Teach In'
- Rosa: 'Rose Friendship', 'Charm', 'Charming', 'Beauty', 'Priscilla'
- Lilás: 'Fidelio'
- Coral: 'Peter Pears' (conhecida pelos floricultores como "Coral")
- Amarela: 'Nova-Lux', 'Gold Field' (TOMBOLATO et al., 2005).

Uma importante característica de essas cultivares é o fato de poderem ser colhidos em estágio de botão ainda fechado, que se abre normalmente após alguns dias em vaso com água. Eles também são menos sensíveis ao comprimento do dia e mais resistentes a baixas temperaturas do que muitos outros cultivares e produzem longas espigas com, pelo menos, dezesseis flores. Alguns podem ser mais adequados para a produção de inverno, enquanto outros se adaptam melhor ao clima de verão (TOMBOLATO et al., 2005).

2.2. Aspectos Econômicos

A maioria das bulbosas usadas como flor cortada é cultivada nas regiões temperadas do mundo. Porém, como a demanda global para todas as geófitas encontra-se em crescimento é obvio que são necessários esforços contínuos e inovadores na produção e comercialização (BENSCHOP et al., 2010).

O cultivo do gladiolo no Brasil iniciou-se nos anos 1950, quando os produtores da Cooperativa Agrícola Holambra (uma colônia holandesa) começaram uma produção comercial de grande investimento. Atualmente, a produção de flores cortadas concentra-se no estado de São Paulo e o mercado alvo são as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro (TOMBOLATO; CASTRO; MATTHES, 2002).

As flores e plantas ornamentais são parte importante do comércio hortícola internacional e, com frequência, as unidades de produção estão localizadas muito longe dos seus mercados alvos. O comércio de espécies ornamentais apresenta grandes variações na oferta e demanda, devido à alta demanda em algumas datas e a uma oferta variável, particularmente para flores produzidas em outras regiões (AKI; PEROSA, 2002; JUNQUEIRA; PEETZ, 2010). Por isso, são importantes os avanços nas técnicas de conservação pós-colheita que possam garantir maior tempo de comercialização e uma melhor qualidade e vida útil dos produtos.

2.3. Aspectos Fisiológicos

O manuseio, armazenamento e comercialização de plantas ou partes de plantas é uma das maiores preocupações das sociedades humanas. A fisiologia

pós-colheita ocupa-se dos processos funcionais no material vegetal após ter sido colhido, desde a colheita com a remoção da planta do seu ambiente de crescimento até a chegada ao consumidor final, deterioração, ou morte (SILVA, 2003).

As flores são órgãos heterogêneos e cada parte pode apresentar um estado de desenvolvimento fisiológico diferente (EMONGOR, 2004). Durante a abertura floral, a degradação do amido e outros carboidratos de reserva ocorrem com muita intensidade e os açúcares produzidos podem funcionar como compostos osmóticos necessários para a rápida expansão floral. Durante a senescência, os níveis de carboidratos nas pétalas geralmente diminuem e essa redução pode ser um dos iniciadores do processo (WOLTERING, 2003).

Por outro lado, as flores possuem uma longevidade limitada, dependente da espécie e até da variedade ou cultivar, com um programa de senescência irreversível, que é independente dos fatores ambientais, diferentemente da senescência das folhas, que está mais influenciada por estímulos externos (ROGERS, 2006).

A senescência é um processo ativo, muito regulado, que pode ser definido como as alterações metabólicas que fazem parte de um programa genético que conduz à morte das células envolvidas. A senescência floral, com frequência se refere à deterioração de partes do perianto e nem sempre significa que outras partes da flor, como ovário ou receptáculo sofram o mesmo processo (WOLTERING, 2003).

A vida útil das flores geralmente é definida pelo tempo até o murchamento das tépalas ou até abscisão delas ainda turgescer. No caso do gladiolo (*Gladiolus*), a senescência é independente da ação do etileno e a longevidade está determinada pelo murchamento das tépalas, que inclui perda de turgescência e desidratação dos tecidos (VAN DOORN, 2001).

2.4. Soluções pós-colheita para flores cortadas

Quando as flores são colhidas perdem a sua fonte de água e alimento, e é por isso que possuem uma limitada vida de vaso. Diferentes métodos são utilizados para manter a qualidade destes produtos no tempo e conseguir que o consumidor final possa deleitar-se com eles após a colheita. Estes métodos vêm melhorando com

grande intensidade. As exigências e interesses de consumidores e floristas em espécies novas incrementam-se a cada dia, e assim a qualidade e a longevidade dos produtos precisam aumentar para se adaptar aos novos parâmetros de avaliações de qualidade. A aparência, qualidade e longevidade das flores cortadas dependem dos tratamentos culturais na pré-colheita, de um apropriado momento de colheita, das condições de transporte dos produtos e do manuseio pós-colheita (SILVA, 2003).

A longevidade das flores cortadas pode ser estendida com a aplicação de tratamentos que reduzem a taxa de senescência e melhoram as relações hídricas das hastas. Portanto, além do controle da temperatura de armazenamento, umidade relativa e a composição dos gases ao redor do produto, as flores podem ser tratadas com vários compostos químicos ou por repetidos cortes da base da haste, que podem restabelecer o balanço hídrico (FINGER; BARBOSA, 2006).

2.4.1. Soluções de “pulsing”

Um tratamento eficiente usado em flores cortadas é o “pulsing”, no qual logo após a colheita ou retirada do armazenamento refrigerado, as flores são colocadas numa solução contendo um ou mais compostos por um período relativamente curto (30 minutos a 24 horas). Entre as substâncias que podem compor a solução de “pulsing” estão: açúcares, ácidos orgânicos, inibidores da síntese ou da ação do etileno e compostos bactericidas (NAIR; SINGH; SHARMA, 2003; SILVA, 2003; FINGER; BARBOSA, 2006).

No “pulsing”, os tecidos vegetais são supridos com açúcares para garantir que exista o substrato suficiente para que as flores possam se desenvolver e ter uma longevidade adequada. A inclusão dos açúcares pode aumentar a concentração osmótica em folhas e flores, e como consequência, melhorar a absorção de água (IWAYA-INOUE; TAKATA, 2001).

O “pulsing” com sacarose tem sido útil na conservação pós-colheita de esporinha (*Consolida ajacis*) (FINGER et al., 2001), angélica (*Polyanthes tuberosa*) (HUTCHINSON; CHEBET; EMONGOR, 2003), cravo (*Dianthus caryophyllus*) (WHITEHEAD et al., 2003) e gladiolo (*Gladiolus*) (BABAJI et al., 2014; MUNSI;

CHAKRABARTY; ROYCHOWDURY, 2011; SINGH; SHARMA, 2003), aumentando a longevidade e a qualidade do produto comercial.

2.4.2. Soluções de manutenção

Os mesmos compostos, mas usualmente em concentrações menores que as usadas no “pulsing” também podem ser parte da solução de vaso ou manutenção, onde as flores permanecerão até o final da vida decorativa (ALMEIDA et al., 2011; FINGER; BARBOSA, 2006).

As soluções de manutenção são formuladas para fornecer os elementos necessários (água e açúcares) para o desenvolvimento adequado dos botões florais após o corte (PUN; ICHIMURA, 2003; REID; JIANG, 2012). Numerosas substâncias, incluindo a sacarose, têm sido usadas para manter as características ideais de diferentes flores na pós-colheita (SINGH; KUMAR; KUMAR, 2008; ELHINDI, 2012).

A seleção de um biocida adequado pode melhorar a abertura floral e prolongar a vida útil das flores cortadas, quando comparadas com o uso de apenas água no vaso. Igualmente, é importante evitar o uso de substâncias com potenciais efeitos tóxicos para o ambiente (DAMUNUPOLA; JOYCE, 2008; FINGER; BARBOSA, 2006).

Diversas formulações tem provado ser úteis para numerosas espécies, mas as diferenças nas necessidades e no comportamento das flores tornam indispensáveis os testes para cada situação.

2.5. Relações Hídricas

Adequadas relações hídricas em flores cortadas são um elemento óbvio e importante na pós-colheita. O balanço hídrico é determinado pela diferença entre a absorção e a perda de água, e um ótimo manuseio pós-colheita inclui entender e manejar os dois lados desta relação (REID; JIANG, 2012).

Fornecer água adequadamente às flores cortadas deveria ser uma ação simples, já que a solução de vaso tem acesso direto ao xilema, sem precisar passar através dos tecidos das raízes. Na prática, a absorção de água é frequentemente

impedida pela desidratação que acontece no manuseio a seco das flores, pela cavitação que acontece quando a coluna de água se quebra, e muito habitualmente pelas obstruções ocasionadas pelos microrganismos e/ou pela formação de tiloses e géis (REID; JIANG, 2012; VAN DOORN, 2012).

A quantidade e a qualidade da água são importantes para a manutenção das flores cortadas. O fornecimento contínuo de água da planta mãe, que é eliminado na colheita, é essencial para o desenvolvimento físico da flor cortada. Esse desenvolvimento físico é possível em parte pela pressão de turgescência positiva, que conduz a expansão celular. A água se perde constantemente nas flores cortadas, resultando em desidratação dos tecidos, diminuição da absorção, transpiração, condutividade hidráulica, massa fresca, teor de água e potencial hídrico, o que traz murchamento precoce e queda de folhas e flores (SILVA, 2003).

2.6. Carboidratos

O fornecimento exógeno de açúcares tem sido eficiente na extensão da vida útil das flores cortadas, sugerindo que a falta de açúcares pode levar ao murchamento das pétalas (VAN DOORN, 2004). Por outro lado, o acúmulo de açúcar é um mecanismo para reduzir o potencial hídrico nas pétalas, promovendo a absorção de água para o alongamento celular e a abertura floral; e a sacarose pode agir como uma molécula osmoticamente ativa que favorece a absorção de água e a manutenção da turgescência das flores (KUMAR; SRIVASTAVA; DIXIT, 2008; HASSAN, 2009).

Os açúcares podem retardar a senescência e o início da deterioração das pétalas, quando o processo não está controlado pelo etileno. Existe evidência de que a redução ou ausência de carboidratos disponíveis pode causar a senescência das pétalas, porque as mudanças na ultraestrutura, metabolismo e expressão dos genes são marcadamente similares às dos órgãos com falta de açúcares: nos dois casos se apresenta degradação em massa do amido, proteínas, lipídeos e ácidos nucleicos (VAN DOORN, 2004). Porém, é importante testar as concentrações e o tipo de açúcar na formulação da solução de vaso porque algumas fontes de

carboidratos ou concentrações muito altas podem causar danos nas flores (AL-HUMAID, 2005).

A qualidade pós-colheita de gladiolos 'Rose Supreme' e 'Nova Lux' foi melhorada significativamente pelo uso de soluções de vaso contendo glicose, observando-se também alto conteúdo de clorofila e carboidratos totais nas flores tratadas, sugerindo que o fornecimento externo de carboidratos pode favorecer a síntese de pigmentos fotossintéticos. O número de flores abertas nas hastes aumentou e as quantidades de flores danificadas diminuíram com o uso de glicose (AL-HUMAID, 2005).

O uso de sacarose na solução de vaso aumentou a absorção, o número de flores abertas e a longevidade, diminuiu a perda de água e atrasou o início da deterioração das hastes florais de gladiolo (SINGH; KUMAR; KUMAR, 2008; KHAN et al., 2009; MUNSI et al., 2011).

2.7. Germicidas

Com o avanço dos dias após a colheita, diversos fatores podem afetar a absorção d' água, embora a superfície de corte não tenha sido exposta ao ar. Esse problema se relaciona principalmente com o desenvolvimento de bactérias que obstruem os tecidos do xilema, o que impede a apropriada absorção de água e reduz a qualidade e a longevidade das flores cortadas. Os biocidas ou desinfetantes são substâncias importantes na prevenção do crescimento dessas bactérias (RANI & SINGH, 2014). Muitos desses compostos não têm apenas propriedades bactericidas e alguns podem agir como surfactantes, afetar a ação do etileno e/ou as enzimas envolvidas no bloqueio fisiológico do xilema (VAN DOORN, 2012). Finalmente, para ser eficiente, um composto biocida deve funcionar em todas as condições, incluindo as variações na composição da solução de vaso ou de "pulsing" (KNEE, 2000).

Existe uma grande quantidade de biocidas usados na pós-colheita de flores com comprovado efeito antimicrobiano, entre eles biocidas orgânicos como a 8-hidroxiquinolina; e inorgânicos como os compostos clorados (DAMUNUPOLA; JOYCE, 2008).

O citrato de hidroxiquinolina (8-HQC) é utilizado no controle de microrganismos das soluções conservantes, reduzindo o bloqueio dos vasos do xilema na haste. Além disso, interfere no balanço hídrico porque estimula o fluxo de água na seção basal das hastes florais (MATTIUZ et al., 2005). SINGH E SHARMA (2003) encontraram que o uso de sacarose (5%) em conjunto com 8-HQC (600 mg L⁻¹), aumentou a absorção de água, a longevidade, o número e diâmetro das flores individuais abertas de gladiolo. Apontam que o uso de 8-HQC pode ajudar a manter a turgescência e melhorar o balanço hídrico e a aparência das hastes, retardando o início da senescência.

Os compostos clorados, incluindo hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio, ácido dicloroisocianúrico (DICA) são biocidas efetivos contra grande número de bactérias, fungos, algas e vírus, e de uso comum nas soluções de vaso, especialmente as formulações de liberação lenta (KNEE, 2000; CLASEN; EDMONSON, 2006). Diferentes formulações de compostos clorados têm sido usadas com sucesso em rosa (*Rosa*) (KETSA; CHINPRAYOON, 2007; KETSA; DADAUNG, 2007), *Gypsophylla* e cravo (*Dianthus caryophyllus*) (MACNISH; LEONARD; NELL, 2008).

O ácido cítrico, por sua vez, tem como principal função a diminuição do pH das soluções (MATTIUZ et al., 2010). Tem sido usado para diferentes flores como: rosa (*Rosa*) (PIETRO et al., 2012), gérbera (*Gerbera jamesonii*) (MEMAN; DABHI, 2006), lisiantus (*Eustoma grandiflorum*) (KIAMOHAMMADI; GOLCHIN; HASHEMABADI, 2012) e gladiolo (*Gladiolus*) (KHAN et al., 2009). Entretanto, a eficiência do cloro diminui rapidamente em soluções acidificadas com ácido cítrico, portanto, não devem ser usados juntos (XIE et al., 2008).

2.8. Cálcio

O cálcio é um elemento essencial e um regulador importante do crescimento e desenvolvimento das plantas. Possui um papel essencial na determinação da rigidez estrutural da parede celular e controla a estrutura e função da membrana. O Ca⁺² se junta aos fosfolípidios, estabiliza as capas lipídicas e assim proporciona

integridade estrutural às membranas celulares. Também pode dar seletividade ao processo de transporte iônico (HEPLER, 2005).

Está envolvido com a regulação da divisão celular e é mensageiro secundário em vias de sinalização nas plantas, unindo uma grande variedade de estímulos ambientais e de desenvolvimento para desencadear as respostas fisiológicas adequadas (LECOURIEUX; RANJEVA; PUGIN et al., 2006).

O uso deste elemento na pós-colheita tem sido uma alternativa de sucesso para manter a qualidade e retardar a senescência em flores cortadas de *Gerbera* (GONZÁLEZ-AGUILAR; ZAVALETA-MANCERA, 2012), *Alpinia* (SILVA et al., 2009), *Rosa* (DIAS; PATIL, 2003; MORTAZAVI et al., 2007; HUERTA et al., 2011) e *Gladiolus* (BAI et al., 2009; SAIRAM; VASANTHAN; ARORA, 2011) entre outros, melhorando aspectos específicos da pós-colheita como: redução do número de flores murchas na haste (ANJUM et al., 2001), redução da incidência de doenças na pós-colheita de flores (CAPDEVILLE et al., 2003), incremento na rigidez do escapo floral, da parede celular e da lâmina média (TRUJILLO-VILLAGARCÍA et al., 2006), manutenção da hidratação das flores (SILVA et al., 2009) e aumento na absorção e teor de água dos tecidos (CABAÑERO; MARTÍNEZ; CARVAJAL, 2004; SARDOEI, 2014).

3. REFERÊNCIAS

AKI, A.; PEROSA, J. M. Y. Aspectos da produção e consumo de flores e plantas ornamentais no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 8, p. 13-23, 2002.

AL-HUMAID, A. Effect of glucose and biocides on vase-life and quality of cut gladiolus spikes. **Journal of King Saud University - Agricultural Science**, Riyadh, v. 17, n.1, p. 11-23, 2005.

ALMEIDA, E. F. A.; PAIVA, P. D. O.; LIMA, L. C. O.; SILVA, F. C.; FONSECA, J.; NOGUEIRA, D. A. Calla lily inflorescences postharvest: pulsing with different sucrose concentrations and storage conditions. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 657-663, 2011.

ANJUM, M.; NAVEED, F.; SHAKEEL, F.; AMIN, S. Effect of some chemicals on keeping quality and vase life of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cut flowers. **Journal of Research (Science)**, Multan, v. 12, n. 1, p.1-7, 2001.

ARROM, L.; MUNNE-BOSCH, S. Sucrose accelerates flower opening and delays senescence through a hormonal effect in cut lily flowers. **Plant Science**, Shannon, v. 188-189, p. 41-47, 2012.

BAI, J.; XU, P.; ZONG, C.; WANG, C. Effects of exogenous calcium on some postharvest characteristics of cut gladiolus. **Agricultural Sciences in China**, Beijing, v. 8, n. 3, p. 293-303, 2009.

BABAJI, J. D.; BHARAT, P. N.; SURESH, D. S.; DAVABHAI, P. Effect of different levels of sugar in pulsing treatment on postharvest quality of gladiolus cv. American Beauty. **Annals of Biological Research**, Hefei, v. 5, n. 8, p. 13-17, 2014.

BENSCHOP, M.; KAMENETSKY, R.; LE NARD, M.; OKUBO, H.; DE HERTOOGH, A. The global flower bulb industry: production, utilization, research. **Horticultural Reviews**, New Jersey, v. 36, p.1-115, 2010.

CABAÑERO, F.; MARTÍNEZ, V.; CARVAJAL, M. Does calcium determine water uptake under saline conditions in pepper plants, or is it water flux which determines calcium uptake? **Plant Science**, Shannon, v. 166, p. 443–450, 2004.

CAPDEVILLE, G. de; MAFFIA, L.A.; FINGER, F.L.; BATISTA, U.G. Gray mold severity and vase life of rose buds after pulsing with citric acid, salicylic acid, calcium sulfate, sucrose and silver thiosulfate. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 380-385, 2003.

CHUANG, Y.; CHANG, Y. A. The role of soluble sugars in vase life of *Eustoma grandiflorum*. **HortScience**, Alexandria, v. 48, n. 2, p. 222-224, 2013.

CLASEN, T.; EDMONSON, P. Sodium dichloroisocyanurate (NaDCC) tablets as an alternative to sodium hypochlorite for the routine treatment of drinking water at the household level. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, Frankfurt, v. 209, p. 173-181, 2006

DAMUNUPOLA, J. W.; JOYCE, D. C. When is a vase solution biocide not, or not only, antimicrobial? **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Miyazaki, v. 77, n. 3, p. 221-228, 2008.

DIAS, S. M. F.; A. A. PATIL. Chemically fortified solutions to enhance the longevity of cut roses cv. Arjun. **Karnataka Journal of Agricultural Science**, Karnataka, v. 16, n. 2, p. 324-326, 2003.

ELGIMABI, M. N.; AHMED, O. K. Effects of bactericide and sucrose-pulsing on vase life of rose cut flowers (*Rosa hybrida*). **Botany Research International**, Giza, v. 2, n. 3, p. 164-168, 2009.

ELHINDI, K. M. Effects of postharvest pretreatments and preservative solutions on vase life longevity and flower quality of sweet pea (*Lathyrus odoratus* L.). **Photosynthetica**, Praha, v. 50, n. 3, p. 371-379, 2012.

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

FINGER, F. L.; BARBOSA, J. G. Postharvest physiology of cut flowers. **Advances in Postharvest Technologies for Horticultural Crops**, Kerala, v. 17, p. 373-393, 2006.

FINGER, F. L.; DOS SANTOS, V. R.; DE MORAES, P. J.; BARBOSA, J. G. Pulsing with sucrose and silver thiosulfate extend the vase life of *Consolida ajacis*. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 542, p. 63-67, 2001.

GONZALEZ-AGUILAR, S.; ZAVALA-MANCERA, A. El CaCl_2 en la vida de florero de gerbera: pigmentos, fenoles, lignina y anatomía del escapo. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, Texcoco, v. 3, n. 3, p. 539-551, 2012.

HASSAN, F. A. S. Influence of 8-hydroxyquinoline sulphate and sucrose treatments on the post-harvest quality of cut flowers of *Strelitzia reginae* and *Hippeastrum vittatum*. **Acta Agronomica Hungarica**, Budapest, v. 57, n. 2, p. 165-174, 2009.

HEPLER, P. K. Calcium: A central regulator of plant growth and development. **The Plant Cell**, Norwich, v. 17, p. 2142-2155, 2005.

HUERTA, M.; ARRIAGA, A.; GONZÁLEZ, S.; MANDUJANO, M.; GUZMÁN, G.; GRACIÁN, S. The effects of calcium on postharvest water status and vase life of *Rosa hybrida* cv. Grand Gala. **International Journal of Agriculture & Biology**, Faisalabad, v. 13, p. 233-238, 2011.

HUTCHINSON, M.; CHEBET, D.; EMONGOR, V. Effect of accel, sucrose and silver thiosulfate on the water relations and postharvest physiology of cut tuberose flowers. **African Crop Science Journal**, Kampala, v. 11, n. 4, p. 279-287, 2003.

IWAYA-INOUE, M.; TAKATA, M. Trehalose plus chloramphenicol prolonging the vase life of tulip flowers. **HortScience**, Alexandria, v. 36, p. 946-950, 2001.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. A floricultura brasileira no contexto da crise econômica e financeira mundial. **AGRIANUAL 2010**, São Paulo, p. 324-333, 2010.

KETSA, S.; CHINPRAYOON, S. Effects of holding solutions on vase life of miniature cut flowers. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 751, p. 459-464, 2007.

KETSA, S.; DADAUNG, S. Effects of sodium dichloroisocyanurate and sucrose on vase life of cut roses. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 751, p. 465-472, 2007.

KHAN, F. N.; YASMIN, L.; NASRIN, T. A. A.; HOSSAIN, M. J.; GOLDER, P. C. Effect of sucrose and pH on the vase life of gladiolus flower. **SAARC Journal of Agriculture**, Dhaka, v. 7, n. 1, p. 11-18, 2009.

KIAMOHAMMADI, M.; GOLCHIN, A.; HASHEMABADI, D. Optimizing the vase life of cut lisianthus (*Eustoma grandiflora*). **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 934, p. 501-508, 2012.

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

KUMAR, N.; SRIVASTAVA, G. C.; DIXIT, K. Flower bud opening and senescence in roses (*Rosa hybrida* L.). **Plant Growth Regulation**, New York, v. 55 p. 81-99, 2008.

LECOURIEUX, D.; RANJEVA, R.; PUGIN, A. Calcium in plant defence-signalling pathways. **New Phytologist**, Lancaster, v. 171, p. 249–269, 2006.

MACNISH, A.J.; LEONARD, R.T.; NELL, T.A. Treatment with chlorine dioxide extends the vase life of selected cut flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Washington, v. 50, p. 197–207, 2008.

MATTIUZ, C. F. M.; RODRIGUES T. J. D.; PIVETTA, K. F. L.; MATTIUZ, B. H.; Water relations of cut inflorescences of *Alpinia purpurata* treated with seven pulsing solutions. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 683, p. 363-368, 2005.

MATTIUZ, C. F. M.; RODRIGUES, T. J. D.; MATTIUZ, B. H.; PIETRO, J.; MARTINS, R. N. 2010. Armazenamento refrigerado de inflorescências cortadas de *Oncidium varicosum* 'Samurai'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 11, p. 2288-2293, 2010.

MEMAN, M. A.; DABHI, K. M. Effect of different stalk lengths and certain chemical substances on vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii* Hook) cv. Savana Red. **Journal of Applied Horticulture**, Lucknow, v. 8, n. 2, p. 147-150, 2006.

MEMON, N.; VISTRO, A. A.; PAHOJA, V. M.; BALOCH, Q. B.; SHARIF, N. Membrane stability and postharvest keeping quality of cut gladiolus flower spikes. **Journal of Agricultural Technology**, Hangzhou, v. 8, n. 6, p. 2065-2076, 2012.

MORTAZAVI, N.; NADERI, R.; KHALIGHI, A.; BABALAR, M.; ALLIZADEH, H. The effect of cytokinin and calcium on cut flower quality in rose (*Rosa hybrida* L.) cv. Illona. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v. 5, n. 3&4, p. 311-313, 2007.

MUNSI, P.; CHAKRABARTY, S.; ROYCHOWDHURY, N. Effect of storage conditions and packaging supplemented with different solutions (wet packing) on vase life of *Gladiolus*. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.866, p. 349-355, 2011.

NAIR, S.; SINGH, V.; SHARMA, T. V. S. R. Effect of chemical preservatives on enhancing vase-life of gerbera flowers. **Journal of Tropical Agriculture**, Thrissur, v. 41, p. 56-58, 2003.

PATTARAVAYO, R.; KETSA, S.; VAN DOORN, W. G. Sucrose feeding of cut *Dendrobium* inflorescences promotes bud opening, inhibits abscission of open flowers, and delays tepal senescence. **Postharvest Biology and Technology**, Washington, v. 77, p. 7-10, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.09.014>

PIETRO J.de; MATTIUZ B.H.; MATTIUZ C.F.M.; RODRIGUES T.J.D. Manutenção da qualidade de rosas cortadas cv. Vega em soluções conservantes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 64-70, 2012.

PRISA, D.; BURCHI, D.; VAN DOORN, W. G. Effects of low temperature storage and sucrose pulsing on the vase life of *Lilium* cv. Brindisi. **Postharvest Biology and Technology**, Washington, v. 79, p. 39-46, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.12.018>>

PUN, U.M.; ICHIMURA, K. Role of sugars in senescence and biosynthesis of ethylene in cut flowers. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Tsukuba, v. 37, n. 4, p. 219-224, 2003.

RANI, P.; N. SINGH. Senescence and postharvest studies of cut flowers: A critical review. **Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science**, Serdang, v. 37, n. 2, p. 159-201, 2014.

REID, M.; JIANG, C. Postharvest biology and technology of cut flowers and potted plants. **Horticultural Reviews**, New Jersey, v. 40, p. 1-54, 2012.

ROGERS, H. Programmed cell death in floral organs: how and why do flowers die? **Annals of Botany**, Exeter, v. 97, p. 309–315, 2006.

SAIRAM, R.; VASANTHAN, B.; ARORA, A. Calcium regulates gladiolus flower senescence by influencing antioxidative enzymes activity. **Acta Physiologiae Plantarum**, Poznan, v. 33, p. 1897-1904, 2011.

SARDOEI, A. Effect of gibberellic acid and calcium chloride on keeping quality and vase life of narcissus (*Narcissus tazetta*) cut flowers. **International Journal of Plant, Animal and Environmental Science**, Hyderabad, v. 4, n. 2, p. 473-478, 2014.

SILVA, A. T. C.; FERREIRA, V. M.; GRACIANO, E. S. A.; SOUZA, R. C.; ARAÚJO NETO, J. C.; LOGES, V. Postharvest of pink ginger floral stems treated with silver thiosulphate, sucrose, and calcium. **Horticultura Brasileira**, Brasilia, v. 27, p. 357-361, 2009.

SILVA, J. A. T. The cut flower: Postharvest considerations. **Online Journal of Biological Sciences**, Umea, v. 3, n. 4, p. 406-442, 2003.

SINGH, A.; KUMAR, J.; KUMAR, P. Effects of plant growth regulators and sucrose on post-harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of gladiolus. **Plant Growth Regulation**, New York, v. 55, p. 221-229, 2008.

SINGH, P. V.; SHARMA, M. The postharvest life of pulsed gladiolus spikes: the effect of preservative solutions. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 624, p. 395-398, 2003.

TOMBOLATO, A. F. C.; CASTRO, J. L. de; MATTHES, L. A. F. Brazilian breeding program on *Gladiolus* spp. - History and first results. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.570, p. 219-224, 2002.

TOMBOLATO, A. F. C.; CASTRO, J. L. de; MATTHES, L. A. F.; LEME, J. M. Melhoramento genético do gladiolo no IAC: novos cultivares 'IAC Carmim' e 'IAC Paranapanema'. **Científica**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 142-147, 2005.

TRUJILLO-VILLAGARCÍA, B.; ZAVALA-MANCERA, H.; MORA-HERRERA, M.; LÓPEZ-DELGADO, H. Efecto del CaCl₂ sobre la actividad enzimática antioxidante durante la vida de florero de gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolux ex Hook F.). **Revista Chapingo Serie Horticultura**, Chapingo, v. 12, n. 2, p. 203-209, 2006.

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

VAN DOORN, W. G. Is petal senescence due to sugar starvation? **Plant Physiology**, Glasgow, v.134, p. 35-42, 2004.

VAN DOORN, W. G. Role of soluble carbohydrate in flower senescence: a survey. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 543, p. 179-183, 2001.

VAN DOORN, W. G. Water relations in cut flowers: An update. **Horticultural Reviews**, New Jersey, v. 40, p. 55-107. 2012.

VAN MEETEREN, U. Causes of quality loss of cut flowers - a critical analysis of postharvest treatments. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 847, p. 27-36, 2009.

VERDUGO, G. Cultivo del gladiolo. In: _____, MONTESINOS, A.; ZÁRATE, F.; ERICES, Y.; GONZÁLEZ, A.; BARBOSA, P.; BIGGI, M. **Producción de flores cortadas. V Región**. Santiago: Salviat Impresores. 2007. p. 44-47.

VERLINDEN, S.; GARCÍA, J. J. V. Sucrose loading decreases ethylene responsiveness in carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. White Sim) petals. **Postharvest Biology and Technology**, New York, v. 31, p. 305-312, 2004.

VIEIRA, L. M.; MENDES, T. D. C.; FINGER, F. L.; BARBOSA, J. G. Soluções conservantes prolongam a vida de vaso de inflorescências cortadas de boca-de-leão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 827-832, 2010.

WHITEHEAD, C. S.; O'REILLY, L.; WEERTS, J.; ZAAYMAN, M. M.; GAUM, W. The effect of sucrose pulsing on senescing climacteric cut flowers. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 599, p. 549-557, 2003.

WOLTERING, E. J. Senescence, Flowers In: **Postharvest Physiology**, Wageningen, p. 816-823, 2003.

XIE, L.; JOYCE, D. C.; IRVING, D. E.; EYRE, J. X. Chlorine demand in cut flower vase solutions. **Postharvest Biology and Technology**, Washington, v. 47, p. 267-270.2008.

YAMANE, K.; KAWAUCHI, T.; YAMAKI, Y. T.; FUJISHIGE, N. Effects of treatment with trehalose and sucrose on sugar contents, ion leakage and senescence of florets in cut gladiolus spikes. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 669, p. 351-357, 2005.

CAPÍTULO 2 – “Pulsing” com sacarose na pós-colheita de gladiolo ‘White Goddess’¹

Pulsing with sucrose for gladiolus ‘White Goddess’ cut inflorescences

RESUMO

Quando as flores são colhidas da planta e colocadas em ambientes com baixa luminosidade, perdem a fonte natural de carboidratos e água e reduzem drasticamente os níveis de fotossíntese, condições necessárias para alcançar uma abertura floral e longevidade adequadas. As soluções de “pulsing” podem abastecer os tecidos vegetais com carboidratos para garantir esses requerimentos, trazendo benefícios na manutenção da qualidade e vida útil das flores cortadas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da solução de “pulsing” com sacarose na pós-colheita de gladiolo. Hastes de gladiolo (*Gladiolus x hortulanus* ‘White Goddess’) foram padronizadas e colocadas durante 24 horas em soluções com sacarose 0; 10 ; 15 e 20% e depois mantidas em solução de vaso apenas com germicida em condições ambiente de $21,2 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e $66 \pm 4\%$ UR, até o fim da vida de vaso. Foram avaliadas: vida útil, desenvolvimento pós-colheita da inflorescência e massa fresca. O “pulsing” acelerou a abertura floral e aumentou o número de flores abertas, a absorção de solução, o balanço hídrico e a massa fresca das inflorescências; no entanto reduziu a longevidade e a perda de água. As soluções de “pulsing” com sacarose melhoraram a qualidade das inflorescências e aceleraram o processo de abertura com subsequente senescência floral das inflorescências de gladiolo.

Palavras-chave: *Gladiolus x hortulanus*, carboidratos, senescência, relações hídricas.

¹ Artigo para ser submetido à revista Ciência Rural.

ABSTRACT

Cut flowers are separated from plant and placed in low luminosity conditions, losing their natural source of sugars and water and dramatically reduce photosynthesis levels, required conditions for flower opening and satisfactory vase life. Pulsing solutions can provide vegetal tissues with sugars to assure these requirements, giving benefits in maintaining cut flowers quality and vase life. The aim of this work was to evaluate pulsing solutions effect on gladiolus postharvest. Gladiolus (*Gladiolus x hortulanus* 'White Goddess') were standardized and place on sucrose solutions (0; 10; 15 e 20%) for 24 hours and then transferred to containers with only-germicide (sodium dichloroisocyanurate dihydrate) holding solution and ambient conditions of 21,2°C ($\pm 0,2$) and relative humidity of 66% (± 4), until end of vase life. Pulsing treatments accelerated flower opening, reduced longevity and water loss; and improved fully-open flowers number, solution uptake, water balance and inflorescence fresh mass. Pulsing solutions with sucrose improved inflorescence quality and hastened flower opening and subsequent senescence in gladiolus cut inflorescences.

Keywords: *Gladiolus x hortulanus*, carbohydrates, senescence, water relations.

INTRODUÇÃO

As flores e inflorescências cortadas são drenos ativos que precisam do fornecimento contínuo de carboidratos como fonte de energia, para a síntese de parede celular e para manter o potencial osmótico. A fotossíntese em condições de baixos níveis de luz nos ambientes de interiores é muito limitada e não proporciona às flores ou hastes, suficientes carboidratos para a abertura e longevidade adequadas. No entanto, as estruturas florais não armazenam grandes quantidades de açúcares. Assim, o fornecimento exógeno de açúcares usualmente traz benefícios na manutenção da qualidade e vida útil das flores cortadas (FINGER et al., 2001; RANWALA & MILLER, 2009).

Dentre as práticas para o fornecimento de açúcares às flores cortadas, destaca-se o uso de soluções de “pulsing”, baseado no princípio de que os tecidos vegetais são abastecidos com carboidratos para garantir que haverá suficiente substrato para que as flores possam abrir e ter uma durabilidade e qualidade pós-colheita aceitável para o consumidor (SILVA, 2003). No “pulsing”, as hastes florais são colocadas, logo após a colheita, numa solução constituída geralmente por sacarose, por um período curto entre 30 minutos e 24 horas (ALMEIDA et al., 2011).

A aplicação exógena de açúcares como a sacarose, prolonga a vida útil e favorece a abertura floral em várias flores cortadas. O aumento da longevidade tem sido atribuído ao suprimento adicional de açúcares que fornece substrato extra para a respiração das flores. Os carboidratos também proporcionam materiais para construir estruturas para os órgãos da planta, contribuem com a síntese da parede celular, mantêm a estrutura e funções mitocondriais e melhoram o potencial osmótico (PUN & ICHIMURA, 2003).

O “pulsing” com sacarose tem sido útil na conservação pós-colheita de *Consolida ajacis* (FINGER et al., 2001), *Polyanthes tuberosa* (HUTCHINSON et al., 2003), *Dianthus caryophyllus* (WHITEHEAD et al., 2003) e *Gladiolus* (SINGH et al., 2009; BABAJI et al., 2014), aumentando a longevidade e a qualidade do produto comercial.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da solução de “pulsing” com diferentes concentrações de sacarose na pós-colheita de *Gladiolus x hortulanus* ‘White Goddess’.

MATERIAL E MÉTODOS

Inflorescências de gladiolo ‘White Goddess’, colhidas com todas as flores fechadas (ponto de colheita comercial), foram obtidas de um produtor comercial no mês de março de 2013, em Vargem Grande do Sul (21°50’28”S e 46°53’59.81” W, e uma altitude de 710 m), São Paulo, Brasil. Foram transportadas em recipientes com água de torneira e em posição vertical e ar condicionado para o Laboratório de Pós-Colheita, Departamento de Tecnologia da UNESP, Campus de Jaboticabal, em até seis horas após a colheita. Após o transporte, as inflorescências foram padronizadas

a 80 cm de comprimento, cortando-as embaixo da água e imediatamente colocadas nas soluções de “pulsing”.

Foram utilizadas as seguintes soluções: água destilada e sacarose 10, 15 e 20% e as hastes permaneceram nelas por 24 horas. Após o tratamento, foram colocadas em frascos com água destilada e o composto dicloroisocianurato de sódio dihidratado (Sumaveg®, 0,66 mg L⁻¹), usado como bactericida. As inflorescências foram mantidas em condições ambiente de 21,2 ± 0,2°C e umidade relativa de 66 ± 4%. O volume inicial (500 mL) de solução de manutenção nos frascos foi completado a cada dia de avaliação.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com arranjo fatorial (4 soluções de “pulsing” x 3 datas de avaliação), com três repetições e três inflorescências por repetição. As avaliações foram realizadas a cada três dias (3, 6 e 9 dias), considerando-se:

Vida útil: definida como o número de dias até o murchamento da terceira flor da base da inflorescência (SEREK et al., 1994).

Desenvolvimento pós-colheita da inflorescência: definida pela contagem de botões mostrando a cor, flores totalmente abertas e flores murchas (SEREK et al., 1994).

Relações hídricas: foi determinada a absorção de solução (calculada a partir da diferença de volume de solução entre duas avaliações sucessivas), a perda de água ou estimativa da transpiração (calculada a partir da diferença de massa fresca das inflorescências entre duas avaliações sucessivas), balanço hídrico (calculado como a diferença entre solução absorvida e perda de água em cada data de avaliação) (IMSABAI et al., 2013).

Massa fresca: quantificada pela pesagem do conjunto das três inflorescências de cada repetição, por meio de balança eletrônica (IMSABAI et al., 2013).

Teor de carboidratos: a extração e determinação dos carboidratos realizou-se de acordo com metodologia preconizada por MATTIUZ et al. (2012), utilizando-se tecido vegetal (tépalas) congelado.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vida útil das inflorescências: O tratamento de “pulsing” afetou a vida útil ou longevidade das inflorescências de gladiolo (Tabela 1). As hastes mantidas em água destilada e sacarose 10% foram iguais entre elas e registraram a maior vida pós-colheita (8,7 e 8,3 dias, respectivamente), no entanto aquelas tratadas com as maiores concentrações de sacarose registraram a menor vida de vaso (6,7 dias).

Em gladiolo cv. American Beauty encontrou-se que um aumento na concentração de sacarose (0-20%) na solução de “pulsing” ocasionou maior longevidade das hastes (BABAJI et al., 2014). Inflorescências de esporinha (*Consolida ajacis*) tratadas com sacarose 5; 10; 15 ou 20% durante 6 horas apresentaram maior longevidade que as mantidas em água destilada (FINGER et al., 2001). HUTCHINSON et al. (2003) encontraram que inflorescências de angélica (*Polyantes tuberosa*) tratadas com sacarose 10% durante 24 horas, apresentaram maior longevidade que as mantidas apenas em água destilada. WHITEHEAD et al. (2003) encontraram que o “pulsing” com sacarose 20% durante 24 horas aumentou a longevidade em cravo ‘White Candy’, freesia (*Freesia refracta*) ‘Athenas’ e petúnia (*Petunia hybrida*) ‘Pink Cascade’, indicando ainda que os açúcares são transportados ao longo da inflorescência de cravo, das flores senescentes para as mais novas, similar ao que acontece no gladiolo (WAITHAKA et al., 2001). BARBOSA et al. (2005) encontraram que o “pulsing” (sacarose 5; 10 e 15%, durante 12 horas) aumentou a vida de vaso e manteve a qualidade de lírio var. Ace.

As flores novas parecem atuar como intensos drenos de sacarose e esse composto pode incrementar a vida útil de vários tipos de flores principalmente através do seu efeito em processos metabólicos relacionados com a senescência, e não agir apenas como um agente osmótico, apesar de que um potencial osmótico muito baixo pode reduzir a longevidade das flores cortadas (WHITEHEAD et al., 2003).

Pesquisas têm mostrado também que a resposta às soluções de “pulsing” com sacarose depende da espécie e da cultivar. Assim, para *Zinnia elegans* ‘Benary’s Giant Scarlet’ e *Linaria maroccana* ‘Lace Violet’ aumentou a vida útil; para *Rudbeckia x hybrida* ‘Indian Summer’ e *Trachelium caeruleum* ‘Jemmy Royal Purple’, reduziu a longevidade; e não teve qualquer efeito para *Dahlia x hybrida* ‘Karma

Thalia', *Lupinus hartwegii* 'Sunrise' e *Papaver nudicaule* 'Tempress', *Z. elegans* 'Sun Gold' (DOLE et al., 2009).

A senescência nas pétalas de flores insensíveis ao etileno, como o gladiolo, está geneticamente programada e, portanto é difícil retardá-la. Além disso, inibidores comerciais efetivos não estão disponíveis (YAMANE et al., 2005).

Desenvolvimento pós-colheita das inflorescências: As soluções de "pulsing" afetaram o número de flores abertas. O número de botões mostrando a cor e de flores murchas foram afetados só pelo dia de avaliação (Tabela 1).

Os maiores valores para número de botões mostrando a cor foram registrados na avaliação do dia 6; e na avaliação do dia 9, as inflorescências não tratadas tiveram menor quantidade de flores abertas que as tratadas. O maior número de flores murchas também foi encontrado neste dia de avaliação para todos os tratamentos (Tabela 2). O tratamento de "pulsing" manteve a qualidade das inflorescências, até o sexto dia de avaliação, no entanto, por promover o processo de abertura floral acelerou a senescência das flores.

YAMANE et al. (2005) encontraram que o tratamento com sacarose 0,4 M por 24 horas incrementou o número de botões mostrando a cor, mas não retardou o murchamento das flores de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus*) 'Fujinoyuki', seis dias após a colheita, enquanto, ARROM & MUNNÉ-BOSCH (2012) afirmam que a sacarose exógena é uma fonte adicional de energia que pode acelerar a antese em *Lilium* L.A. 'Courier'.

O tratamento das inflorescências de lírio 'Brindisi' com sacarose 10% durante 20 horas pode incrementar o tempo entre a abertura floral e a senescência das flores e abrandar alguns sintomas de dano por frio, mas não atrasa a senescência e nem a abscisão das tépalas, e em alguns casos, pode agravar o amarelecimento das folhas (PRISA et al., 2013).

Os resultados obtidos neste experimento concordam com BABAJI et al. (2014), que encontraram que as flores das inflorescências de gladiolo tratadas com sacarose abriram em maior número e mais cedo que as não tratadas. Maior quantidade de flores abertas nas inflorescências de angélica (*P. tuberosa*) foi obtida por HUTCHINSON et al. (2003), quando utilizaram solução de "pulsing" com sacarose 10%, durante 24 horas.

Diferente dos resultados deste experimento, MEIR et al. (2013) não encontraram diferenças no número de flores abertas e murchas em inflorescências de mini gladiolo 'Adi' fortalecidas ou não com sacarose 10%.

Como já foi indicado, a vida útil das inflorescências tratadas com sacarose (15 e 20%) foi menor que nos outros tratamentos (0 e 10%), e também apresentaram o maior número de flores abertas. BARBOSA et al. (2005) registraram uma antecipação da abertura dos botões de lírio var. Ace, após o condicionamento com sacarose (5; 10 ou 15% durante 12 horas).

No gladiolo, quando o botão floral abre inicia-se um processo de senescência programado e altamente controlado geneticamente nas pétalas, portanto, tratamentos que façam a abertura floral ocorrer lentamente podem ser mais úteis para prolongar a vida de vaso (VAN DOORN & WOLTERING, 2004; SAEED et al., 2013).

Relações Hídricas: As soluções de "pulsing" afetaram a absorção de solução, a perda de água e o balanço hídrico das inflorescências de gladiolo (Tabela 1). As inflorescências tratadas com as maiores concentrações de sacarose (15 e 20%) tiveram os maiores valores de absorção de solução, acompanhando o comportamento descrito para a massa fresca e número de flores abertas. O incremento na absorção de água é essencial para o aumento na turgescência das células e para a abertura floral (YAMADA et al., 2007).

ELHINDI (2012) registrou aumento na absorção de água em hastes de ervilha-de-cheiro (*Lathyrus odoratus*) tratadas com sacarose e PRISA et al., (2013) encontraram aumento na absorção de solução nas inflorescências de lírio 'Brindisi' tratadas com sacarose 10% durante 20 horas. A adição de sacarose pode proporcionar suficiente pressão osmótica para que as hastes absorvam uma quantidade significativa de água na pós-colheita (ELHINDI, 2012).

O acúmulo de açúcar é um mecanismo para reduzir o potencial hídrico nas pétalas, promovendo a absorção de água para o alongamento celular e a abertura floral; e a sacarose pode agir como uma molécula osmoticamente ativa que favorece a absorção de água e a manutenção da turgescência das flores (KUMAR et al., 2008; HASSAN, 2009).

A perda de água nas inflorescências foi maior nas inflorescências tratadas com as maiores concentrações de sacarose (15 e 20%) (Tabela 2), apresentando um comportamento similar à absorção de solução. Como já foi descrito, as inflorescências tratadas com sacarose 15 e 20% também apresentaram maior número de flores abertas, o que significa maior superfície exposta à transpiração e pode explicar a maior perda de água.

O balanço hídrico nas inflorescências apresentou valores positivos para todos os tratamentos até a avaliação do dia 6. Os maiores valores foram registrados nas inflorescências tratadas com 15 e 20% de sacarose (Figura 1). Na avaliação do dia 9, todos os tratamentos apresentaram valores negativos de balanço hídrico e sem diferenças estatísticas entre eles.

O murchamento das flores pode dever-se ao estabelecimento precoce de relações hídricas adversas e um melhor balanço hídrico pode resultar em retardamento da senescência nas flores cortadas (VAN DOORN, 2001; HUTCHINSON et al., 2003). Porém os tratamentos com valores positivos no balanço hídrico neste experimento (sacarose 15 e 20%) foram os que apresentaram menor longevidade. Além disso, as flores murchas apareceram na avaliação do dia 6, quando o balanço hídrico ainda era positivo em todos os tratamentos. Estes resultados podem indicar que possivelmente a senescência em gladiolo não esteja relacionada com o balanço hídrico nas hastes inteiras.

Massa fresca das inflorescências: O uso de soluções de “pulsing” e o dia de avaliação afetaram a massa fresca das inflorescências (Tabela 1). As inflorescências tratadas com as maiores concentrações de sacarose (15 e 20%) tiveram os maiores valores de massa fresca (Tabela 2). A massa fresca das inflorescências aumentou até o dia 6, em todos os tratamentos e diminuiu na avaliação do dia 9. Apenas nas inflorescências tratadas com sacarose 20%, a massa fresca aumentou até o dia 9, mas o aumento não foi significativo (Tabela 2).

Os resultados obtidos neste experimento concordam com WAITHAKA et al. (2001), que confirmaram que a abertura das flores individuais de gladiolo está acompanhada por um importante incremento na massa fresca do perianto. KUMAR et al. (2008) indicam que a expansão das pétalas inclui o incremento rítmico da massa fresca. Igualmente, HASSAN (2009), registrou um aumento na massa fresca

de caules e flores de *Strelitzia reginae* e *Hippeastrum vittatum* com o uso de sacarose (5 e 10%), melhorando a qualidade pós-colheita.

O uso de soluções de “pulsing” favoreceu o ganho de massa fresca em hastes de mini gladiolo ‘Adi’ tratadas com sacarose 10% durante 20 horas, atingindo os valores máximos de massa fresca, três dias após o tratamento, enquanto hastes não tratadas alcançaram esses valores após cinco dias (MEIR et al., 2013). Em *Dianthus chinensis* foi verificado aumento da massa fresca conforme o desenvolvimento da flor até a abertura, reduzindo-se na senescência (DAR et al., 2014).

Teor de carboidratos: O tratamento de “pulsing” não afetou o teor de carboidratos solúveis, enquanto que os redutores foram afetados (Tabela 1). Apenas o tratamento com sacarose 20% registrou variação no conteúdo de carboidratos solúveis devido ao dia de avaliação, sendo que pareceu atingir um ponto máximo na avaliação do dia 6, porém sem diferenças com os outros tratamentos (Figura 2).

As diferentes concentrações de sacarose no “pulsing” e o período de avaliação afetaram o teor de carboidratos redutores (Tabela 1). O menor conteúdo se registrou para o tratamento com água destilada na avaliação do dia 3 e nos tratamentos com sacarose 10 e 15%, os valores foram menores na avaliação do dia 9 (Figura 3).

O conteúdo de açúcares solúveis nas pétalas pode continuar elevado nas pétalas durante a senescência, devido à quantidade de carboidratos presentes no vacúolo, mesmo que os níveis no citosol sejam baixos e limitantes para a longevidade (VAN DOORN, 2001).

HUANG & CHENG (2002) encontraram que os teores de sacarose, glicose e manose foram maiores nas inflorescências de lisianto (*Eustoma grandiflorum*) fortalecidas com sacarose 4% durante 24 horas, do que que nas mantidas em água destilada. Em inflorescências de gladiolo ‘Fujinoyuki’ tratadas com sacarose 0,4 M durante 24 horas, o teor de carboidratos solúveis totais no perianto aumentou até o quarto dia após a colheita e depois diminuiu (YAMANE et al., 2005).

A rápida expansão que precede ou acompanha a abertura floral frequentemente está associada a um aumento no teor de carboidratos solúveis nas células das pétalas. Esta mudança que, provavelmente, proporciona a turgescência

necessária para o crescimento, pode ocorrer através da degradação dos carboidratos complexos armazenados ou dos açúcares importados de outras partes da planta ou da solução de vaso (REID, 2005).

Os teores de açúcares (glicose, frutose e sacarose) foram estatisticamente superiores nas inflorescências de mini gladiolo tratadas com sacarose 10% que nas não tratadas (MEIR et al., 2013). DAR et al. (2014) verificaram que em *Dianthus chinensis*, os carboidratos redutores, não redutores e totais registraram um incremento contínuo até a antese e depois diminuíram com o avanço da senescência.

Durante a abertura floral em gladiolos cortados, os carboidratos são transportados das flores individuais abertas na base da inflorescência, até os botões superiores em desenvolvimento. Essa remobilização realiza-se com a exportação de metabólitos simples, o que leva ao desaparecimento da maioria dos açúcares solúveis, principalmente frutose (WAITHAKA et al., 2001). O “pulsing” com altas concentrações de sacarose pode ter afetado a proporção nos açúcares solúveis presentes nas pétalas e causado a falta de efeito dos tratamentos neste parâmetro.

O metabolismo dos carboidratos tem sido relacionado com abertura floral e senescência. Os açúcares são uma fonte importante de energia e componentes estruturais e também são moléculas reguladoras do metabolismo, ciclo celular, desenvolvimento e expressão de genes (KUMAR et al., 2008). A maioria das alterações na expressão dos genes relacionados com a senescência está associada com a remobilização de macromoléculas e a translocação de compostos fora das pétalas (SHARI & TAHIR, 2011).

CONCLUSÕES

O tratamento de “pulsing” promoveu o processo de abertura e a subsequente senescência floral das inflorescências de gladiolo. O tratamento com sacarose 10% melhorou a qualidade das inflorescências ao propiciar maior número de flores abertas sem diminuir a vida útil. As concentrações de sacarose 15 e 20% reduziram a vida útil e aumentaram a qualidade das inflorescências ao favorecer um maior ganho na massa fresca e maior número de flores abertas nas inflorescências.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. F. A. et al. Calla lily inflorescences postharvest: pulsing with different sucrose concentrations and storage conditions. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 4, p. 657-663, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n4/03.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2014.

ARROM, L.; MUNNE-BOSCH, S. Sucrose accelerates flower opening and delays senescence through a hormonal effect in cut lily flowers. **Plant Science**, v. 188-189, p. 41-47, 2012. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0168945212000465/1-s2.0-S0168945212000465-main.pdf?_tid=373678d2-87a7-11e4-bfa2-00000aacb362&acdnat=1419011478_552a69e295325b9dec0d8c1edf03e20f>. Acesso em: 19 fev. 2013. doi: 10.1016/j.plantsci.2012.02.012.

BABAJI, J. D. et al. 2014. Effect of different levels of sugar in pulsing treatment on postharvest quality of gladiolus cv. American Beauty. **Annals of Biological Research**, v. 5, n. 8, p. 13-17, 2014. Disponível em: <<http://scholarsresearchlibrary.com/ABR-vol5-iss8/ABR-2014-5-8-13-17.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2014.

BARBOSA, J. G. et al. Longevidade de inflorescências de lírio em função de estágio de desenvolvimento do botão e do condicionamento em sacarose. **Bioscience Journal**, v. 21, n. 2, p. 25-31, 2005. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6585/4318>>. Acesso em: 19 fev. 2013.

DAR, R. et al. Physiological and biochemical changes associated with flower development and senescence in *Dianthus chinensis* L. **Indian Journal of Plant Physiology**, v. 19, n. 3, p. 215-221, 2014. Disponível em: <http://download.springer.com/static/pdf/555/art%253A10.1007%252Fs40502-014-0104-9.pdf?auth66=1419011627_c68e27d845e67a26513b264cc241c559&ext=.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2014. doi: 10.1007/s40502-014-0104-9.

DOLE, J. M. et al. Postharvest evaluation of cut dahlia, linaria, lupine, poppy, rudbeckia, trachelium, and zinnia. **HortTechnology**, v. 19, n. 3, p. 593-600, 2009. Disponível em: <<http://horttech.ashspublications.org/content/19/3/593.full.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2014.

ELHINDI, K. M. Effects of postharvest pretreatments and preservative solutions on vase life longevity of sweet pea (*Lathyrus odoratus*L.). **Photosynthetica**, v. 50, n. 3, p. 371-379, 2012. Disponível em: <http://download.springer.com/static/pdf/447/art%253A10.1007%252Fs11099-012-0053-3.pdf?auth66=1419011749_a632786fc33b2f737ff5044b22c93ed3&ext=.pdf>. Acesso em: 08 out. 2012. doi: 10.1007/s11099-012-0053-3.

FINGER, F. L. et al. Pulsing with sucrose and silver thiosulfate extend the vase life of *Consolida ajacis*. **Acta Horticulturae**, v. 542, p. 63-67, 2001. Disponível em: <<http://www.actahort.org/members/showpdf?session=29798>>. Acesso em: 01 set. 2014.

HASSAN, F. A. S. Influence of 8-hydroxyquinoline sulphate and sucrose treatments on the post-harvest quality of cut flowers of *Strelitzia reginae* and *Hippeastrum vittatum*. **Acta Agronomica Hungarica**, v. 57, n. 2, p. 165-174, 2009. Disponível em: <<http://www.pscipub.com/Journals/Data/JList/Scientia%20Agriculturae/2014/Volume%201/Issue%203/4.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2014. doi: 10.1556/AAgr.57.2009.2.8.

HUANG, K. L.; CHENG, W. S. BA and sucrose increase vase life of cut *Eustoma* flowers. **HortScience**, v. 37, n. 3, p. 547-549, 2002. Disponível em: <<http://hortsci.ashspublications.org/content/37/3/547.full.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2014.

HUTCHINSON, M. J. et al. Effect of accel, sucrose and silver thiosulphate on the water relations and postharvest physiology of cut tuberose flowers. **African Crop Science Journal**, v. 11 n. 4, p. 279-287, 2003. Disponível em: <<http://www.bioline.org.br/request?cs03029> >. Acesso em: 02 out. 2012.

IMSABAI, W. et al. Petal blackening and lack of bud opening in cut lotus flowers (*Nelumbo nucifera*): Role of adverse water relations. **Postharvest Biology and Technology**, v. 79, p. 32-38, 2013. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0925521412002839/1-s2.0-S0925521412002839-main.pdf?_tid=cdacbb12-87a9-11e4-a040-00000aacb35e&acdnat=1419012589_a66afa5725e81f7af385a86b80dd46e8>. Acesso em: 19 fev. 2013. doi: 10.1016/j.postharvbio.2012.12.017.

KUMAR, N. et al. Flower bud opening and senescence in roses (*Rosa hybrida* L.). **Plant Growth Regulation**, v. 55, p. 81-99, 2008. Disponível em: <http://download.springer.com/static/pdf/1/art%253A10.1007%252Fs10725-008-9263-x.pdf?auth66=1419012224_2ee5764a646779474fd09a700baca205&ext=.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2013. doi: 10.1007/s10725-008-9263-x

MATTIUZ, C. F. M. et al. Longevity of *Oncidium varicosum* (Orchidaceae) inflorescences treated with 1-methylcyclopropene. **Ciência Rural**, v. 42, n. 6, p. 987-992, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n6/a15112cr4344.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2014.

MEIR, S. et al. Silver thiosulfate maintains floret quality of cut mini-gladiolus spikes by affecting sink-source relationships and modulating the sugar transport within the spike organs. **Acta Horticulturae**, v. 970, p. 37-50, 2013. Disponível em: <<http://www.actahort.org/members/showpdf?session=1412>>. Acesso em: 11 jul. 2014.

PRISA, D. et al. Effects of low temperature storage and sucrose pulsing on the vase life of *Lilium* cv. Brindisi inflorescences. **Postharvest Biology and Technology**, v. 79, p. 39-46, 2013. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0925521412002840/1-s2.0-S0925521412002840-main.pdf?_tid=f2fbbc92-87a9-11e4-bce4-00000aab0f26&acdnat=1419012652_ff0f26cd0e534177644bf4c06e3579d2>. Acesso em: 13 fev. 2013. doi: 10.1016/j.postharvbio.2012.12.018.

PUN, U. M; ICHIMURA, K. Role of sugars in senescence and biosynthesis of ethylene in cut flowers. **Japan Agricultural Research Quarterly**, v. 37, n. 4, p. 219-

224, 2003. Disponível em: <<http://web02.affrc.go.jp/english/publication/jarq/37-4/37-04-02.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2012.

RANWALA, A. P.; MILLER, W. B. Comparison of the dynamics of non-structural carbohydrate pools in cut tulip stems supplied with sucrose or trehalose.

Postharvest Biology and Technology, v. 52, p. 91-96, 2009. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0925521408002834/1-s2.0-S0925521408002834-main.pdf?_tid=44732f10-87aa-11e4-a084-00000aab0f6c&acdnat=1419012789_a1ba566127c5b2376db21dc5b18ffbaa>. Acesso em: 17 set. 2014. doi: 10.1016/j.postharvbio.2008.10.004.

REID, M. S. Flower development: From bud to bloom. **Acta Horticulturae**, v. 669, p. 105-110, 2005. Disponível em: <<http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-916.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2014.

SAEED, T. et al. Effect of gibberellic acid on the vase life and oxidative activities in senescing cut gladiolus flowers. **Plant Growth Regulation**, v. 72, p. 89-95, 2013. Disponível em: <http://download.springer.com/static/pdf/407/art%253A10.1007%252Fs10725-013-9839-y.pdf?auth66=1419012864_dff88657d7209c1db7aeaa7c0b5864f9&ext=.pdf>. Acesso em: 09 out. 2013. doi: 10.1007/s10725-013-9839-y

SEREK, M. et al. Role of ethylene in opening and senescence of *Gladiolus* sp. flowers. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 119, n. 5, p. 1014-1019, 1994. Disponível em: <<http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-942.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2013.

SHARI, W.; TAHIR, I. Flower senescence – Strategies and some associated events. **Botanical Reviews**, v. 77, p. 152-184, 2011. Disponível em: <http://download.springer.com/static/pdf/924/art%253A10.1007%252Fs12229-011-9063-2.pdf?auth66=1419012959_b58b79b6a98d8e8aa0062259dd662538&ext=.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2013. doi: 10.1007/s12229-011-9063-2.

SILVA, J. A. T. The cut flower: Postharvest considerations. **Online Journal of Biological Sciences**, v. 3, n. 4, p. 406-442, 2003. Disponível em: <<http://www.arvin-agri.com/Maghalat/Green-Space/Physiology.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2013.

SINGH, A. et al. Influence of sucrose pulsing and sucrose in vase solution on flower quality of modified atmosphere low temperature (MALT)-stored gladiolus cut spikes. **Acta Horticulturae**, v. 847, p. 129-138, 2009. Disponível em: <<http://www.actahort.org/members/showpdf?session=7011> >. Acesso em: 26 set. 2014.

VAN DOORN, W. Role of soluble carbohydrate in flower senescence: a survey. **Acta Horticulturae**, v. 543, p. 179-183, 2001. Disponível em: <<http://www.actahort.org/members/showpdf?session=7366>>. Acesso em: 01 set. 2014.

VAN DOORN, W.; WOLTERING, E.J. 2004. Senescence and programmed cell death: Substance or semantics. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 406, p. 2147–2153. Disponível em: <<http://jxb.oxfordjournals.org/content/55/406/2147.full.pdf+html>>. Acesso em: 14 mai. 2013. doi: 10.1093/jxb/erm356.

WAITHAKA, K. et al. Carbohydrate traffic during opening of gladiolus florets. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 76, n. 1, p.120-124, 2001. Disponível em: <<http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-840.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2012.

WHITEHEAD, C. S. et al. The effect of sucrose pulsing on senescing climacteric cut flowers. **Acta Horticulturae**, v. 599, p. 549-557, 2003. Disponível em: <<http://www.actahort.org/members/showpdf?session=9148>>. Acesso em: 26 set. 2014.

YAMADA, K. et al. Analysis of sucrose metabolism during petal growth of cut roses. **Postharvest Biology and Technology**, v. 43, p. 174-177, 2007. Disponível em: <<http://ac.els-cdn.com/S0925521406002158/1-s2.0-S0925521406002158->

main.pdf?_tid=23e36402-87ac-11e4-97a6-00000aacb360&acdnat=1419013593_fc55f47251944b177b881db1d654ea99>.
Acesso em: 17 set. 2013. doi: 10.1016/j.postharvbio.2006.08.009.

YAMANE K. et al. Effects of treatment with trehalose and sucrose on sugar contents, ion leakage and senescence of florets in cut gladiolus spikes. **Acta Horticulturae**, v. 669, p. 351-357, 2005. Disponível em:
<http://www.lib.teiep.gr/images/stories/acta/Acta%20669/669_46.pdf>. Acesso em: 01 set. 2014.

Tabela 1. Nível de significância para o teste F para o efeito da concentração de sacarose na solução de “pulsing” (T), dia de avaliação (D) e a interação (TxD) sobre massa fresca, desenvolvimento pós-colheita, relações hídricas nas inflorescências e teor de carboidratos nas tépalas de gladiolo (*Gladiolus x hortulanus*) ‘White Goddess’.

Causa da Variação	Vida útil	Massa fresca	Desenvolvimento da inflorescência		
			Botões mostrando a cor	Flores abertas	Flores murchas
Tratamento (T)	**	**	n.s.	*	n.s.
Dia de avaliação (D)	-	**	**	**	**
T x D	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

	Relações hídricas			Carboidratos	
	Absorção de solução	Perda de água	Balanço Hídrico	Solúveis	Redutores
Tratamento (T)	**	*	**	n.s.	*
Dia de avaliação (D)	**	**	**	**	**
T x D	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

* significativo a $p < 0.05$; ** significativo a $p < 0.01$; n.s. não-significativo.

Tabela 2. Desenvolvimento pós-colheita (número de botões mostrando cor, flores abertas e flores murchas), relações hídricas (solução absorvida e perda de água) e massa fresca em inflorescências de gladiolo (*Gladiolus x hortulanus*) 'White Goddess' tratadas com sacarose (0; 10; 15 e 20%) na solução de "pulsing", aos 3; 6 e 9 dias de avaliação.

Tratamento	Dia de avaliação					
	3	6	9	3	6	9
	Desenvolvimento pós-colheita			Relações hídricas		
	<i>Número de botões mostrando-- -----a cor-----</i>			<i>-----Solução absorvida (mL)-----</i>		
Água destilada	*5,0Ab	7,4Aa	1,4 Ac	51,6BCa	53,1Ba	30,4Bb
Sacarose 10%	5,0Aa	7,1Aa	1,9Ab	50,3Cb	61,0Ba	39,2ABc
Sacarose 15%	5,3Ab	7,3Aa	2,7Ac	62,3ABb	74,1Aa	47,2Ac
Sacarose 20%	4,4Ab	7,7Aa	1,9Ac	64,9Ab	79,1Aa	49,6Ac
	<i>---Número de flores abertas---</i>			<i>-----Perda de água (g)-----</i>		
Água destilada	1,0Aa	2,2Aa	1,3Ba	31,7Ac	46,2Ca	37,9Ab
Sacarose 10%	1,4Aa	2,3Aa	3,4Aa	29,4Ab	50,7 BCa	43,2Aa
Sacarose 15%	1,9Aa	3,2Aa	3,2Aa	38,4Aa	59,4Aa	47,5Aa
Sacarose 20%	1,6Ab	2,9Aab	3,6Aa	35,8Ab	58,3ABa	45,0Aab
	<i>---Número de flores murchas---</i>			<i>--Massa fresca inflorescências (g)--</i>		
Água destilada	0,0Ab	1,4 Ab	4,9Aa	218,4Ba	227,7Ba	218,7Ba
Sacarose 10%	0,0Ac	1,9 Ab	5,5Aa	221,0ABa	233,9Ba	227,9Ba
Sacarose 15%	0,0Ac	2,7Ab	6,7Aa	248,4Aa	257,7AB	253,0ABa
Sacarose 20%	0,0Ac	1,9 Ab	6,2Aa	241,1ABa	270,8 Aa	275,4Aa

*Médias seguidas por letras distintas (maiúscula na coluna; minúscula na linha) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

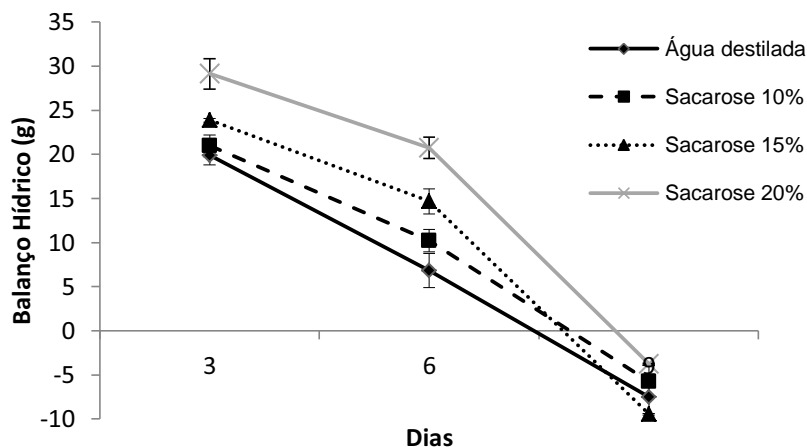


Figura 1. Balanço hídrico em inflorescências de gladiólo (*Gladiolus x hortulanus*) 'White Goddess' tratadas com sacarose (0; 10; 15 e 20%) na solução de "pulsing" aos 3; 6 e 9 dias de avaliação. Barras verticais = erro padrão.

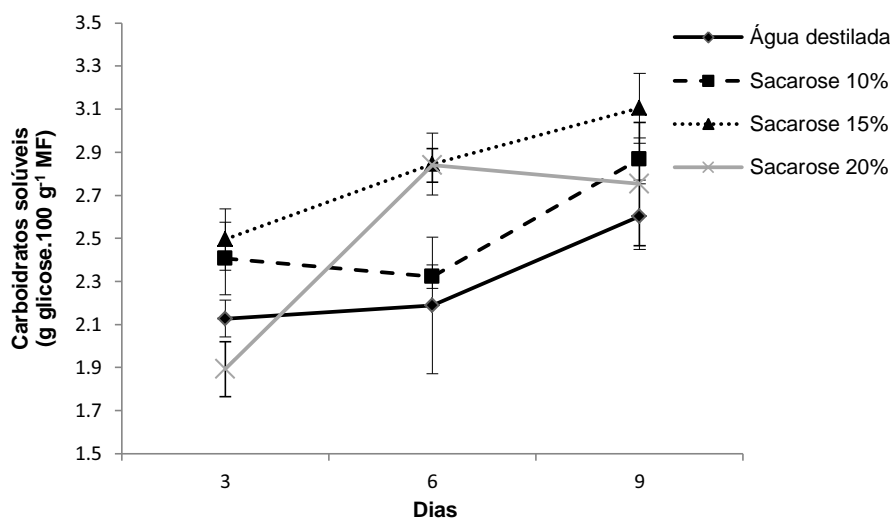


Figura 2. Variação no conteúdo de carboidratos solúveis em flores de gladiólo (*Gladiolus x hortulanus*) 'White Goddess' tratadas com sacarose (0; 10; 15 e 20%) na solução de "pulsing" aos 3; 6 e 9 dias de avaliação. Barras verticais = erro padrão.

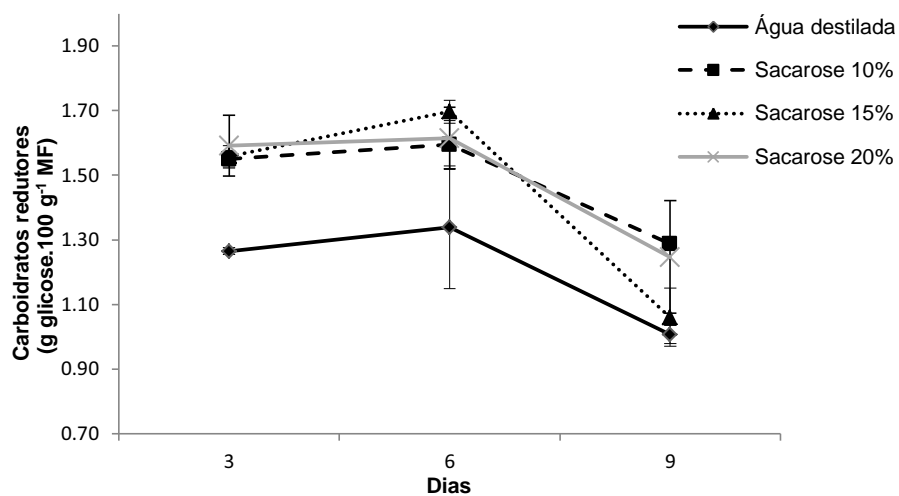


Figura 3. Variação no conteúdo de carboidratos redutores em flores de *Gladiolus x hortulanus* 'White Goddess' tratadas com sacarose (0; 10; 15 e 20%) na solução de "pulsing" aos 3; 6 e 9 dias de avaliação. Barras verticais = erro padrão.

CAPÍTULO 3 – Pós-colheita de gladiolo ‘White Friendship’ em soluções de manutenção com sacarose e bactericida²

Resumo

O gladiolo (*Gladiolus x hortulanus*) é uma das principais culturas no mercado mundial de plantas ornamentais. As inflorescências são colhidas com todas ou a maioria das flores fechadas e seu desenvolvimento posterior depende do adequado fornecimento de água e carboidratos, determinante para prolongar sua longevidade. Existem soluções de uso comum na pós-colheita que auxiliam na manutenção da qualidade das flores, formuladas com compostos simples como a sacarose. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da sacarose (0; 2; 4 e 8%), associada a um bactericida (dicloroisocianurato de sódio dihidratado), na solução de manutenção na pós-colheita de inflorescências de gladiolo ‘White Friendship’. As inflorescências foram padronizadas a 80 cm, colocadas em recipientes contendo as soluções e mantidas em condições ambiente de $20 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ e $50 \pm 5\%$ UR, até o final da vida útil das inflorescências. As avaliações foram feitas aos 3, 6 e 9 dias e considerando-se as seguintes variáveis: longevidade, desenvolvimento da inflorescência (botões mostrando a cor, flores completamente abertas, flores murchas e botões que permaneceram fechados), massa fresca da inflorescência, solução absorvida, perda de água, balanceamento hídrico, teores de carboidratos solúveis e redutores. Apesar de não ter efeito na vida útil das inflorescências, a sacarose adicionada à solução de manutenção propiciou aumento no número de flores abertas, na quantidade de solução absorvida e no teor de carboidratos, e diminuição no número de botões fechados. O uso de solução de manutenção com sacarose 4% acrescida de germicida melhorou a qualidade pós-colheita das inflorescências de gladiolo.

Palavras-chave: *Gladiolus x hortulanus*, abertura floral, dicloroisocianurato de sódio dihidratado (NaDCC), murchamento, qualidade da inflorescência.

² Artigo para submissão à Horticultura Brasileira.

Postharvest of gladiolus 'White Friendship' in holding solutions with sucrose and one bactericide

Abstract

Gladiolus (*Gladiolus x hortulanus*) is an important crop in the world market of ornamental plants. Inflorescences are harvested with all or most of the flowers closed and their further development is dependent on adequate supply of water and carbohydrates, in addition, it has a limited vase life. There are postharvest solutions that help in maintaining flowers quality formulated with simple compounds, such as sucrose. The aim of this study was to evaluate the effect of holding solutions with sucrose (0, 2, 4 and 8%), in association to a bactericide (sodium dichloroisocyanurate dihydrate) on postharvest inflorescences of gladiolus 'White Friendship'. Inflorescences were standardized to 80 cm, placed in flasks with holding solutions and maintained at ambient conditions of $20 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ e $50 \pm 5\%$ RH until the end of inflorescences vase life. Holding solutions were completed at each evaluation date. Evaluations were made at 3, 6 and 9 days and following variables were considered: longevity, development of the inflorescence (showing-color buds, fully-opened flowers, wilting flowers and unopened buds), inflorescence fresh mass, solution uptake, water loss, water balance, soluble and reducing carbohydrates. Regardless sucrose in holding solutions did not affect inflorescences vase life, increased the number of fully-open flowers, solution uptake and carbohydrates content; and decreased the number of unopened buds. The use of holding solution with sucrose (4%) plus a germicida improve postharvest quality of gladiolus cut inflorescences.

Keywords: *Gladiolus x hortulanus*, flower opening, sodium dichloroisocyanurate dehydrate (NaDCC), inflorescence quality, wilting.

Introdução

Gladiolus é um dos gêneros de bulbosas que domina o mercado mundial de ornamentais (Benschop *et al.*, 2010), e sua utilização pode ser afetada pela limitada vida de vaso e incompleto desenvolvimento pós-colheita das inflorescências. Diferentemente da maioria dos cultivos hortícolas, as flores muitas vezes são colhidas antes de terem se desenvolvido por completo. Particularmente no caso do gladiolo ou palma-de-Santa-Rita (*Gladiolus x hortulanus*), a inflorescência apresenta vários botões em diferentes estádios de desenvolvimento, sendo que a maioria destes encontra-se imaturos no momento da colheita. A vida útil dessas inflorescências depende da longevidade das flores individuais e da capacidade de abertura de todos os botões da espiga (Ezhilmathi *et al.*, 2007).

As soluções de manutenção podem fornecer os elementos necessários (água e carboidratos) para o desenvolvimento adequado dos botões florais após o corte (Pun & Ichimura, 2003; Reid & Jiang, 2012). Numerosas substâncias, incluindo a sacarose, têm sido usadas para manter as características ideais de diferentes flores na pós-colheita (Singh *et al.*, 2008; Elhindi, 2012).

No caso do gladiolo e outras flores insensíveis ao etileno, os carboidratos podem impedir a diminuição da pressão osmótica, aumentar a absorção de água e demorar a perda de turgescência, mantendo o balanço hídrico; além de retardar a morte celular e fornecer uma fonte adicional de energia (van Doorn, 2004; Moneruzzaman *et al.*, 2010; Pattaravayo *et al.*, 2013).

Apesar disso, os açúcares também podem ter efeitos adversos sobre flores de corte como *Gladiolus* e *Alstroemeria*, ao causar sintomas de murchamento precoce ou toxicidade, reduzindo a qualidade e/ou a vida útil (Yamane *et al.*, 2005; Hassanpour-Asil & Roein, 2012). Por isso é importante testar diferentes fontes e concentrações de carboidratos.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de soluções de manutenção contendo sacarose, no comportamento pós-colheita de *Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship'.

Material e métodos

Inflorescências de gladiolo 'White Friendship', colhidas com todas as flores fechadas (ponto de colheita comercial), foram obtidas de produtor comercial em Vargem Grande do Sul (21°50'28" S e 46°53'59.81" W, com uma altitude de 710 m), São Paulo, Brasil. Foram transportados em recipientes com água de torneira, em posição vertical e ar condicionado para o Laboratório de Tecnologia dos Produtos Hortícolas, no Departamento de Tecnologia da UNESP, Campus de Jaboticabal, em até seis horas após a colheita. As inflorescências foram padronizadas a 80 cm de comprimento, cortando-as sob água e imediatamente colocadas nas soluções de manutenção contendo: água destilada (controle) e sacarose 2, 4 e 8%. O composto dicloroisocianurato de sódio dihidratado (Sumaveg®, 0,66 mg L⁻¹) foi utilizado como bactericida e adicionado em todas as soluções. As inflorescências foram mantidas nas soluções e em condições ambiente de 20 ± 1,5°C e umidade relativa de 50 ± 5,2%.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com arranjo fatorial (4 soluções de manutenção x 3 datas de avaliação), com três repetições e três inflorescências por repetição. As avaliações foram realizadas a cada três dias (3, 6 e 9 dias) e o volume inicial (500 mL) de todas as soluções foi completado a cada dia de avaliação. Foram consideradas as seguintes variáveis:

Vida útil ou longevidade: definida como o número de dias até o murchamento da terceira flor da base da inflorescência (Serek et al., 1994).

Desenvolvimento pós-colheita da inflorescência: definido pela contagem de botões mostrando a cor, flores totalmente abertas, flores murchas (Serek et al., 1994) e botões que permaneceram fechados.

Massa fresca das inflorescências: quantificada pela pesagem do conjunto das três inflorescências de cada repetição, por meio de balança eletrônica (IMSABAI et al., 2013).

Relações hídricas: foi determinada a absorção de solução (diferença em volume de solução no recipiente em datas de avaliação sucessivas), a perda de água (diferença de massa das três inflorescências da repetição em datas de

avaliação sucessivas) e o balanço hídrico (diferença entre os valores de solução absorvida e perda de água na mesma data de avaliação) (Imsabai *et al.*, 2013),

Teor de carboidratos: a extração e determinação dos carboidratos realizou-se de acordo com metodologia preconizada por Mattiuz *et al.* (2012), utilizando-se tecido vegetal (tépalas) congelado.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Vida útil e desenvolvimento pós-colheita da inflorescência: A sacarose não afetou a longevidade dos gládios (Tabela 1), visto que pelo menos três flores murchas em cada inflorescência (fim da vida útil), foram observadas em todos os tratamentos, na avaliação do dia 9. Estes resultados concordam com os obtidos por Otsubo & Iwaya-Inoue (2000), que não encontraram efeito dos açúcares sacarose, maltose ou glicose, na concentração de 0,1M, na longevidade de gládio 'Fujinoyuki'. O uso de sacarose (2%) também não aumentou a longevidade de inflorescências inteiras ou flores individuais de lírio oriental 'Stargazer' (Han, 2003), e nem afetou a vida útil de *Lillium* L.A. 'Courier' (Arrom & Munné-Bosch, 2012). Além disso, Hassanpour-Asil & Roein (2012) encontraram uma redução drástica da vida útil de *Alstroemeria* 'Mayfair' ao utilizar concentrações crescentes de sacarose (0; 20 e 60 mM).

É possível que a utilização de açúcares na solução de manutenção seja eficaz apenas quando as reservas destes componentes estejam limitadas nas inflorescências (Han, 2003). Outra hipótese é que, mesmo quando os níveis de hidratos de carbono estejam elevados, possam existir diferenças no conteúdo de açúcares entre as organelas, ou que a separação de tecidos e células em diferentes condições de senescência seja imprecisa (van Doorn & Woltering, 2008). Por sua parte, Butt (2005) afirma que doses excessivas ou muito baixas de sacarose podem afetar negativamente a vida pós-colheita das flores cortadas, provavelmente devido à falta de balanço entre as concentrações de água e de açúcares nos tecidos celulares.

Houve efeito dos tratamentos no desenvolvimento pós-colheita das inflorescências (Tabela 1). A adição de sacarose nas soluções aumentou significativamente o número médio de botões mostrando a cor (Figura 1), de flores abertas, reduziu o número de botões que permaneceram fechados e não houve efeito das soluções sobre o número de flores murchas (Tabela 2).

Os resultados deste experimento foram similares aos obtidos por Han (2003) com lírio oriental 'Stargazer', onde a adição de sacarose (2%) favoreceu a abertura de todas as flores, incluindo aquelas nos brotos laterais. Ainda, em *Lilium* L.A. 'Courier' e *Dendrobium* 'Khao Sanan', concentrações crescentes de sacarose proporcionaram uma fonte adicional de energia que acelerou a antese, atrasou a senescência das pétalas (Arrom & Munné-Bosch, 2012) e reduziu a abscisão dos botões florais (Pattaravayo *et al.*, 2013).

A abertura floral pode ser promovida pela combinação de açúcares absorvidos e polissacarídeos degradados (van Doorn & van Meeteren, 2003). A sacarose fornece parte importante do substrato necessário para a expansão das pétalas, proporcionando a energia e as cadeias de carbono que as estruturas florais requerem durante a abertura (Pun & Ichimura, 2003).

Houve efeito do dia de avaliação no desenvolvimento pós-colheita da inflorescência de gladiolo (Tabela 1). Na avaliação do dia 3, foram encontradas as primeiras flores abertas nas inflorescências mantidas em água destilada e solução de sacarose a 4% (Tabela 2). Na avaliação do dia 6, se encontrou o maior número de flores abertas para a solução com sacarose a 2%. No dia 9, se registrou o maior número de flores abertas (4,6 e 4,2 flores) nos tratamentos com maiores concentrações de sacarose (4 e 8%, respectivamente), além de registrar-se flores murchas em todos os tratamentos (Tabela 2). Esta sequência na abertura floral coincide com o descrito por Yamada *et al.* (2003) para gladiolos 'Traveler'.

A senescência das pétalas em flores insensíveis ao etileno está geneticamente programada sendo difícil retardá-la (Yamane *et al.*, 2005). É possível que esse fato explique o número de flores murchas observadas na avaliação do dia 9 (Tabela 2) e que as soluções de manutenção com sacarose não tiveram efeito na longevidade do gladiolo.

Massa fresca da inflorescência: A sacarose não influenciou na massa fresca das inflorescências de gladiolo 'White Friendship' (Tabela 1). Resultados similares foram obtidos por Hassanpour-Assil & Roein (2012) em *Alstroemeria* 'Mayfair' tratada com diferentes concentrações de sacarose (20, 40 e 60 mM) aos 2, 5 e 8 dias após a colheita. Imsabai *et al.* (2013) sugerem que valores constantes de massa fresca podem dever-se à manutenção de relações hídricas favoráveis nos primeiros dias após a colheita.

A massa fresca aumentou significativamente até a avaliação do 9º dia (Tabela 2), similar ao observado por Waithaka *et al.* (2001) e Kumar *et al.* (2014), provavelmente devido ao desenvolvimento e abertura dos botões na inflorescência. A abertura de botões na inflorescência faz com que haja uma maior demanda de água para a expansão dos tecidos e para restituir a água perdida pela transpiração. Dias e Reddy (2004) indicam que os maiores valores de massa fresca também podem ser resultado de uma melhor retenção de água nas flores de corte.

Os resultados deste experimento foram similares aos obtidos em *Dendrobium* 'Khao Sanan' (Pattaravayo *et al.*, 2013) e *Eustoma grandiflorum* (Chuang e Chang, 2013), onde observou-se um aumento na massa fresca quando as inflorescências estavam perto de abrir e imediatamente antes do início da senescência. Elhindi (2012) também encontrou um aumento na massa fresca de inflorescências de ervilha-de-cheiro (*Lathyrus odoratus* L.), mantidas em soluções contendo sacarose, sugerindo que o composto pode promover o desenvolvimento das flores individualmente.

Relações hídricas: A sacarose afetou a quantidade de solução absorvida pelas inflorescências de gladiolo (Tabela 1). A quantidade de solução absorvida se manteve sem diferenças durante todo o experimento para as soluções com sacarose, porém diminuiu significativamente a partir da avaliação do 3º dia nas inflorescências mantidas em água destilada (Tabela 2).

O acúmulo de açúcares nas células pode funcionar como um mecanismo para reduzir o potencial hídrico das mesmas, favorecendo a absorção e o fluxo de água (Yamada *et al.*, 2007). Singh *et al.* (2008) constataram que em gladiolo 'Peter Pears,' incrementou-se a absorção de solução quando mantido em solução com sacarose (5%), enquanto que o uso de sacarose a 2 e 8%, não teve qualquer efeito.

Os resultados obtidos neste experimento concordam com Pattaravayo *et al.* (2013), que observaram que inflorescências de *Dendrobium* 'Khao Sanan' colocadas em água destilada, absorveram menor quantidade de solução do que aquelas mantidas em solução com sacarose a 4%. Um efeito diferente foi observado por Sattayawong *et al.* (2010), onde orquídeas *Mokara* 'Nora Pink', mantidas em solução com sacarose 2% acrescida de um germicida (dicloroisocianurato de sódio a 20 e 40 mg L⁻¹), a quantidade de solução absorvida foi menor do que naquelas mantidas em água destilada.

A sacarose não afetou a perda de água nas inflorescências de gladiolo (Tabela 1). Para todos os tratamentos a maior quantidade de água perdida se encontrou na avaliação do dia 3, diminuindo no dia 6 (Tabela 2). Isso coincide com o reportado por Imsabai *et al.* (2013), que registraram valores constantes de perda de água em *Nelumbo nucifera*, sob diferentes condições, até cinco dias depois da colheita.

Os valores de balanço hídrico foram afetados pela sacarose na solução de manutenção (Tabela 1) e permaneceram positivos durante todo o experimento (Tabela 2; Figura 2). Estes resultados concordam com o descrito por Elhindi (2012), que verificou que a adição de sacarose e germicida (8-HQS) à solução de manutenção propiciou incremento de cinco dias de balanceamento hídrico positivo em inflorescências de ervilha-de-cheiro (*Lathyrus odoratus* L.), indicando que é possível que a sacarose ajude a manter o balanço d'água em flores.

Hutchinson *et al.* (2003) relataram que o murchamento e dano dos tecidos vegetais é ocasionado pela perda de água (balanço hídrico negativo), porém a falta de diferença nos valores de massa fresca entre os tratamentos e as inflorescências com pelo menos três flores murchas na avaliação do dia 9 (final da vida de vaso), podem indicar que o murchamento das flores de gladiolo 'White Friendship' provavelmente deva-se a causas diferentes do balanço hídrico negativo nos tecidos vegetais.

Conteúdo de carboidratos: O teor de carboidratos solúveis e redutores nas flores de gladiolo foram afetados pela sacarose na solução de manutenção (Tabela 1), verificando-se os maiores valores com o aumento na concentração de sacarose nas soluções (Figuras 3 e 4). Isto concorda com os resultados de Abdulrahman *et al.*

(2012), que verificaram o aumento significativo do teor de carboidratos totais em inflorescências de boca-de-leão (*Antirrhinum majus* L.) proporcional à concentração de sacarose na solução de manutenção.

Além disso, Pattaravayo *et al.* (2013) observaram que a adição de sacarose na solução de vaso aumentou significativamente as concentrações de sacarose, glicose e frutose nos órgãos florais (coluna e labelo) de *Dendrobium*. Diferentes concentrações de sacarose também causaram diferenças no conteúdo de carboidratos (pentoses e hexoses) em folhas e flores de *Alstroemeria* 'Mayfair' após cinco e dez dias de tratamento (Hassanpour-Assil & Roein, 2012).

Encontraram-se diferenças estatísticas no teor de carboidratos redutores entre os dias de avaliação, enquanto que o teor de carboidratos solúveis não foi afetado (Tabela 1). Segundo Waithaka *et al.* (2001) a frutose é o açúcar solúvel mais abundante em inflorescências de gladiolo, seguido por glicose e, em concentrações muito baixas, sacarose. A sacarose absorvida com a solução de manutenção pode ter aumentado a concentração desse carboidrato nas pétalas, alterando a proporção de açúcares solúveis, resultando em diferenças nos teores de carboidratos redutores.

Waithaka *et al.* (2001) afirmam que o teor de carboidratos das flores de gladiolo muda drasticamente na pós-colheita, acompanhando as alterações na massa fresca. Além disso, existe uma translocação ascendente de carboidratos, partindo das flores abertas para os botões em processo de abertura. Tem sido sugerido que esta mudança drástica de função nas pétalas, de dreno para fonte de carboidratos durante a abertura floral, pode iniciar a senescência (Yamada *et al.*, 2003). Enquanto isso, Mattiuz *et al.* (2012a) indicam que o teor de carboidratos em flores jovens e imaturas é geralmente menor do que em flores maduras, o que afeta a vida útil.

Entre os dias 6 e 9 de avaliação, os açúcares solúveis aumentaram (Figura 3), enquanto os redutores diminuíram (Figura 4), o que poderia ser explicado pelo aumento no teor de sacarose nas pétalas, fornecida pela solução de manutenção. É possível que a concentração mais elevada de sacarose (8%) acelere o desenvolvimento da inflorescência e, portanto, o transporte de açúcares descritos acima. Elhindi *et al.* (2012) sugerem que o aumento na taxa de respiração e o

consumo dos carboidratos armazenados inicialmente nos botões florais poderiam explicar a diminuição do teor de açúcares nas flores.

O comportamento dos carboidratos redutores neste experimento concorda com os resultados de Elhindi *et al.* (2012), que encontraram um aumento nos carboidratos redutores em flores e caules de ervilha-de-cheiro (*Lathyrus odoratus* L.), indicando que isto poderia aumentar o potencial osmótico das hastes e pétalas, melhorando a sua capacidade de absorção e a turgescência. Arrom & Munné-Bosch (2012) constataram que, em *Lilium* L.A. 'Courier', a adição de sacarose à solução de manutenção levou a um aumento na concentração de glicose em todos os tecidos florais e que a concentração de sacarose aumentou apenas no gineceu, enquanto permaneceu inalterada nos demais órgãos até a antese.

Conclusões

O uso de sacarose (4%) na solução de manutenção melhorou a qualidade pós-colheita do gladiolo 'White Friendship', aumentando o número de flores abertas e reduzindo o número de botões que permaneceram fechados. As soluções de manutenção com sacarose (2; 4 e 8%) não aumentaram a vida útil das inflorescências.

Tabela 1. Nível de significância para o teste F para o efeito da concentração de sacarose na solução de manutenção (T), dia de avaliação (D) e a interação (TxD) sobre massa fresca, desenvolvimento pós-colheita de inflorescências, relações hídricas e teor de carboidratos em *Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship' [ANOVA for effects of sucrose concentration in holding solution (T), evaluation day (D) and interaction (TxD) on fresh mass, inflorescence postharvest development, water relations and carbohydrates concentration in *Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship']. Jaboticabal, UNESP, 2012.

Causa da Variação	Massa fresca	Desenvolvimento da inflorescência				
		Botões mostrando a cor	Flores abertas	Flores murchas	Botões fechados	
Tratamento (T)	n.s.	**	*	n.s.	**	
Dia de avaliação (D)	**	**	**	**	**	
T x D	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	
		Relações hídricas		Carboidratos		
		Solução absorvida	Perda de água	Balanço hídrico	Solúveis	Redutores
Tratamento (T)	**	n.s.	n.s.	**	**	**
Dia de avaliação (D)	**	**	**	**	n.s.	*
T x D	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**

* significativo a $p < 0,05$; ** significativo a $p < 0,01$; n.s. não significativo.

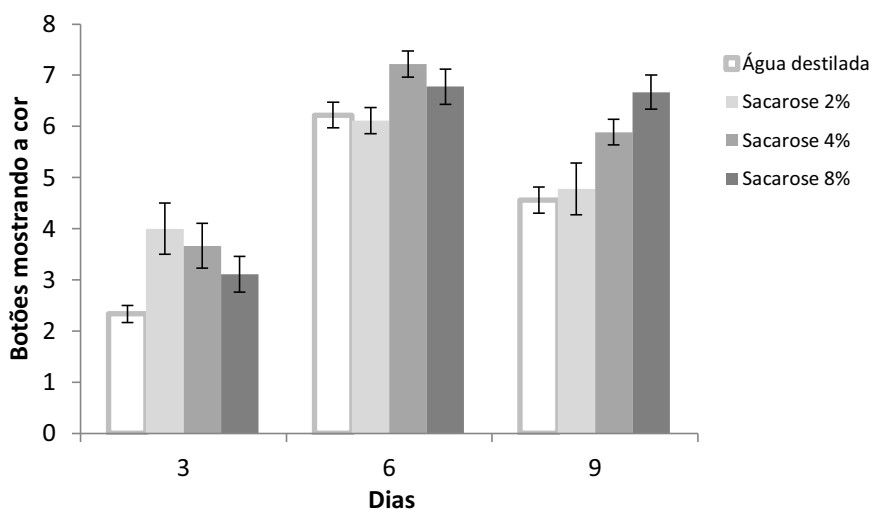


Figura 1. Número de botões mostrando a cor em inflorescências de *Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship' mantidas em soluções contendo sacarose (0; 2; 4 e 8%) mais um bactericida, durante 9 dias a 20°C. [Showing-color buds number in *Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship' cut inflorescences in holding solutions with sucrose (0; 2; 4 and 8%) plus a bactericide for 9 days at 20°C]. Jaboticabal, UNESP, 2012.

Tabela 2. Desenvolvimento pós-colheita (número de flores abertas, flores murchas e botões que permaneceram fechados), relações hídricas (solução absorvida e perda de água) e massa fresca de *Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship' mantidas em soluções contendo sacarose (0; 2; 4 e 8%) mais um bactericida, durante 9 dias a 20°C. [Postharvest development (fully-open and wilting flowers, unopened buds), water relations (solution uptake and water loss) and fresh mass in *Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship' cut inflorescences in holding solutions with sucrose (0; 2; 4 and 8%) plus a bactericide for 9 days at 20°C]. Jaboticabal, UNESP, 2012.

Tratamento	Dias de avaliação					
	3	6	9	3	6	9
	Desenvolvimento pós-colheita			Relações hídricas		
	----Número de flores abertas---			----Solução absorvida (mL)-----		
Água destilada	0,1 Ac	1,2 Ab	2,4Ca	76,9 Aa	61,5 Bb	45,5 Bc
Sacarose 2%	0,0 Ab	2,1 Aa	3,5Ba	86,2 Aa	77,4 Aa	72,5 Aa
Sacarose 4%	0,1 Ac	2,0 Ab	4,2 ABa	98,1 Aa	84,9 Aa	80,2 Aa
Sacarose 8%	0,0 Ac	1,5 Ab	4,6Aa	88,0 Aa	88,5 Aa	87,7 Aa
	--Número de botões fechados-			-----Perda de água (g)-----		
Água destilada	13,8 Aa	6,3 Ab	7,0 Ab	59,9 Aa	31,7 Ab	34,9 Ab
Sacarose 2%	12,7 Aa	4,5 Ab	5,4 Bb	63,2 Aa	33,9 Ab	44,4 Ab
Sacarose 4%	12,3 Aa	3,1 Ab	3,6 Cb	62,4 Aa	35,5 Ab	43,9 Ab
Sacarose 8%	12,0 Aa	3,7 Ab	1,9 Db	61,1Aa	38,7 Ab	42,2 Ab
	----Número de flores murchas--			--Massa fresca inflorescências (g)-		
Água destilada	0,0 Ab	0,0 Ab	2,2 Aa	233,2 Aa	261,2 Aa	274,9 Aa
Sacarose 2%	0,0 Ab	0,0 Ab	2,9 Aa	242,5 Aa	285,2Aa	313,5 Aa
Sacarose 4%	0,0 Ab	0,0 Ab	2,4 Aa	245,3 Ab	295,9 Aab	333,6 Aa
Sacarose 8%	0,0 Ab	0,0 Ab	2,0 Aa	218,2 Ac	270,7Ab	322,9 Aa

Médias seguidas da mesma letra (maiúscula nas colunas; minúscula nas linhas) não diferem significativamente entre elas, segundo teste de Tukey ($P > 0,05$). [Mean values followed by the same letter (capital in columns; minor in lines) do not differ by Tukey test (5% probability)].

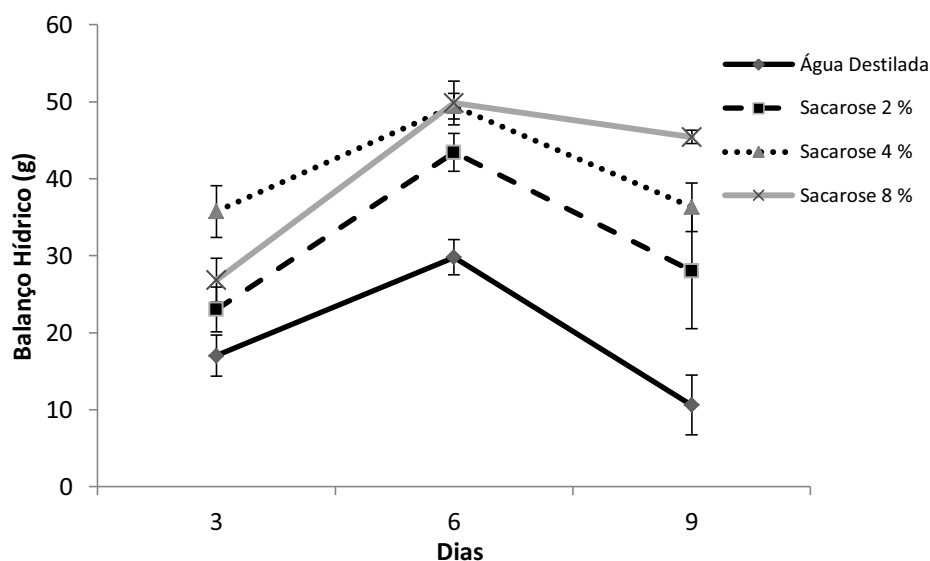


Figura 2. Balanço hídrico em inflorescências de *Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship' mantidas em soluções contendo sacarose (0, 2, 4 e 8%) mais um bactericida, durante 9 dias a 20°C [Water balance in *Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship' cut inflorescences in holding solutions with sucrose (0; 2; 4 and 8%) plus a bactericide for 9 days at 20°C]. Jaboticabal, UNESP, 2012.

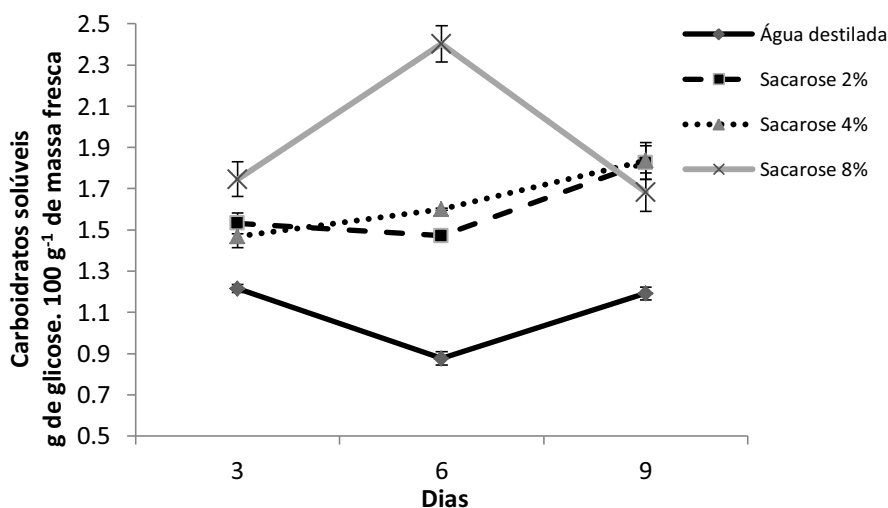


Figura 3. Conteúdo de carboidratos solúveis em flores de *Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship' mantidas em soluções contendo sacarose (0; 2; 4 e 8%) mais um bactericida, durante 9 dias a 20°C [Soluble carbohydrates in *Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship' flowers hold in solutions with sucrose (0; 2; 4 and 8%) plus a bactericide for 9 days at 20°C]. Jaboticabal, UNESP, 2012.

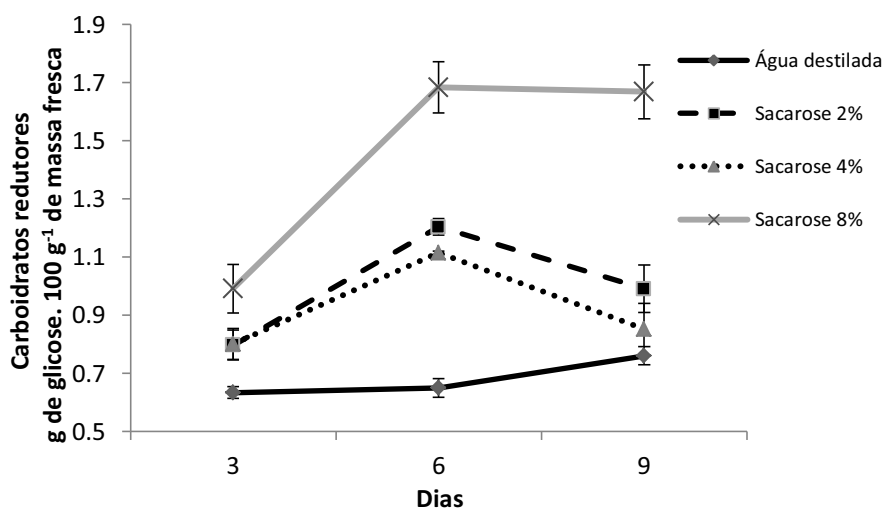


Figura 4. Conteúdo de carboidratos redutores em flores de *Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship' mantidas em soluções contendo sacarose (0; 2; 4 e 8%) mais um bactericida, durante 9 dias a 20°C [Reducing carbohydrates in *Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship' flowers hold in solutions with sucrose (0; 2; 4 and 8%) plus a bactericide for 9 days at 20°C]. Jaboticabal, UNESP, 2012.

Referências

- ABDULRAHMAN YA; ALI SF; FAIZI, HS. 2012. Effect of sucrose and ascorbic acid concentrations on vase life of snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) cut flowers. *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology* 13(2): 32-41.
- ARROM L; MUNNÉ-BOSCH S. 2012. Sucrose accelerates flower opening and delays senescence through a hormonal effect in cut lily flowers. *Plant Science* 188-189: 41-47.
- BENSCHOP M; KAMENETSKY R; LE NARD M; OKUBO H; DE HERTOOGH A. 2010. The global flower bulb industry: production, utilization, research. *Horticultural Reviews* 36: 1-115.
- BUTT, S. J. 2005. Extending vase life of roses (*Rosa hybrida*) with different preservatives. *International Journal of Agriculture & Biology* 7 (1): 97-99.
- CHUANG, YC; CHANG, YCA. 2013. The role of soluble sugars in vase solutions during the vase life of *Eustoma grandiflorum*. *HortScience* 48(2): 222-226.
- ELHINDI, KM. 2012. Effects of postharvest pretreatments and preservative solutions on vase life longevity and flower quality of sweet pea (*Lathyrus odoratus* L.). *Photosynthetica* 50(3): 371-379.
- EZHILMATHI, K; SINGH, VP; ARORA A; SAIRAM, RK. 2007. Effect of 5-sulfosalicylic acid on antioxidant activity in relation to vase life of Gladiolus cut flowers. *Plant Growth Regulation* 51: 99-108.
- HAN, SS. 2003 Role of sugar in vase solution on postharvest flower and leaf quality of Oriental Lily Stargazer. *HortScience* 38: 412-416.
- HASSANPOUR-ASIL M; ROEIN Z. 2012 Beneficial effect of carbohydrate solutions on postharvest characteristics of cut alstroemeria. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment* 3(1): 85-98.
- HUTCHINSON M; CHEBET D; EMONGOR V. 2003. Effect of accel, sucrose and silver thiosulfate on the water relations and postharvest physiology of cut tuberose flowers. *African Crop Science Journal* 11(4): 279-287.
- IMSABAI W; LEETHITI P; NETLAK P; VAN DOORN W. 2013. Petal blackening and lack of bud opening in cut lotus flowers (*Nelumbo nucifera*): Role of adverse water relations. *Postharvest Biology and Technology* 79: 32-38.

- KUMAR, M., SINGH, V.P., ARORA, A., SINGH, N. 2014. The role of abscisic acid (ABA) in ethylene insensitive *Gladiolus* (*Gladiolus grandiflora* Hort.) flower senescence. *Acta Physiologiae Plantarum* 36: 151-159.
- MATTIUZ CFM; MATTIUZ BH; DE PIETRO J; RODRIGUES TJD. 2012a. Effect of different pulsing treatments on vase life of inflorescences of *Oncidium varicosum* 'Samurai'. *Acta Horticulturae* 934: 465-472.
- MATTIUZ CFM; MATTIUZ BH; RODRIGUES TJD; DE PIETRO J; MARTINS RN; GROSSI SF. 2012b. Longevity of *Oncidium varicosum* (Orchidaceae) inflorescences treated with 1-methylcyclopropene. *Ciência Rural* 42 (6): 987-992.
- MONERUZZAMAN KM; HOSSAIN ABMS; AMRU NB; SAIFUDIN M; IMDADUL H; WIRAKARNIAN S. 2010. Effect of sucrose and kinetin on the quality and vase life of *Bougainvillea glabra* var. Elizabeth Angus bracts at different temperatures. *Australian Journal of Crop Science* 4 (7): 474-479.
- OTSUBO, M.; IWAYA-INOWE, M. 2000. Trehalose delays senescence in cut gladiolus spikes. *HortScience* 35 (6): 1107-1110.
- PATTARAVAYO R; KETSA S; VAN DOORN W. 2013. Sucrose feeding of cut *Dendrobium* inflorescences promotes bud opening, inhibits abscission of open flowers, and delays tepal senescence. *Postharvest Biology and Technology* 77: 7-10.
- PUN UK; ICHIMURA K. 2003. Role of sugars in senescence and biosynthesis of ethylene in cut flowers. *Japan Agricultural Research Quarterly* 37:219-224.
- REID M; JIANG C. 2012. Postharvest biology and technology of cut flowers and potted plants. *Horticultural Reviews* 40: 1-54.
- SATTAYAWONG N; UTHAIRATANAKIJ A; JITAREERAT P; OBSUWAN K. 2010. Responses of *Mokara* 'Nora Pink' inflorescences to biocide in vase solution. *Acta Horticulturae* 875: 531-537.
- SEREK M; JONES R; REID M. 1994. Role of ethylene in opening and senescence of *Gladiolus* sp. flowers. *Journal of American Society for Horticultural Science* 119 (5): 1014-1019.
- SINGH A; KUMAR J; KUMAR P. 2008. Effects of plant growth regulators and sucrose on post-harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of gladiolus. *Plant Growth Regulation* 55: 221-229.

- VAN DOORN WG. 2004. Is petal senescence due to sugar starvation? *Plant Physiology* 134: 35–42.
- VAN DOORN WG; VAN MEETEREN U. 2003. Flower opening and closure: a review. *Journal of Experimental Botany* 54, 1801–1812.
- VAN DOORN WG; WOLTERING EJ. 2008. Physiology and molecular biology of petal senescence. Focus review paper. *Journal of Experimental Botany* Page 59 (3): 453-480.
- WAITHAKA K; DODGE L; REID M. 2001. Carbohydrate traffic during opening of gladiolus florets. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 76 (1): 120-124.
- YAMADA K; MASAKAZU I; OYAMA T; NAKADA M; MAESAKA M; YAMAKI S. 2007. Analysis of sucrose metabolism during petal growth of cut roses. Research Note. *Postharvest Biology and Technology* 43: 174–177.
- YAMADA K; TAKATSU Y; MANABE T; KASUMI M; MARUBASHI W. 2003. Suppressive effect of trehalose on apoptotic cell death leading to petal senescence in ethylene-insensitive flowers of gladiolus. *Scientia Horticulturae* 164: 213-221.
- YAMANE K; KAWAUCHI T; YAMAKI Y; FUJISHIGE N. 2005. Effects of treatment with trehalose and sucrose on sugar contents, ion leakage and senescence of florets in cut gladiolus spikes. *Acta Horticulturae* 669: 351-357.

CAPÍTULO 4 – Use of holding solutions for gladiolus (*Gladiolus x hortulanus*) cut inflorescences³

Abstract

Gladiolus is a world important cut flower but it has a short vase life. Improving the longevity and quality of cut gladiolus using holding solutions were the aim of this study. Gladiolus (*Gladiolus x hortulanus*) 'White Friendship', produced in Vargem Grande do Sul, São Paulo State, Brazil, harvested with all totally unopened flowers were placed in holding solutions with sucrose (4%) alone and combined with citric acid (pH=3) or a sanitizing agent (Sumaveg®: 33 and 66 mg L⁻¹), at ambient conditions (20,5±1,5°C and 50±5% RH) and evaluated each three days, until twelve days. experimental design was a complete randomized two-factor arrangement with three replications and three-flower-spikes sample per replication. Vase life, fully-open flowers, inflorescences fresh mass, respiration rate, water balance, soluble and reducing sugars were measured. Postharvest quality and vase life of cut gladiolus were significantly improved with use of holding solutions containing sucrose and Sumaveg®. Sanitizing agent in vase solution improved flower-opening and water balance rates and reduced fresh mass loss and flower deterioration. Use of citric acid was less effective to improve gladiolus vase life than only-sucrose solution and resulted in high turbidity solution in all evaluation data. Soluble and reducing sugars content increased until day 9 evaluation and then, decreased. Respiration rate of flowers was not affected by vase solutions.

Keywords: Postharvest, Sumaveg®, citric acid, sucrose, vase life.

Introduction

The Ornamental Horticulture includes more than 800 genera of flowering bulbs or geophytes; *Gladiolus* is one that dominates the world market. It is adapted to

³ Article submitted to Acta Horticulturae.

different climatic conditions for their production, the most important limitation for this culture is the short shelf life of cut flowers (7-8 days), because once separated from the plant, it loses its natural source of water and nutrients, fading quickly (Singh et al., 2008; Benschop et al., 2010).

Cut flowers have a high economic value and are highly perishable products. The high rates of respiration and rapid development of flower buds indicate the need for a supply of sugar and water after harvest. The reserves in the tissues provide an important part of the necessary elements for opening and preserving flowers (Reid, 2002), but these are not always sufficient to ensure an acceptable longevity.

Vase solutions contribute to the maintenance of the quality of the flowers and may contain a carbohydrate source, an acidifying agent and bactericidal compounds (Silva, 2003; Nair et al., 2003). Sucrose is the sugar most commonly used in the postharvest of cut flowers, including gladiolus (Khan et al., 2009, Singh and Kumar, 2009). Sodium dichloroisocyanurate dehydrate (Sumaveg®) is a compound commonly used to sanitize fruits and vegetables for fresh consumption or minimal processing (Alves et al., 2010, Souza et al., 2011) and it has been used in holding solutions for *Mokara*, *Dianthus* and *Gypsophylla* cut flowers (Macnish et al., 2008; Sattayawong et al., 2010). Citric acid is used to decrease the pH of the vase solution and reducing the growth of microorganisms (Khan et al., 2009; Kiamohammadi et al., 2012, Pietro et al., 2012).

The aim of this study was to evaluate holding solutions to enhance the postharvest life of cut flowers of *Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship'.

Material and methods

Flower spikes of gladiolus (*Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship') harvested with completely-closed flowers, were obtained from a commercial producer located in Vargem Grande do Sul (21°50'28" S and 46°53'59.81" W and altitude of 710 m), São Paulo State, Brazil in November, 2011. They were transported vertically in tap water to the Laboratory of Technology at FCAV-UNESP, Campus of Jaboticabal, São Paulo until six hours after harvest. In the laboratory (day 0), the stems were cut to a uniform length of 80 cm under tap water and placed in glass

flasks containing 500 ml of the following holding solutions: (T1) sucrose 4%; (T2) sucrose 4% + citric acid (pH = 3); (T3) sucrose 4% + Sumaveg® 0.33 mg L⁻¹; and (T4) sucrose 4% + Sumaveg® 0.66 mg L⁻¹. Inflorescences were held in the solutions and in ambient conditions (20.5±1.5°C and 50±5% RH) until third flower at the base of spike was completely wilting (end of vase life) (Serek, et al., 1994). In each evaluation, the holding solution in flasks was completed to initial volume (500 ml).

Variables were evaluated every three days, considering:

Vase life: counting of days until third flower from the base of inflorescence was wilting (Serek et al., 1994).

Inflorescences development: counting of showing-color buds, fully-open flowers and wilting flowers (Serek et al., 1994).

Inflorescences fresh mass: determined by weighing of three inflorescences of the replication.

Respiratory rate: measured using Dansensor with one inflorescence held one hour on closed container.

Solution turbidity: measured as absorbance of the solution at 400, 500 and 600 nm (Knee, 2000).

Water balance; calculated by difference between water uptake (difference in holding solution volume at successive dates) and water loss (difference in inflorescence fresh mass at successive dates) (Van Doorn and Vaslier, 2002)

Soluble and reducing sugars: carbohydrates extraction and determination were made using frozen vegetal tissue (tepals) (Mattiuz et al., 2012).

The experimental design was a completely randomized two-factor arrangement (4 holding solutions x 4 evaluation dates), with three replications and three-flower-spikes sample per replication. Data obtained were analyzed for analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability.

Results and discussion

Vase life: Using holding solutions with Sumaveg® increased vase life of gladiolus spikes. There were significant differences between treatments applied (Table 1). Lowest vase life was recorded to sucrose + citric acid solution, with three

wilting flowers at day 9 of experiment. These results are according to Silva et al. (2008), who found that the use of citric acid in different concentrations for holding solutions, was not effective in prolonging the longevity and quality of gladiolus at room temperature ($24 \pm 2^\circ \text{C}$ and $85 \pm 2\% \text{RH}$). In contrast, Khan et al. (2009) and Kiamohammadi et al. (2012) found an increase in longevity of inflorescences of gladiolus BARI 1 and *Eustoma grandiflora*, respectively, when holding solutions with sucrose and citric acid were used.

In the other three treatments, three wilting flowers appeared on day 12; statistical differences were found between Sumaveg® treatments and only-sucrose treatment (T1), which had the lowest number of wilting flowers. An increase in the longevity of the flowers by the use of sucrose in holding solutions is indicated by Sharma and Singh (2006), who obtained increased vase life of 29% by adding sucrose (4%) to the maintenance solution for gladiolus 'White Friendship', and by Singh et al. (2008), who found vase life of 9.7 days for *Gladiolus* 'Peter Pears', using holding solutions with sucrose alone at different concentrations (2; 5 and 8%). Regarding compounds with chlorine (chlorine dioxide), Macnish et al. (2008) indicate that its use in vase solutions increases the shelf life of cut flowers, by reducing the accumulation of bacteria in the solution and at the cut stems.

Inflorescences development: On day 3, showing-color buds were observed in all treatments. The highest number of showing-color buds (15.4 buds/replication) was observed at day 6 evaluation and the lowest (3.5 buds/replication) at day 12, regardless of the solution used. Use of additional compounds in the sucrose solution promoted the presence of a significantly larger amount of showing-color buds during the experiment (Table 1). Supply of carbohydrates through the stems of cut flowers floral promotes flower open, however, requires the presence of bactericidal agents that prevent or delay the growth of bacteria that eventually blocked xylem vessels (Knee, 2000).

Fully-opened flowers began to be observed on the third day of the experiment. Most open flowers was obtained on day 9 (19.5 flowers/replication) and Sumaveg® treatments (T3 and T4) were significantly higher than the rest and equal to each other (Figure 1A). Treatment with sucrose + citric acid had the lowest number of open flowers between treatments (6.75 flowers/replication) and for all evaluations,

different from that found by Khan et al. (2009), who found the largest number of open flowers per spike using citric acid preservative solution, independently of the presence of sucrose therein. In day 12 evaluation, treatment with sucrose + Sumaveg® 0.33 mg L⁻¹, obtained the greatest number of open flowers, similar to previous evaluation (day 9), while the remaining treatments were significantly lower. Biocide treatments can stimulate gladiolus flower opening, requiring then an external supply of carbohydrates to compensate for consumption of flowers opening (Al-Humaid, 2005). Macnish et al., (2008) found that treatment with chlorine (chlorine dioxide) increases flower opening in *Dianthus* and *Rosa*. This could explain the best performance of the flowers kept in vase solutions with sucrose and Sumaveg®.

Inflorescences fresh mass: Inflorescence fresh mass (FM) increased significantly for all treatments until day 6, except for only-sucrose treatment, whose FM on day 6 was lower than day 3 (Figure 1B). In inflorescences held in sucrose + Sumaveg® solutions (T3 and T4), an increase in FM until day 9 were observed and only on day 12, there was a decrease of values, more pronounced in T3 treatment, which reduced its FM to levels below those recorded on day 3. FM reduction for T4 treatment was the lowest until day 12 evaluation. Results of Khan et al. (2009) indicate that a holding solution with citric acid and sucrose helps maintain FM in gladiolus inflorescences. In this experiment, citric acid in the solution resulted in lower losses and higher levels of FM during the 12 days of experiment, as compared with only-sucrose solution. The FM values for the treatments of sucrose + Sumaveg® were always superior to treatments with only-sucrose and sucrose + citric acid. It may happen because some biocides can reduce flower mass loss, but cannot promote mass gain and sometimes it can inhibit it (Knee, 2000).

Respiration rate: Holding solutions did not affect respiration rate in gladiolus inflorescences; whereas significant difference was observed between evaluation dates (Table 1). The respiratory rate increased for day 6, diminishing thereafter for all treatments (Figure 1C). Ezhilmathi et al. (2007) found that gladiolus flowers showed a consistent increase in respiration, coinciding with the first visible signs of senescence and suggest that to start senescence, metabolic energy is required, which can be obtained from the respiration. Increase in respiration rate may cause a

decrease in fresh flowers mass. Faraji et al. (2011) found a decrease in respiration rate and carbohydrate content in the petals of gladiolus cut spikes.

Turbidity of holding solution: Holding solutions affected vase solution turbidity for all treatments and all evaluation dates (Table 1). Differences were evident in sucrose + citric acid solution, where solution was becoming cloudy from day 3, whereas others solutions stayed clear. In this regard, Knee (2000) notes that biocides can maintain clarity in vase solutions and prevents plugging of xylem elements by microorganisms. Use of germicides can also result in a clearer glass solution associated with greater efficiency in the control of microbial populations (Tsegaw et al., 2011).

Water balance: Holding solutions had a significant effect on the water balance of gladiolus inflorescences (Table 1). Values decreased significantly as the experiment progressed (Figure 1D). Thus, treatment with only-sucrose had negative water balance on day 6; sucrose + citric acid solution at day 9 and treatments with sucrose + Sumaveg®, at day 12. Positive water balance is promoted by high water uptake or reduced water loss (transpiration) (Ezhilmathi et al., 2007).

In general, water uptake was significantly reduced until the end of experiment. Higher water uptake was observed for Sumaveg® treatments, with the highest values on days 3 and 6 evaluations. Treatment with only-sucrose showed the lowest water uptake in all evaluation dates, followed by treatment with sucrose + citric acid. Nair et al. (2003) suggest that this may occur due to increased bacterial growth in the solution favored by the presence of sucrose and the absence of antimicrobial agents. Khan et al. (2009) recorded the highest values of water uptake in gladiolus BARI-1 using vase solution with sucrose 4.5% + citric acid (pH = 3), when compared with solutions at pH = 7 and different sugar concentrations (0, 1.5, 3.0 and 4.5%). Using Sumaveg® in vase solutions significantly increased water uptake by the inflorescences, over treatments with sucrose and sucrose + citric acid. An increase in holding solution uptake can be attributed to a reduced proliferation of microorganisms and the consequent reduction of vascular blockage. Improved solution uptake by flowers can be associated with a longer vase life (Knee, 2000; Tsegaw, 2011).

These observations are consistent with inflorescences fresh mass performance (Figure 1B), where inflorescences hold in only-sucrose solution had the

lowest values of the experiment from the first evaluation date. It is followed by inflorescences in citric acid solution, whose values are reduced from day 6. Finally, Sumaveg® treatments showed the highest values of fresh mass and only had negative water balance on day 12. According to Ezhilmathi et al. (2007), these results may show that the decrease in the uptake and/or increasing water loss can cause reduction of flower fresh mass.

Soluble and reducing sugars: There were significant differences in of soluble and reducing sugars in tepals due to holding solutions and evaluation date (Table 1). The highest content of soluble carbohydrates was found at day 9 for all treatments (Figure 1E). Treatment with sucrose + citric acid had the lowest values of soluble and reducing sugars in all evaluations, while Sumaveg® treatments, showed the highest values (Figure 1F). In all treatments, soluble and reducing sugars had an increase until day 9 and then, decreased. Similarly, Faraji et al. (2011) observed this same variation and the best vase life in gladiolus 'White Prosperity' inflorescences with highest carbohydrate content.

Conclusions

Use of holding solutions with sucrose 4% + Sumaveg® (0.66 mg L⁻¹) improved postharvest quality of *Gladiolus* 'White Friendship' cut flowers, manifested primarily by an increase in the vase life, increase in inflorescences fresh mass, highest number of open flowers and maintenance of positive water balance.

Literature Cited

Al-Humaid, A. 2005. Effect of glucose and biocides on vase-life and quality of cut gladiolus spikes. *Acta Horticulturae* 682, 519-526.

Alves, M. R. R., Torres, M. C. L., Soares, N. F. F., Melo, N. R., Geraldine, R. M., Mizubuti, E. S. G., Silveira, M. F. A. 2010. Efeito de soluções de enxágue na remoção de resíduos de mancozeb em tomates de mesa. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 40 (1): 96-101.

- Benschop, M.; Kamenetsky, R.; Le Nard, M.; Okubo, H.; De Hertogh, A. 2010. The global flower bulb industry: production, utilization, research. *Horticultural Reviews* 36: 1-115.
- Ezhilmathi, K., Singh, V. P., Arora, A., Sairam, R. K. 2007. Effect of 5-sulfosalicylic acid on antioxidant activity in relation to vase life of *Gladiolus* cut flowers. *Plant Growth Regulators* 51:99–108.
- Faraji, S., Naderi, R., Ibadli, O. V., Basaki, T. Gasimov, S. N., Hosseinova, S. 2011. Effects of post harvesting on biochemical changes in *gladiolus* cut flowers cultivars 'White Prosperity'. *Middle-East Journal of Scientific Research* 9 (5): 572-577.
- Khan, F. N.; Yasmin, L.; Nasrin, T. A. A.; Hossain, M. J.; Golder, P. C. 2009. Effect of sucrose and pH on the vase life of gladiolus flower. *SAARC J. Agri.* 7 (1): 11-18.
- Kiamohammadi, M., Golchin, A., Hashemabadi, D. 2012. Optimizing the vase life of cut *Lysianthus (Eustoma grandiflorum)*. *Acta Horticulturae* 934:501-508.
- Knee, M. 2000. Selection of biocides for use in floral preservatives. *Postharvest Biology and Technology* 18: 227–234
- Macnish, A.J., Leonard, R.T., Nell, T.A. 2008. Treatment with chlorine dioxide extends the vase life of selected cut flowers. *Postharvest Biology & Technology* 50: 197–207.
- Mattiuz, C.F.M.; Mattiuz B.H; Rodrigues T.J.D.; De Pietro, J.; Martins, R.N.; Grossi, S.F. 2012. Longevity of *Oncidium varicossum* (Orchidaceae) inflorescences treated with 1-methylcyclopropene. *Ciência Rural* 42 (6): 987-992.
- Nair, S., Singh, V., Sharma, T. V. S. R. 2003. Effect of chemical preservatives on enhancing vase-life of gerbera flowers. *Journal of Tropical Agriculture* 41: 56-58.
- Pietro J.; Mattiuz B.H.; Mattiuz C.F.M.; Rodrigues T.J.D. 2012. Manutenção da qualidade de rosas cortadas cv. Vega em soluções conservantes. *Horticultura Brasileira* 30: 64-70.
- Reid, M.S. 2002. Postharvest Handling Systems: Ornamental Crops. In: KADER, A. (Edit.). *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California. Agriculture and Natural Resources. Publication 3311. Third Edition. p. 315-325. 2002.
- Sattayawong, N., Uthairatanakij, A., Jitareerat, P., Obsuwan, K. 2010. Responses of *Mokara 'Nora Pink'* inflorescences to biocide in vase solution. *Acta Horticulturae* 875: 531-537
- Sharma, G., Singh, P. 2006. Effect of floral preservatives in enhancing the post-harvest life of gladiolus cv. White Friendship. *Plant Archives* 6 (1): 379-380.

Silva, J. A. T. 2003. The cut flower: Postharvest considerations. *OnLine Journal of Biological Sciences* 3 (4): 406-442.

Silva, L. R.; Oliveira, M. D. M.; Silva, S. M. 2008. Manejo pós-colheita de hastes florais de gladiolos (*Gladiolus grandiflorus* L.). *Acta Agronómica* 57 (2): 128-135.

Singh, A., Kumar, J. 2009. Influence of sucrose pulsing and sucrose in vase solution on flower quality of modified atmosphere low temperature (MALT)-stored gladiolus cut spikes. *Acta Horticulturae* 847: 129-138.

Singh, A., Kumar J., Kumar, P. 2008. Effects of plant growth regulators and sucrose on post-harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of gladiolus. *Plant Growth Regulators* 55: 221-229.

Souza, M. L. de, Morgado, C. M. A., Marques, K. M., Mattiuz, C. F. M., Mattiuz, B. 2011. Pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins' recobertas com quitosana. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33: 337-343.

Tsegaw, T., Tilahun, S., Humphries, G. 2011. Influence of pulsing biocides and preservative solution treatment on the vase life of cut rose (*Rosa hybrida* L.) varieties. *Ethiopian Journal of Applied Science and Technology* 2(2): 1 – 18.

van Doorn, W. G.; Vaslier, N. 2002. Wounding induced xylem occlusion in stems of cut chrysanthemum flower: roles of peroxidase and catechol oxidase. *Postharvest Biology and Technology* 26: 275-284.

Tables

Source of Variation	<i>Inflorescences</i>			Respi- ration rate	Holding solution absorbance (nm)			Water balance	<i>Carbohydrates</i>	
	Showing- color buds	Fully- open flowers	Wilting flowers		400	500	600		Soluble	Reducing
Holding Solution (S)	**	*	*	n.s.	**	**	**	**	**	**
Evaluation day (D)	**	*	*	**	n.s.	**	**	**	**	**
S x D	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	**	**	*	**	**

n.s.; *, ** Non-significant; significant at P=0.05 and significant at P=0.01, respectively

Table 1.F test significance level for effect of holding solutions (S), evaluation date (D) and interaction (SxD) on showing-color buds, fully-open flowers, wilting flowers, respiration rate, holding solution absorbance, water balance, soluble and reducing sugars.

Figures

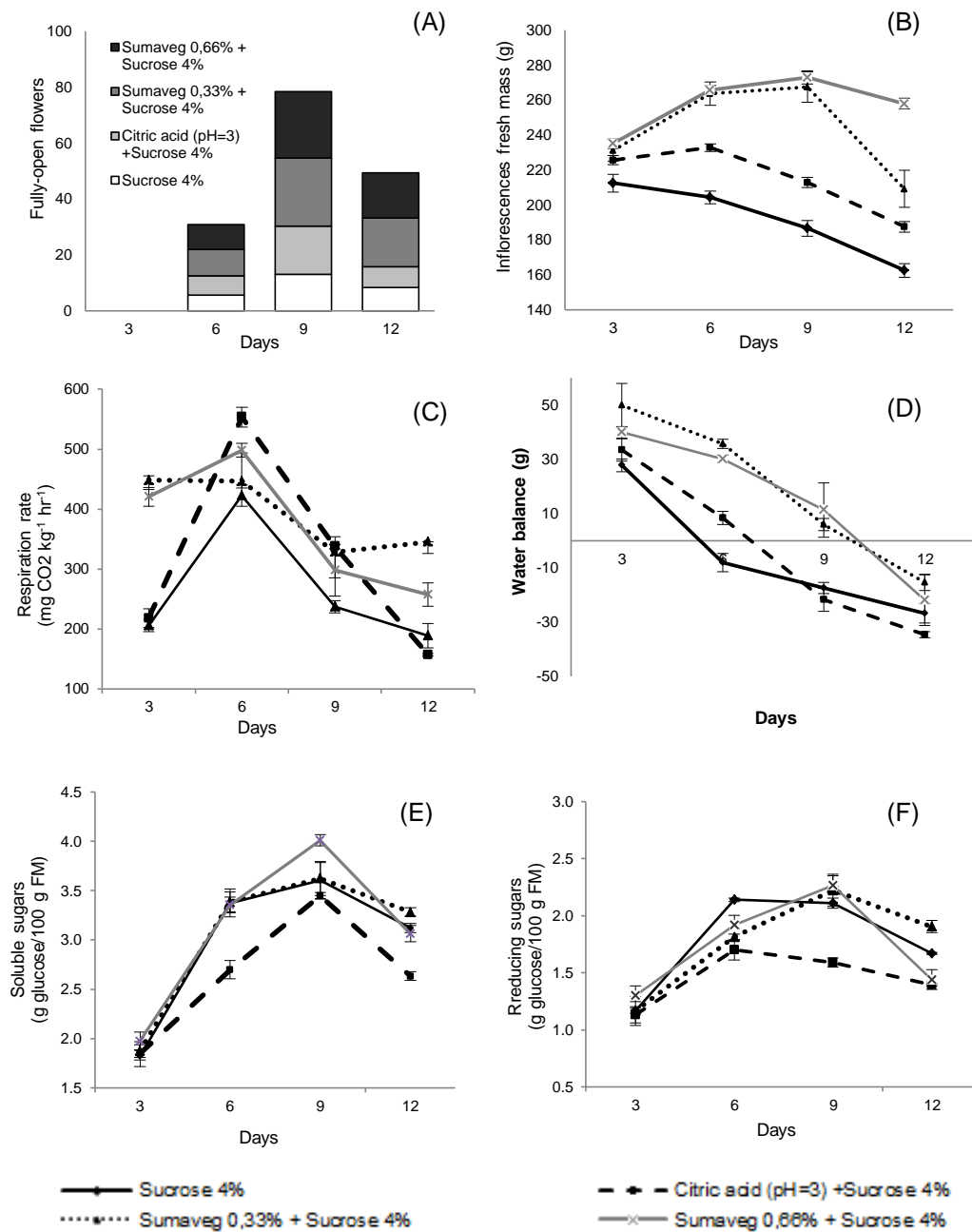


Figure 1. Effect of different holding solutions in (A) fully-open flowers; (B) fresh mass; (C) respiration rate; (D) water balance; (E) soluble and (F) reducing sugars in gladiolus 'White Friendship' cut inflorescences.

CAPÍTULO 5 – Germicides in holding solutions for gladiolus ‘White Friendship’ cut inflorescences⁴

Abstract

Gladiolus (*Gladiolus x hortulanus*) is one of the major commercial cut flowers worldwide, but it has a short longevity. Usually, it is harvested in bud stage and needs water and carbohydrates to support inflorescence postharvest development and guarantee quality. Holding solutions are used to supply these elements; however sugars may benefit multiplication of bacteria, which eventually block xylem vessels. Bactericides use may avoid microorganism growth. Moreover, new antimicrobial compounds are being developed and tested. This experiment was conducted to evaluate the compounds: sodium dichloroisocyanurate dihydrate (Na-DCC), 8-hydroxyquinoline (8-HQ) and polymeric biguanide (PB), used as germicides in holding solutions for cut gladiolus ‘White Friendship’. Inflorescences with all completely-closed buds were placed in holding solutions with each germicide plus sucrose (4%) at ambient conditions of $20.8 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ and relative humidity of $37 \pm 4\%$. Vase life, inflorescence postharvest development, fresh mass, membrane stability index and water relations were evaluated. There were no visual symptoms of toxicity in all the treatments. Highest vase life, fully-open flowers, fresh mass and better water balance, were obtained with Na-DCC. Inflorescences treated with 8-HQ had the highest solution uptake and wilting flowers. Highest unopened flowers and reduced water balance were obtained with PB and only-sucrose solutions. PB had limited effect on gladiolus postharvest and obtained results were similar to only-sucrose solution. There is no effect of germicides on membrane stability index and its reduction was due to flower senescence progress. Holding solution with Na-DCC plus sucrose was the most effective, enhancing vase life and postharvest quality of cut gladiolus inflorescences.

⁴Article to be submitted to Scientia Agricola.

Keywords: 8-hydroxyquinoline (8-HQ), inflorescence development, quality, sodium dichloroisocyanurate dihydrate (Na-DCC), polymeric biguanide (PB), vase life.

Introduction

Postharvest longevity is an important quality trait in horticultural products. Vase-life is a standard for longevity of cut flowers and longer vase-life is an important target for improving flower characteristics (Yamada *et al.*, 2003).

Gladiolus is one of the major commercial cut flowers and normally cut inflorescences have a short vase life, depending upon the cultivar (Kumar *et al.*, 2012). Vase life and display quality of gladiolus, is a function both of the life of the earliest-opened florets and of the opening of others developing buds present in the spike (Waithaka *et al.*, 2001). Wilting of the petals, senescence of half- and fully-opened florets cause early senescence in flower spikes and limit the acceptability of cut gladiolus in national and international trade (Memon *et al.*, 2012).

Holding solutions supply water and sugars that support inflorescence postharvest development and enhance flower quality. They are particularly useful when flowers must be harvested and transported in bud stage and flower opening occurs after it (Singh *et al.*, 2008).

Flower opening is promoted by sugars supplied through the stem. Sucrose is the most commonly used sugar in flowers postharvest. Exogenous supply of sucrose provides substrates for respiration; maintains flower turgidity and water balance on cut flowers. However, sugar can encourage multiplication of bacteria, which eventually block xylem vessels (Knee, 2000; Pun and Ichimura, 2003).

Biocides that are included in floral preservatives maintain clarity in the solution and prevent blockage of xylem elements by microorganisms (Knee, 2000). In gladiolus cut flowers, some chemical compounds have been used to control rise of microorganisms in holding solutions, like aluminum sulphate, citric acid, silver nitrate and hydroxyquinoline (Pal and Sirohi, 2007; Kumar *et al.*, 2012). But antimicrobial substances, when used at concentrations that adequately control microbe growth, may be toxic to cut flowers, dangerous to human health and/or pollute environment (Damunupola and Joyce, 2008).

Quinoline compounds may act as antimicrobial agents that delay wilting, help to reduce stem plugging and minimize losses in chlorophyll and carbohydrates (Egilmabi and Ahmed, 2009; Kumar et al., 2012). Chlorine compounds disinfect water by releasing free available chlorine (FAC), that is an effective biocide against a wide range of bacteria, fungi, algae and viruses. Sodium dichloroisocyanurate dihydrate is an alternative slow-release chlorine compound that contains much more FAC than sodium hypochlorite (bleach), it is slightly toxic, not corrosive or carcinogenic, and does not bioaccumulate (Clasen and Edmonson, 2006). It has been successfully used in solutions for cut flowers like roses, miniature roses and orchids (Ketsa and Chinprayoon, 2007; Ketsa and Dadaung, 2007; Sattayawong *et al.*, 2010).

New antimicrobial compounds are being developed and tested, and some of these can be nontoxic to cut flowers (van Doorn, 2012). Polymeric biguanides are active principles with widespread antimicrobial action, reduced corrosivity and foam formation. They are highly soluble in water, allowing transparent solutions and organic matter has no effect in its activity (Franzin, 2007). Some formulations can be used as sanitizers without cleaning properties and low toxicity (Nippon Chemical, 2012).

The aim of this work was to evaluate the germicides: sodium dichloroisocyanuratedihydrate (Na-DCC), 8-hydroxyquinoline (8-HQ) and polymeric biguanide (PB); plus sucrose (4%) in holding solutions for cut gladiolus 'White Friendship'.

Material and methods

Inflorescences of gladiolus (*Gladiolus x hortulanus*) 'White Friendship' with completely-closed flowers (commercial harvest stage), were obtained from a commercial producer in November, 2012 in Vargem Grande do Sul (21°50'28" S and 46°53'59.81" W, at altitude of 710 m), São Paulo state, Brazil. They were transported in tap water, vertical position and conditioning air to the laboratory, within 6 hours of harvest. Spikes were cut under water (80 cm long) and placed in the following holding solutions:

- Sucrose 4%;
- Sucrose 4% + 0.66 mg L⁻¹ Sodium dichloroisocyanurate dihydrate 6.25% (Sumaveg[®]) (Na-DCC);
- Sucrose 4% + 200 mg L⁻¹ 8-Hidroxiquinoline (8-HQ);
- Sucrose 4% + 1500 mg L⁻¹ Polymeric Biguanide 8% (Nippo-Lat IB[®]) (PBI);
- Sucrose 4% + 3000 mg L⁻¹ Polymeric Biguanide 8% (Nippo-Lat IB[®]) (PBII).

Flowering stems were kept in the solutions and environmental conditions of $20.8 \pm 0.3^\circ\text{C}$ and relative humidity of $37 \pm 4\%$. Evaluations were made every three days considering the following variables:

Inflorescence vase life. Days until complete wilting of third flower from the bottom of each inflorescence (Serek *et al.*, 1994).

Inflorescence postharvest development. Counting of showing-color buds, fully-open, wilting (Serek *et al.*, 1994) and unopened flowers.

Inflorescence fresh mass (FM). Determined by weighing of the three inflorescences of each repetition (Imsabai *et al.*, 2013).

Membrane stability index (MSI). Five tepal discs (1 cm²) of the third floret from basal end of the spike were rinsed well in deionized water prior to incubation in 5 mL of deionized water for 3 hours at room temperature. After incubation, electrical conductivity (value A) of the bathing solution was measured. Petal discs were boiled with bathing solution for 15 min to kill the tissue. After cooling to room temperature, electrical conductivity (value B) of the bathing solution was measured again. Potassium chloride (0.01 mM) was used as a standard, which gives specific conductance of 1.41 dS m⁻¹. MSI was calculated by using the formula:

$$\text{MSI (\%)} = [1 - (\text{value A} / \text{value B})] \times 100$$

(Singh *et al.*, 2008).

Water relations. Solution uptake was obtained by difference between initial and each evaluation day volumes using graduated cylinders. Water loss (transpiration estimative) was assessed by weighing. The water balance (difference between the rate of solution uptake and water loss) was calculated from the uptake and loss data (Imsabai *et al.*, 2013).

It was used a complete randomized design, 5 x 4 factorial (5 solutions x 4 evaluation times), with three replications and three inflorescences per replication.

Data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability.

Results and discussion

Inflorescences vase life. The use of germicides on holding solutions affected gladiolus vase life. The longest vase life was recorded with Na-DCC (11.3 days) and the shortest when 8-HQ was used (9.0 days), but these values had no statistical differences to only-sucrose solution. Inflorescences holding in solutions with polymeric biguanide had same vase life that those in only-sucrose solution (9.7 – 10.7 days) (Figure 1). Visual symptoms of toxicity were not observed in all the treatments of this experiment.

Results obtained in this experiment are according to Ketsa and Dadaung (2007) and Ketsa and Chinprayoon (2007) where holding solutions containing sucrose and Na-DCC significantly increased the vase life in 'Christian Dior' cut roses and 'Pinky Show' and 'Yellow Queen' cut miniature roses and 'bent neck' were totally suppressed. Also, use of Na-DCC extended longevity of *Mokara* 'Nora Pink' cut orchids and reduced total microbial count in vase solution (Sattayawong *et al.*, 2010).

It was found that use of quinoline compounds (8-Hydroxyquinoline sulfate: 8-HQS or 8-Hydroxyquinoline citrate: 8-HQC) in pulsing or holding solution prolonged vase life in gladiolus 'White Prosperity' and rose cut flowers, and sucrose addition had a synergistic effect with germicides (Singh and Sharma, 2003; Egilmabi and Ahmed, 2009; Kumar *et al.*, 2012). In another hand, hidroxyquinoline solutions had no effects on flower longevity or quality maintenance of chrysanthemums var. Calabria (Silva and Silva, 2010) and Ketsa and Chinprayoon (2007) recorded significant differences in vase life as response to holding solutions with 8-HQS in some miniature rose cultivars. Therefore, reduced efficacy of 8-HQ in extend vase life of gladiolus 'White Friendship' may be associated to cultivar differences.

Inflorescence postharvest development. Germicides affected the following parameters: number of unopened, fully-opened and wilted flowers, whereas number of showing-color buds was not affected. It is possible that bacterial growth in holding solutions during showing-color buds stage, was insignificant and therefore,

bactericides effect was negligible. Lowest values for fully-open and wilting flowers was obtained with polymeric biguanide (PBI and PBII) and only-sucrose solutions (Table 1), indicating no positive effect of PB on gladiolus postharvest development.

Use of Na-DCC and 8-HQC on holding solutions resulted in the highest values for fully-open flowers (Table 1), according to Singh and Sharma (2003) who reported that use of 8-HQC plus sucrose improved gladiolus flower opening and increased significantly flower diameter.

Snapdragon and roses harvested in bud stage and hold in solutions with sucrose and bactericides (citric acid, 8-HQC or 8-HQS) showed better development, and *Mokara* cut orchids showed 100% of open buds when placed in holding solution with Na-DCC plus sucrose, revealing that opening is significantly enhanced when flowers are placed in appropriate preservative solution (Dias and Reddy, 2004; Vieira *et al.*, 2010).

The lowest value for unopened flowers (1.8 flowers) was verified in 8-HQ solution in 12th day evaluation (Table 1), demonstrating positive effect of this germicide on postharvest development of inflorescences. Results are similar to Ketsa and Chinprayoon (2007) who found that HQS was efficient in improving vase life of cut miniature roses. Holding solutions including a suitable biocide can improve flower opening and prolong life beyond plain water or a sugar solution (Knee, 2000).

The highest value for wilting flowers was recorded in 8-HQ solution (4.0 flowers) in 9th day evaluation (Table 1), indicating that individual flowers from inflorescences treated with 8-HQ wilted faster than those treated with Na-DCC. Only-sucrose treatment had the lowest value for fully-open flowers (3.3 flowers in 9th day evaluation) and therefore, the lowest value for wilting flowers too (4.4 flowers in 12th day evaluation) (Table 1).

Highest number of unopened buds was obtained in only-sucrose solution (6.9 buds in 12th evaluation) (Table 1), agreeing with Memon *et al.* (2012) who observed the highest value of unopened flowers in cut gladiolus inflorescences hold in distilled water or sucrose without chemical preservatives.

For all the treatments, in 6th day evaluation was recorded the highest number of showing-color buds; in 9th day, the highest number of fully-opened flowers and in 12th day, the highest value for wilting flowers (Table 1). This sequence is according to

this defined by Yamada *et al.* (2003) who described inflorescence development in gladiolus 'Traveler' as following: three days before flower opening, petals begin to be apparent between bracts (showing-color buds), and they are totally emerged one day before complete flower opening. When flower is fully open, first signals of wilting appear and three days later, flowers are absolutely wilted.

Inflorescence fresh mass (FM): Inflorescences were weighing at beginning of experiment (day 0) and media of fresh mass was 204.06 g. Germicides had effect in FM of gladiolus cut inflorescences. Highest values were recorded in Na-DCC and 8-HQ treatments (Figure 2).

Lowest values were found in PB and only-sucrose solutions, similar to Ketsa and Chinprayoon (2007), who founded that FM of miniature cut roses placed in tap water, declined rapidly after 2 – 3 days when compared with those placed in holding solutions with sucrose and germicides. Therefore, it is possible that PB had no germicide effect in holding solutions for cut flowers.

Knee (2000) showed that toxicity of biocides in floral preservatives can be evidenced by flower opening inhibition and early decline in fresh mass. Thus, increase of fresh mass in this experiment (Figure 2) until 9th day evaluation may probably be understood as non-toxicity of tested compounds, and following decrease, as a consequence of senescence progress.

FM increased in all the treatments until 6th day evaluation and then decreased, except in inflorescences in only-sucrose solution where fresh mass increased up to 3rd day (Figure 2). Similar results were obtained by Ezhilmathi *et al.* (2007) in gladiolus 'Green Willow' hold in distilled water plus sucrose 4% and by Waithaka *et al.* (2001) in gladiolus 'New Rose' holds in 8-HQC solution. These results probably reflect cell expansion and the necessary manufacture of new cell walls and other components for the expanding cells (Waithaka *et al.*, 2001).

Only inflorescences treated with Na-DCC, increased FM until 9th day evaluation (Figure 2). This fact may be due to a higher number of fully-open flowers found in this treatment (Table 1). Ketsa and Dadaung (2007) found that Na-DCC delayed decline of the fresh mass of cut roses and Sattayawong *et al.* (2010) verified that cut *Mokara* orchids kept in Na-DCC had the highest FW and it increased

continuously up to 13 days, and then gradually declined, suggesting an absence of vascular blockage in the inflorescences treated with Na-DCC.

Membrane stability index (MSI). Use of germicides caused no significant effects in MSI values and it diminishes only in consecutive evaluations (Figure 3), probably due to senescence process. Thus, it is possible that chemicals used as germicides caused no additional damages to membranes, probably indicating their low toxicity to cut gladiolus.

MSI reduction along the experiment was similar to Ezhilmathi *et al.* (2007), who observed that in gladiolus 'Green Willow', MSI varied little in the first stages of postharvest cut flowers, but thereafter decreased rapidly with the flower age, achieving the lowest value with flower senescence. During petal wilting, cellular membranes progressively lose their integrity, resulting in leakage of pigments, nutrients and electrolytes from the petal cells (Rubinstein, 2000).

Water relations

Solution uptake. Germicides affected solution uptake in gladiolus inflorescences. Maximum uptake values were recorded in 8-HQ solution and lowest in only-sucrose solution (Figure 4a). Similar results were obtained with cut flowers of gladiolus 'White Prosperity' and miniature roses (Singh and Sharma, 2003; Ketsa and Chinprayoon, 2007). Solution uptake was reduced along the experiment time (Figure 4a), therefore, it is possible that germicides action decreased gradually too.

Asrar (2012) found that 8-HQS plus sucrose holding solution was more effective in maintaining water uptake than 8-HQS or sucrose used alone, and suggested that germicide use increased fresh mass because treatment prevent microorganism growth in xylem and thus, water uptake is maintained. Solution uptake by cut flowers placed in a holding solution resulted in better flower freshness and reduced early wilting. Use of 8-HQS plus sucrose improved absorption of holding solution in gerbera cut flowers, reflecting the inhibitory effects of 8-HQS on bacterial colonization and clogging xylem vessels in cut surface of the flowers stems (Banaee *et al.* 2013).

Inclusion of germicides in vase solutions helps to maintain high turgidity level in the gladiolus cut spikes, thereby prolongs their vase life. Thus, postharvest

treatments for gladiolus should be aimed to improve water balance of the spike (Singh and Sharma, 2003).

At 3rd day evaluation, solution uptake was the lowest in Na-DCC solution and similar values were maintained until 12th day evaluation (Figure 4a), possibly indicating a prolonged action of Na-DCC to avoid bacterial growth and consequently, vessels clogging. In 8-HQ treatment, solution uptake increased until 6th day evaluation and then, it decreased rapidly (Figure 4a). Results obtained in this experiment are different from Ketsa and Chinprayoon (2007), who registered higher solution uptake in 8-HQS, when compared to Na-DCC solution in cut miniature roses.

Solution uptake in polymeric biguanide and only-sucrose solutions decreased rapidly until 12th day evaluation, when all the treatments obtained values lower than Na-DCC solution (Figure 4a). A reduction in germicides efficiency along the time that allowed bacterial growth may explain these facts.

Na-DCC is a slow-release chlorine compound and stem surface texture and number of stems in vase can influence chlorine efficiency (Clasen and Edmonson, 2006; Xie *et al.*, 2008). Thus, it is possible that FAC of Na-DCC, a low number of gladiolus inflorescences per flask and/or its smooth (waxy) surface allow this compound to act for a longer time.

Sucrose and germicides work primarily by improving solution uptake of cut flowers (Ketsa and Chinprayoon, 2007) and this may explain fresh mass and postharvest development data of gladiolus 'White Friendship' inflorescences.

Water loss (transpiration estimative). Germicides affected water loss in gladiolus cut inflorescences. The lowest value was obtained in Na-DCC treatment and the highest, in 8-HQ treatment. Polymeric biguanide and only-sucrose solutions had similar water loss values (Figure 4b).

In general way, water loss reduced along the time. It was higher in 3rd day evaluation and diminished up to 12th day (Figure 4b), except for Na-DCC. Imsabai *et al.* (2013) found water loss reduction during cut lotus (*Nelumbo nucifera*) postharvest and different germicides (8-HQS, sodium dichloroisocyanuric acid or silver nitrate) had no effect in this parameter.

Inflorescences in Na-DCC treatment had the lowest water loss up to 6th evaluation day and these values were lower than solution uptake until 12th day

evaluation. In the other treatments, water loss was reduced rapidly up to 9th day (Figure 3b). Van Doorn (2012) indicates that there are two ways to avoid early flower wilting: prevent the decrease in water uptake or reduce transpiration rate. Agreeing to results obtained (Figure 4b), Na-DCC probably had positive effects in both of them and consequently, on flower turgidity and freshness.

Water balance. Germicides used in holding solutions had effect in water balance of cut gladiolus and it diminished rapidly along the experiment time too (Figure 4c). Inflorescences in only-sucrose solution achieved negative balance earlier, followed by polymeric biguanide treatments, 8-HQ and finally, Na-DCC (Figure 4c). These results showed that Na-DCC and 8-HQ had positive effects on enhanced water balance on gladiolus cut flowers. Asrar (2012) reported increased water balance in snapdragon cut flowers when sucrose and 8-HQS were used in holding solution and suggested that it may be due to reduced or no bacterial growth. Ketsa and Dadaung (2007) found that Na-DCC may increase vase life of cut roses by improving water balance.

Lowest quantity of fully-open flowers in only-sucrose and polymeric biguanide treatments indicated above may be caused by lower solution uptake and negative water balance, because water and carbohydrates are necessary for postharvest development of inflorescences (Singh *et al.*, 2008).

Use of Na-DCC as germicide caused significant reduction in water loss in all evaluation days (Figure 4c) what aided positive water balance maintenance. Water balance had similar performance to fresh mass, according to observed by Imsabai *et al.* (2013) in cut lotus (*Nelumbo nucifera*).

Holding solution with Na-DCC plus sucrose was the most effective, enhancing vase life and postharvest quality of cut gladiolus inflorescences.

References

- Banaee, S; E. Hadavi and P. Moradi. 2013. Effect of ascorbic acid, 8-hydroxyquinoline sulfate and sucrose on the longevity and anthocyanin content of cut gerbera flowers. *Current Agriculture Research Journal* 1 (1): 29-33.
- Clasen, T. and P. Edmonson. 2006. Sodium dichloroisocyanurate (NaDCC) tablets

as an alternative to sodium hypochlorite for ten routine treatments of drinking water at the household level. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 209: 173-181.

Damunupola, J.W. and D.C. Joyce. 2008. When is a vase solution biocide not, or not only, antimicrobial?. *Journal of Japanese Society of Horticultural Science* 77 (3): 211–228.

Dias, S.M.F. and B.S. Reddy. 2004. Efficacy of germicides and sucrose in flower foods. *Karnataka Journal of Agricultural Science* 17(4): 761-768.

Egilmabi, M.N. and O.K. Ahmed. 2009. Effects of bactericides and sucrose-pulsing on vase life of rose cut flowers (*Rosa hybrida*). *Botany Research International* 2 (3): 164-168.

Ezhilmathi, K., V.P. Singh, A. Arora and R.K. Sairam. 2007. Effect of 5-sulfosalicylic acid on antioxidant activity in relation to vase life of *Gladiolus* cut flowers. *Plant Growth Regulation* 51: 99-108.

Franzin, M. 2007 Biguanida Polimérica: versatilidade e diversificação em um só produto. http://www.opportuna.com.br/produtos/arquivos/Biguanida_Arch_20071213115113.pdf (In Portuguese) (accessed in Jun. 05 2014).

Imsabai, W., P. Leethiti, P. Netlak and W. van Doorn. 2013. Petal blackening and lack of bud opening in cut lotus flowers (*Nelumbo nucifera*): Role of adverse water relations. *Postharvest Biology and Technology* 79: 32-38.

Ketsa, S. and S. Chinprayoon. 2007. Effects of holding solutions on vase life of miniature cut flowers. *Acta Horticulturae* 751: 459-464.

Ketsa, S. and S. Dadaung. 2007. Effects of sodium dichloroisocyanurate and sucrose on vase life of cut roses. *Acta Horticulturae* 751: 465-472.

Knee, M. 2000. Selection of biocides for use in floral preservatives. *Postharvest Biology and Technology* 18: 227-234.

Kumar, A., J. Kumar and A.K. Singh. 2012. Studies on effect of biocides and sucrose on postharvest life of *gladiolus* cv. White Prosperity. *The Asian Journal of Horticulture* 7(2): 324-326.

Memon, N., A.A. Vistro, V.M. Pahoja, Q.B. Baloch and N. Sharif. 2012. Membrane stability and postharvest keeping quality of cut *Gladiolus* flower spikes. *Journal of Agricultural Technology* 8(6): 2065-2076.

- Nippon Chemical. 2012. Nippo-Lat IB. Ficha Técnica. (In Portuguese) <http://www.nipponchemical.com.br/index.php> (accessed in Jun. 06 2014).
- Pal, J.A. and Sirohi, H.S. 2007. Performance of selected chemical floral preservatives on the vase life and quality of cut gladiolus 'White Prosperity'. *The Asian Journal of Horticulture* 2(1): 92-94.
- Pun, U.K. and K. Ichimura. 2003. Role of sugars in senescence and biosynthesis of ethylene in cut flowers. *Japan Agricultural Research Quarterly* 37:219-224.
- Rubinstein, B. 2000. Regulation of cell death in flower petals. *Plant Molecular Biology* 44: 303-318.
- Sattayawong, N., A. Uthairatanakij, P. Jitareerat and K. Obsuwan. 2010. Responses of *Mokara* 'Nora Pink' inflorescences to biocide in vase solution. *Acta Horticulturae* 875: 531-537.
- Serek, M., R. Jones, and M. Reid. 1994. Role of ethylene in opening and senescence of *Gladiolus* sp. flowers. *Journal of American Society for Horticultural Science* 119 (5): 1014-1019.
- Silva, L.R. and S.M. Silva. 2010. Armazenamento de crisântemos brancos sob condição ambiente utilizando soluções conservantes. (In Portuguese, with English abstract) *Semina: Ciências Agrárias* 31(1): 85-92.
- Singh, A., J. Kumar and P. Kumar. 2008. Effects of plant growth regulators and sucrose on postharvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of gladiolus. *Plant Growth Regulation* 55: 221-229.
- Singh, P.V. and M. Sharma. 2003. The postharvest life of pulsed gladiolus spikes: the effects of preservative solutions. *Acta Horticulturae* 624: 395-398.
- Van Doorn, W. 2012. Water relations of cut flowers: an update. *Horticultural Reviews* 40: 55-107.
- Vieira, L.M., T.D.C. Mendes, F.L. Finger and J.G. Barbosa. 2010. Soluções conservantes prolongam a vida de vaso de inflorescências cortadas de boca-de-leão. (In Portuguese, with English abstract). *Ciência Rural* 40 (4): 827-832.
- Waithaka, K., L. Dodge and M. Reid. 2001. Carbohydrate traffic during opening of gladiolus florets. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 76 (1): 120-124.
- Xie, L., D.C. Joyce, D.E. Irving and J.X. Eyre. 2008. Chlorine demand in cut flower vase solutions. *Postharvest Biology and Technology* 47: 267-270.

Yamada, K., Y. Takatsu, T. Manabe, M. Kasumi and W. Marubashi. 2003. Suppressive effect of trehalose on apoptotic cell death leading to petal senescence in ethylene-insensitive flowers of gladiolus. *Scientia Horticulturae* 164: 213-221.

Figures

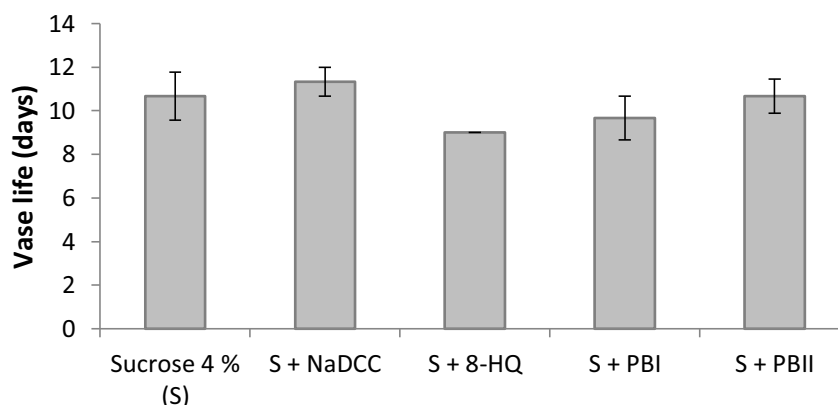


Figure 1. Vase life (days) for gladiolus 'White Friendship' inflorescences in holding solutions with sucrose (4%) and different germicides. Data are means ($n=9$) \pm SE. NaDCC: Sodium dichloroisicyanute dihydrate; 8-HQ: 8-Hidroxyquinoline; PBI: Polymeric biguanide 1500 mg L⁻¹; PBII: Polymeric biguanide 3000 mg L⁻¹

Table 1. Fully-open, wilting flowers and unopened buds in gladiolus 'White Friendship' inflorescences in holding solutions with sucrose (4%) and different germicides at three, six, nine and 12 days.

Treatment	Evaluation day			
	3	6	9	12
----- Fully-open flowers -----				
Sucrose 4% (S)	0.4 Ab	2.0 Aab	3.3 Ba	1.0 Bb
S + NaDCC	0.1 Ac	2.3 Ab	5.9 Aa	4.9 Aa
S + 8-HQ	0.1 Ab	3.9 Aa	4.3 ABa	4.4 Aa
S + PBI	0.3 Ab	3.1 Aa	3.0 Ba	1.2 Bb
S + PBII	0.0 Ac	2.3 Aab	3.3 Ba	1.3 Bbc
----- Wilting flowers -----				
Sucrose 4% (S)	0.0 Ab	0.4 Ab	1.3 Bb	4.4 Ba
S + NaDCC	0.0 Ac	0.1 Ac	1.4 Bb	5.8 ABa
S + 8-HQ	0.0 Ac	0.1 Ac	4.0 Ab	6.4 Aa
S + PBI	0.0 Ac	0.8 Ac	3.0 Ab	6.4 Aa
S + PBII	0.0 Ac	0.2 Ac	2.8 ABb	5.2 ABa
----- Unopened buds -----				
Sucrose 4% (S)	10.3 Aa	6.8 Ab	7.1 Ab	6.9 Ab
S + NaDCC	9.8 Aa	5.1 ABb	3.8 BCc	3.0 BCd
S + 8-HQ	8.0 Aa	3.9 Bab	2.2 Cb	1.8 Cb
S + PBI	9.4 Aa	4.6 ABb	4.9 Bb	3.7 BCb
S + PBII	9.9 Aa	5.6 ABb	5.4 ABb	5.8 ABb

Means followed by the same letter (capital in columns; minor in lines) are not significantly different according to Tukey test at $\alpha \leq 0.05$.

NaDCC: Sodium dichloroisicyanute dihydrate; 8-HQ: 8-Hidroxyquinoline; PBI: Polymeric biguanide 1500 mg L⁻¹; PBII: Polymeric biguanide 3000 mg L⁻¹

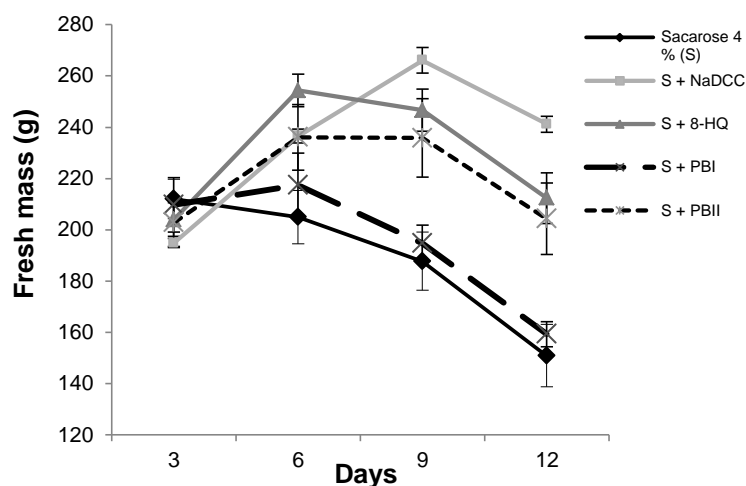


Figure 2. Fresh mass variation in gladiolus 'White Friendship' inflorescences in holding solutions with sucrose (4%) and different germicides at at three, six, nine and 12 days. Data are means ($n=9$) \pm SE. NaDCC: Sodium dichloroisicyanute dihydrate; 8-HQ: 8-Hidroxyquinoline; PBI: Polymeric biguanide 1500 mg L⁻¹; PBII: Polymeric biguanide 3000 mg L⁻¹

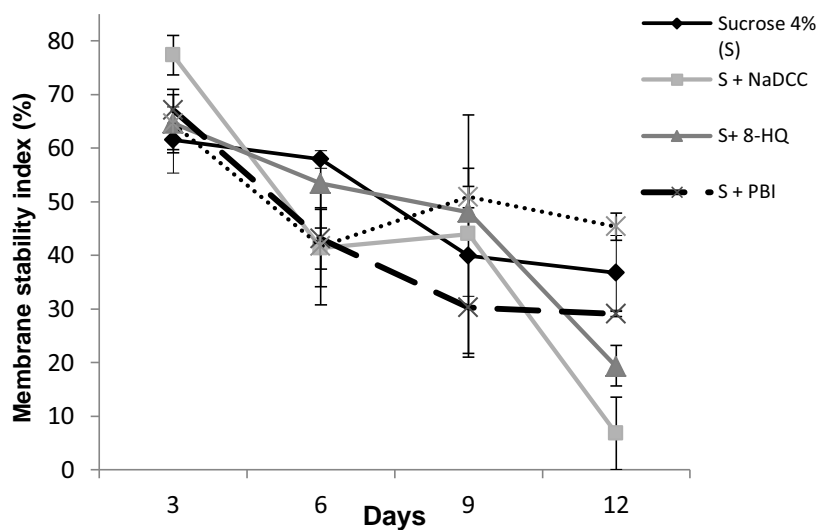


Figure 3. Membrane stability index in gladiolus 'White Friendship' flowers in holding solutions with sucrose (4%) and different germicides at three, six, nine and 12 days. Data are means ($n=9$) \pm SE. NaDCC: Sodium dichloroisicyanute dihydrate; 8-HQ: 8-Hidroxyquinoline; PBI: Polymeric biguanide 1500 mg L⁻¹; PBII: Polymeric biguanide 3000 mg L⁻¹

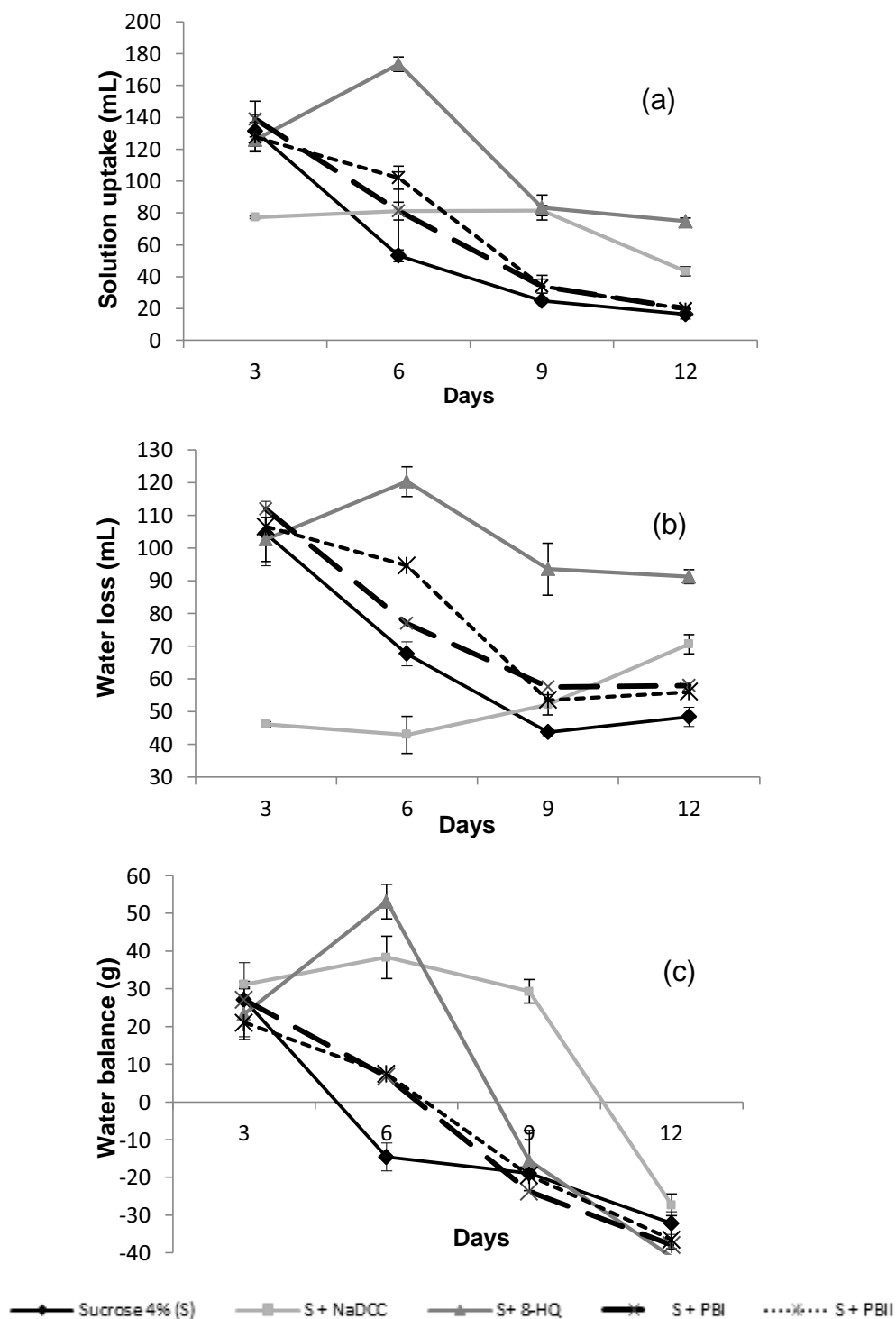


Figure 4. Water relations in gladiolus 'White Friendship' inflorescences in holding solutions with sucrose (4%) and different germicides at three, six, nine and 12 days. (a) Solution uptake; (b) Water loss; (c) Water balance. Data are means ($n=9$) \pm SE. NaDCC: Sodium dichloroisocyanate dihydrate; 8-HQ: 8-Hydroxyquinoline; PBI: Polymeric biguanide 1500 mg L⁻¹; PBII: Polymeric biguanide 3000 mg L⁻¹

CAPÍTULO 6 – Soluções de manutenção com cálcio para gladiolos ‘White Friendship’⁵

Holding solutions with calcium for gladiolus ‘White Friendship’

Resumo - O cálcio (Ca^{2+}) é um nutriente essencial para as plantas, necessário na estrutura da parede e da membrana celular. O uso de cálcio na pós-colheita tem sido uma alternativa de sucesso para manter a qualidade e retardar a senescência em flores cortadas. As soluções de vaso melhoram a longevidade e qualidade das flores cortadas, geralmente contêm carboidratos, germicidas, reguladores vegetais, entre outras substâncias que sustentam ou regulam o metabolismo após o corte. Avaliou-se o efeito do cálcio na solução de manutenção na longevidade e qualidade das inflorescências de gladiolo ‘White Friendship’. Inflorescências com todas as flores completamente fechadas foram colocadas nas seguintes soluções: água destilada; sacarose (4%) (S) + germicida ($0,66 \text{ mg L}^{-1}$ de dicloroisocianurato de sódio dihidratado) (G); S + G + CaCl_2 0,1%; e S + G + CaCl_2 0,2%, e mantidas em condições de ambiente de $21,2 \pm 0,2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $66 \pm 4\%$. Longevidade, desenvolvimento da inflorescência (botões mostrando a cor, flores abertas e murchas), massa fresca, relações hídricas (solução absorvida, perda de água e balanço hídrico) e índice de estabilidade da membrana foram avaliados a cada três dias até o murchamento da terceira flor da base da haste. As soluções de manutenção com ou sem cálcio obtiveram resultados similares em todas as variáveis avaliadas, tendo diferenças apenas com o uso de água destilada. O uso de cálcio na solução de manutenção não foi eficiente para aumentar a longevidade e nem a qualidade das inflorescências de gladiolo.

Palavras-chave adicionais: germicida, índice de estabilidade da membrana, qualidade, sacarose, vida útil.

⁵ Artigo para ser enviado à revista Científica

Abstract - Calcium (Ca^{2+}) is an essential nutrient for plants, necessary in the structure of cell wall and membrane. Use of calcium in postharvest has been a successful alternative to maintain quality and delaying senescence in cut flowers. Holding solutions improve longevity and quality of cut flowers and generally contain carbohydrates, germicide and plant growth regulators, among other substances that can maintain or regulate metabolism after cutting. It was evaluated the effect of calcium in holding solution on longevity and quality of 'White Friendship' gladiolus cut inflorescences. Inflorescences harvested with all flowers completely closed were placed in the following holding solutions: distilled water; [sucrose (4%) (S)] + [germicide (0.66 mg L^{-1} of sodium dichloroisocyanurate dihydrate) (G)]; [S + G + 0.1% CaCl_2]; and [S + G + 0.2% CaCl_2] and hold in ambient conditions of $21,2 \pm 0,2^\circ\text{C}$ and $66 \pm 4\%$ RH. Longevity, postharvest inflorescence development, fresh mass and membrane stability index were evaluated every three days until the wilting of the third flower from the base of the inflorescence. Holding solutions with or without calcium obtained similar results in all variables, with differences only with the use of distilled water. Use of calcium in holding solution was not efficient to increase longevity or improve quality of gladiolus cut inflorescences.

Additional keywords: germicide, membrane stability index, quality, sucrose, vase life.

Introdução

As soluções de vaso melhoram a longevidade e a qualidade das flores cortadas através do fornecimento de compostos necessários para a manutenção ou regulação dos processos metabólicos. Normalmente contêm uma fonte de carboidratos, um agente acidificante e compostos bactericidas, entre outros (Silva, 2003).

O cálcio (Ca^{2+}) é um nutriente essencial para as plantas, necessário na estrutura da parede e da membrana celular, entre outros. Como mensageiro secundário, o íon cálcio participa na sequência de eventos que conduzem ao crescimento e o desenvolvimento adequados. O cálcio possui um papel estrutural

fundamental na arquitetura da parede celular, e ao mesmo tempo sua disponibilidade proporciona integridade estrutural às membranas celulares. O fornecimento de cálcio também aumenta a longevidade das flores ao atrasar a senescência e reduzir a produção de etileno (Hepler, 2005; Aghdam *et al.*, 2012).

O uso de cálcio na pós-colheita tem sido uma alternativa de sucesso para manter a qualidade e retardar a senescência em flores cortadas de gérbera (González-Aguilar & Zavaleta-Mancera, 2012), alpinia (Silva *et al.*, 2009), rosa (Dias & Patil, 2003; Mortazavi *et al.*, 2007; Huerta *et al.*, 2011) e gladiolo (Bai *et al.*, 2009; Sairam *et al.*, 2011).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do cálcio na solução de manutenção na longevidade e qualidade das inflorescências de gladiolo 'White Friendship'.

Material e métodos

Inflorescências de gladiolo 'White Friendship', colhidas com todas as flores fechadas (ponto de colheita comercial), foram obtidos de um produtor comercial em maio de 2013 na região de Vargem Grande do Sul (21°50'28" S e 46°53'59.81" W, e uma altitude de 710 m), São Paulo, Brasil. Foram transportados em recipientes com água de torneira, em posição vertical e ar condicionado para o laboratório em até seis horas após a colheita. As inflorescências foram padronizadas a 80 cm de comprimento, cortando-as embaixo da água e imediatamente colocadas nas soluções de manutenção. Foram utilizadas as seguintes soluções:

- Água destilada;
- Sacarose 4% (S) + 0.66 mg L⁻¹ de dicloroisocianurato de sódio dihidratado 6.25% (Sumaveg[®]) (G);
- S + G + CaCl₂ 0,1% e
- S + G + CaCl₂ 0,2%

As inflorescências foram mantidas nas soluções e em condições ambiente de 21,2 ± 0,2°C e umidade relativa de 66 ± 4%. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com arranjo fatorial (4 soluções de manutenção x 3 datas de

avaliação), com três repetições e três inflorescências por repetição. As avaliações foram realizadas a cada três dias (3, 6 e 9 dias) e o volume inicial (500 mL) de todas as soluções foi completado a cada dia de avaliação. Foram consideradas as seguintes variáveis:

Vida útil ou longevidade: definida pelo número de dias até o murchamento da terceira flor da base da inflorescência (Serek *et al.*, 1994).

Desenvolvimento pós-colheita das inflorescências: definido pela contagem dos botões mostrando a cor, flores totalmente abertas e flores murchas (Serek *et al.*, 1994).

Massa fresca: quantificada pela pesagem do conjunto das três inflorescências de cada repetição, por meio de balança eletrônica (Imsabai *et al.*, 2013).

Relações hídricas: foi determinada a solução absorvida (diferença do volume de solução final e inicial em cada dia de avaliação), perda de água (diferença de massa final e inicial das inflorescências em cada dia de avaliação) e balanço hídrico (diferença entre solução absorvida e perda de água) (Imsabai *et al.*, 2013).

Índice de estabilidade da membrana: foi determinado em cinco discos de tépalas da terceira flor da base da inflorescência, os quais eram lavados e colocados em incubação em 5 mL de água deionizada por três horas a temperatura ambiente. Depois da incubação foi medida a condutividade elétrica da solução (valor A). A solução e os discos foram colocados em banho de água fervente por 15 minutos. Deixou-se resfriar a solução e mediou-se a condutividade elétrica novamente (valor B). O índice de estabilidade da membrana foi calculado com a seguinte fórmula:

$$\text{MSI (\%)} = [1 - (\text{valor A} / \text{valor B})] \times 100$$

(Singh *et al.*, 2008).

Valor ornamental diário (VOD): calculado como a soma do valor ornamental (notas) de cada flor na inflorescência. Nota 1: A largura exposta das tépalas deve ser igual à das brácteas ou a flor está iniciando a senescência; nota 2: a flor começa a abrir; nota 3: flor completamente aberta. Seguindo esta metodologia, foi considerado como o final da vida útil quando o VOD atingiu o valor menor ou igual a 6. O *valor ornamental médio (VOM)*: Calculado com o VOD dividido pelo número de

flores na inflorescência. A *taxa de abertura floral (TAF)*: Calculado pelo número de flores abrindo dividido pelo número total de flores na inflorescência (Bai *et al.*, 2009).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Vida útil das inflorescências. O uso de soluções de manutenção não teve efeito na longevidade das inflorescências de gladiolo (Tabela 1) e os valores estiveram entre 8,7 e 9,7 dias. Estes resultados são similares ao obtido por Akbudak & Murat (2012) que encontraram que o cálcio (“pulsing” com CaCl_2 0,1% por 16 horas) não teve efeito na vida útil de gérberas ‘Rosalon’ após 28 e 35 dias de armazenamento e 7 dias em vaso. Igualmente, Hatamzadeh & Shafyii-Masouleh (2013) reportam que a solução de manutenção com sulfato de cálcio (10 ou 20 mM) não teve efeito na vida útil de gérbera ‘Pink Elegance’.

Os resultados deste trabalho foram diferentes dos obtidos por Gonzalez-Aguilar & Zavaleta-Mancera (2012) em gérberas ‘Duela’ e ‘Shirlane’, onde o uso de cloreto de cálcio aumentou a vida útil das inflorescências; e aos apresentados por Chutichudet & Chutichudet (2012), onde o cloreto e o fosfato ácido de cálcio reduziram a longevidade em *Curcuma alismatifolia* ‘Chiang Mai Pink’.

Em gladiolos, Bai *et al.* (2009) verificaram que o cloreto de cálcio melhorou a vida útil e a qualidade pós-colheita da cultivar Mascagni, considerando o valor ornamental diário (VOD), médio (VOM) e a taxa de abertura das flores na inflorescência. É possível que o método utilizado não seja apropriado para o gladiolo ‘White Friendship’ porque define que a vida útil da haste acaba quando o VOD seja inferior a seis, entanto que quando aplicado às inflorescências deste trabalho, o menor VOD na avaliação do dia 9 foi 14 (água destilada), enquanto que para as outras soluções os valores estiveram entre 23 e 27, e resultaram estatisticamente iguais, apesar de que as inflorescências em todos os tratamentos apresentavam grande deterioração e aparência não desejável. A TAF em água destilada (32%) foi menor que nas outras soluções (47-50%) apenas na avaliação do dia 9. Entanto que

Bai et al. (2009) encontraram o menor valor (60%) em água destilada e o maior (82%) em soluções com acetato de cálcio.

Tabela 1. Nível de significância para o teste de F para o efeito da concentração de cálcio na solução de manutenção (T), dia de avaliação (D) e a interação (TxD) sobre a vida útil, massa fresca, desenvolvimento pós-colheita da inflorescência (botões mostrando a cor, flores abertas e murchas), relações hídricas (solução absorvida, perda de água e balanço hídrico) e índice de estabilidade da membrana, em inflorescências de *Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship'. *F test significance level for effects of calcium concentration in holding solution (T), evaluation day (D) and interaction (TxD) on vase life, fresh mass, inflorescence postharvest development (showing-color buds, fully-open and wilting flowers), water relations (solution uptake, water loss, water balance) and membrane stability index, in Gladiolus x hortulanus 'White Friendship' cut inflorescences.*

Causa da Variação	Vida útil	Desenvolvimento da inflorescência			Massa fresca
		Botões mostrando a cor	Flores abertas	Flores murchas	
Tratamento (T)	n.s.	**	**	n.s.	**
Dia de avaliação (D)	-	**	**	**	**
T x D	-	n.s.	*	n.s.	n.s.
Relações hídricas					
	Absorção de solução	Perda de água	Balanço Hídrico	Índice de estabilidade da membrana	
Tratamento (T)	**	n.s.	**	**	
Dia de avaliação (D)	**	**	**	**	
T x D	**	**	**	**	

* significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade; n.s. não significativo.

Sairam et al. (2011) encontraram que o uso de cloreto de cálcio melhorou a longevidade de gladiolo 'White Prosperity', considerando que a inflorescência mantém o valor ornamental até que a massa fresca seja menor à registrada no início do experimento. Considerando esse critério neste trabalho, apenas as inflorescências mantidas na água destilada apresentaram vida útil de 9 dias, enquanto que as mantidas em soluções com sacarose, germicidas e cálcio tiveram uma longevidade superior (Figura 3), mesmo com igual quantidade de flores murchas na haste e a qualidade das inflorescências muito reduzida (Tabela 2).

Desenvolvimento pós-colheita das inflorescências. O cálcio (0,1%) na solução de manutenção teve efeito no número de flores mostrando a cor e flores abertas, entanto que não afetou o número de flores murchas (Tabela 1). O menor número de botões mostrando a cor e de flores abertas (Figura 1) se obteve no tratamento com água destilada e os maiores e iguais entre eles, nas soluções com sacarose, germicida e cálcio (Tabela 2).

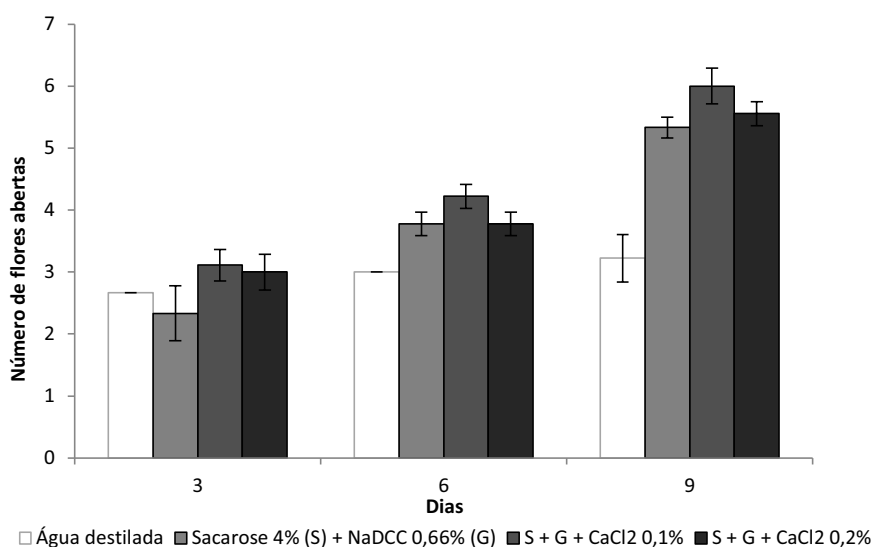


Figura 1. Número de flores abertas em inflorescências de gladiolo (*Gladiolus x hortulanus*) 'White Friendship' em soluções de manutenção com ou sem cálcio, durante 9 dias a 21°C. *Fully-open flowers in gladiolus cut inflorescences (Gladiolus x hortulanus) in holding solutions with or without calcium for 9 days at 21°C.*

De modo similar, Bai *et al.*, (2009) encontraram que o uso de cálcio (acetato, 2 mmol L⁻¹) ocasionou as maiores taxas de abertura floral e valor ornamental em *Gladiolus hybridus* 'Mascagni'. Pelo contrário, Amini *et al.*, (2013) reportaram que o uso de cloreto de cálcio mais sacarose em gérbera, resultou em menor qualidade da inflorescência, evidenciada por um menor diâmetro do capítulo.

O dia de avaliação afetou todos os parâmetros de desenvolvimento pós-colheita da inflorescência (botões mostrando a cor, flores abertas e flores murchas) (Tabela 1). As inflorescências mantidas na solução com cloreto de cálcio 0,1% apresentaram o maior número de botões mostrando a cor e flores abertas nas

avaliações dos dias 6 e 9, respetivamente. O maior número de flores murchas foi encontrado no dia 9 de avaliação, sem diferenças entre os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Desenvolvimento pós-colheita (número de botões mostrando cor e flores murchas), massa fresca, relações hídricas (solução absorvida e perda de água) e índice de estabilidade da membrana em inflorescências de *Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship' mantidas em soluções de manutenção com ou sem cálcio (CaCl_2 0,1 e 0,2%) durante 9 dias a 21°C. *Postharvest development (showing-color buds and wilting flowers), fresh mass, water relations (solution uptake and water loss) and membrane stability index in Gladiolus x hortulanus 'White Friendship' cut inflorescences in holding solutions with or without calcium (CaCl_2 0,1 e 0,2%) for 9 days at 21°C.*

Tratamento	Dia de avaliação					
	3	6	9	3	6	9
	<i>Nro. de botões mostrando a cor</i>			<i>---Solução absorvida (mL)---</i>		
Água destilada	4,6 Aa	4,7 Ba	1,2 Bb	102,4 Aa	35,3 Bb	6,5 Bc
Sacarose (S) + NaDCC (G)	4,6 Aab	5,7 ABa	3,9 Ab	96,0 Aa	71,6 Aa	66,5 Aa
(S) + (G) + CaCl_2 0,1%	6,1 Aa	6,7 Aa	3,6 Ab	94,3 Aa	70,7 Aab	63,5 Ab
(S) + (G) + CaCl_2 0,2%	5,6 Aa	5,9 ABa	2,8 ABb	88,5 Aa	66,0 Ab	57,3 Ab
	<i>--- Número de flores murchas-</i>			<i>-----Perda de água (g)-----</i>		
Água destilada	0,0 Ac	1,6 Ab	5,2 Aa	74,0 Aa	46,7 Ab	34,7 Ac
Sacarose (S) + NaDCC (G)	0,0 Ab	1,1 Ab	4,7 Aa	63,9 ABa	33,7 Ab	51,6 Aa
(S) + (G) + CaCl_2 0,1%	0,0 Ac	1,4 Ab	5,3 Aa	63,6 ABa	36,5 Ab	53,4 Aab
(S) + (G) + CaCl_2 0,2%	0,0 Ab	1,8 Aab	4,1 Aa	58,7 Ba	36,6 Aa	48,3 Aa
	<i>Massa fresca inflorescências(g)</i>			<i>Índice estabilidade membrana (%)</i>		
Água destilada	212,3 Aa	198,6 Ba	173,6 Bb	80,7 Aa	64,3 Aab	55,1 Ab
Sacarose (S) + NaDCC (G)	239,4 Aa	277,1 Aa	292,9 Aa	84,6 Aa	37,6 Bb	10,6 Bc
(S) + (G) + CaCl_2 0,1%	230,1 Aa	263,9 Aa	273,6 Aa	73,4 ABa	42,3 ABb	16,6 Bc
(S) + (G) + CaCl_2 0,2%	226,1 Aa	254,5 ABa	263,8 Aa	60,9 Ba	45,1 ABb	7,9 Bc

Médias seguidas de letras distintas (maiúsculas na coluna, minúsculas na linha) diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Mean values followed by different letters (capital on columns; minor on lines) are different by Tukey test at 5% probability.*

Massa fresca. O uso de soluções de manutenção afetou a massa fresca das inflorescências de gladiolo (Tabela 1). Os tratamentos com sacarosa + germicida e sacarose+germicida+CaCl₂ (0,1%) mostraram valores de massa fresca iguais entre eles e superiores aos das inflorescências mantidas em água destilada (Tabela 2; Figura 2).

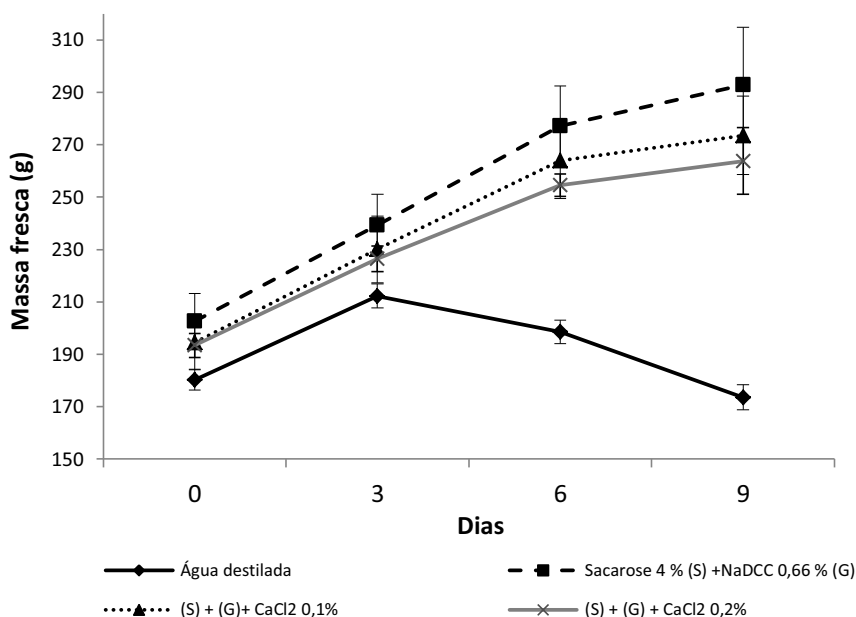


Figura 2. Massa fresca das inflorescências de gladiolo (*Gladiolus x hortulanus*) 'White Friendship' mantidas em soluções de manutenção com ou sem cálcio durante 9 dias a 21°C. *Fresh mass of gladiolus (*Gladiolus x hortulanus*) 'White Friendship' cut inflorescences in holding solutions with or without calcium for 9 days at 21°C.*

Os resultados apresentados são similares aos registrados por Dias & Patil (2003) que encontraram que o uso de sacarose (3%) e cloreto de cálcio (2 mM) aumentaram a massa fresca em rosas 'Arjun' após seis dias no vaso. Sairam *et al.* (2011) registraram que em gladiolo 'White Prosperity', o uso de cloreto de cálcio favoreceu o ganho de massa fresca após quatro dias no vaso. Akbudak & Murat (2012) registraram que o cálcio (CaCl₂ 0,1%, "pulsing" por 16 horas) reduziu a perda de peso em gérbera 'Rosalon' após 21; 28 e 35 dias de armazenamento e 7 dias em vaso. De maneira similar, Chutichudet & Chutichudet (2012) e Gonzalez-Aguilar &

Zavaleta-Mancera (2012) usando cloreto de cálcio, obtiveram menor perda de peso em inflorescências de *Curcuma alismatifolia* e gérbera, respectivamente.

Pelo contrário, Amini *et al.*, (2013) reportaram que gérberas mantidas em solução com cloreto de cálcio mais sacarose apresentaram menor massa fresca que as mantidas em água destilada, após 9 dias no vaso.

Os tratamentos diferentes à água destilada foram iguais entre eles, indicando que não houve diferenças com o controle (água destilada) (Tabela 2), indicando que o aumento na massa fresca provavelmente deve-se ao efeito da combinação sacarose + germicida, e não a presença do cálcio na solução de manutenção.

O dia de avaliação teve efeito na massa fresca das inflorescências de gladiolo. As inflorescências mantidas em água destilada mostraram os menores valores da massa fresca a partir da avaliação do dia 6. A massa fresca das inflorescências mantidas nas soluções com sacarose, germicida e cálcio não apresentaram diferenças entre elas e foram superiores ao controle (Tabela 2). Esses resultados são similares aos obtidos por Huerta *et al.* (2011) que encontraram que a solução de manutenção com sacarose (4%), germicida (HQS) e cloreto de cálcio manteve sem variação a massa fresca de rosas 'Grand Gala' por até 5 dias.

Relações hídricas. As soluções de manutenção afetaram a solução absorvida e o balanço hídrico (Figura 3) nas inflorescências de gladiolo, enquanto a perda de água (estimativa da transpiração) não foi afetada (Tabela 1 e 2).

A quantidade de solução absorvida foi a menor no tratamento com água destilada; e as soluções com sacarose, germicida e cálcio foram estatisticamente maiores e iguais entre elas (Tabela 2). Estes resultados são similares ao reportado por Dias & Patil (2003) que encontraram maior absorção de solução quando usaram cloreto de cálcio ou sacarose na solução de manutenção para *Rosa* 'Arjun'. Pelo contrário, Chutichudet & Chutichudet (2012) registraram valores menores de absorção em *Curcuma alismatifolia* na solução com cloreto de cálcio (0,8%) que no controle (água destilada), após 6 dias em vaso. Enquanto Hatamzadeh & Shafyii-Masouleh (2013) não encontraram efeito do sulfato de cálcio na solução de manutenção na quantidade de solução absorvida por inflorescências de gérbera 'Pink Elegance'.

Os resultados de perda de água (estimativa da transpiração) encontrados neste trabalho são contrários aos encontrados por Dias & Patil (2003) e Hatamzadeh & Shafyii-Masouleh (2013) que reportaram que o uso de cloreto ou sulfato de cálcio na solução de manutenção reduziu a perda de água em rosa 'Arjun' e gérbera 'Pink Elegance'.

O balanço hídrico das inflorescências obteve valores negativos (solução absorvida menor que a perda de água) a partir da avaliação do dia 6 para as inflorescências mantidas em água destilada, enquanto para as mantidas nas outras soluções, ainda na avaliação do dia 9, o balanço hídrico se manteve positivo (solução absorvida maior que a perda de água) (Figura 3), sugerindo que o murchamento e o fim da vida útil das flores podem dever-se a causas diferentes às relações hídricas desfavoráveis (van Doorn, 2011).

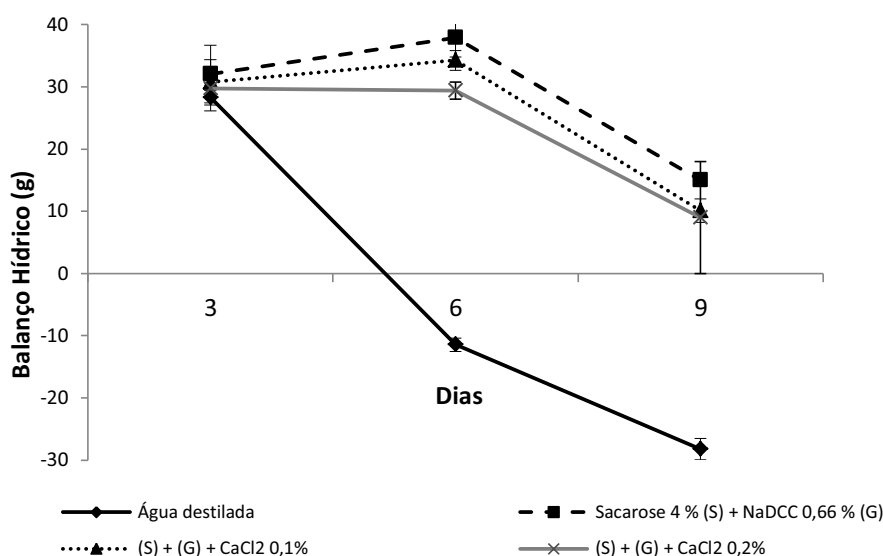


Figura 3. Balanço hídrico em inflorescências de gladiolo (*Gladiolus x hortulanus* 'White Friendship') mantidas em soluções de manutenção com pu sem calico durante 9 dias a 21°C. *Water balance in cut gladiolus (*Gladiolus x hortulanus*) 'White Friendship' inflorescences in holding solutions with or without calcium for 9 days at 21°C.*

O fluxo transpiratório através do xilema é a via mais importante para o transporte do cálcio nas plantas, então tecidos com baixa transpiração ou que atuam

como dreno podem apresentar níveis insuficientes deste elemento (Baas et al., 2000; Kerton et al., 2009). Em algumas monocotiledôneas, o fluxo predominante vai para as folhas e pode ocorrer uma alta acumulação de cálcio no ápice, sem a possibilidade de ser reciclado (White & Broadley, 2003; Frickle, 2004; Kerton et al., 2009).

Gilliham et al. (2011) afirmam que em algumas situações, é possível que o transporte simplástico de longa distância seja incapaz de prover suficiente cálcio para tecido com baixa transpiração, especialmente quando competem com tecidos com maiores taxas de transpiração. É possível que no gladiolo, o cálcio tenha seguido essa via e se acumulado no tecido foliar preferentemente, reduzindo a oportunidade de ter um efeito positivo nas flores da haste.

Índice de estabilidade da membrana (IEM). As soluções de manutenção afetaram o IEM (Tabela 1). Os maiores valores foram registrados nas inflorescências mantidas em água destilada e os menores nas soluções com sacarose, germicida e cálcio (Tabela 2). Estes resultados são contrários aos registrados por Lin & Kuo (2008), Bai et al. (2009) e Sairam et al. (2011), que afirmam que o uso de cálcio (cloreto ou acetato) aumentou a estabilidade e integridade da membrana em rosa 'Noblesse' e gladiolos 'Mascagni' e 'White Prosperity', respectivamente.

A falta de efeito da aplicação de cálcio na solução de manutenção pode dever-se a que mesmo sendo o fluxo transpiratório um fator importante no transporte do cálcio no xilema, a absorção deste elemento não é sempre proporcional ao movimento da água no tecido (Yang et al., 2011). A falta de redistribuição já comentada, juntamente com as dificuldades no transporte pode conduzir a deficiências locais de cálcio ainda com uma disponibilidade abundante (Dayod et al., 2010).

O dia de avaliação afetou o índice de estabilidade da membrana (Tabela 1), assim a estabilidade diminuiu nos sucessivos dias de avaliação (Tabela 2), para todos os tratamentos, o que pode dever-se ao progresso da senescência das flores individuais. Estes resultados são similares ao reportado por Ezhilmathi *et al.* (2007) em gladiolo 'Green Willow', onde a IEM diminuiu rapidamente com o avanço da senescência. Quando as pétalas murcham, as membranas celulares perdem

progressivamente a integridade e ocorre perda de pigmentos, nutrientes e eletrólitos (Rubinstein, 2000), aumentando os valores de IEM.

Conclusões

As soluções de manutenção melhoraram o desenvolvimento pós-colheita respeito à água destilada, aumentando o número de botões mostrando a cor e de flores abertas, e não foram eficientes em prolongar a vida útil das inflorescências de gladiolo. O uso de cálcio na solução de manutenção não teve efeito na longevidade e nem na qualidade das inflorescências de gladiolo.

Referências

Aghdam, M. S.; Hassanpouraghdam, M. B.; Paliyath, G.; Farmani, B. The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers. **Scientia Horticulturae**, v. 144, p. 102–115, 2012.

Akbudak, B.; S. Murat, S. Effects of preharvest and postharvest calcium and modified atmosphere treatments on vase life of gerbera. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 10, n. 3&4, p. 968-971, 2012.

Amini, S.; Jafarpour, M.; Golparvar, A. Effect of pulsing treatments (calcium chloride+ sucrose and distilled water) with fixed hormonal treatments on postharvest quality of cut Gerbera flowers. **Technical Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 3, n. 13, p. 1120-1123, 2013.

Baas, R.; Marissen, N.; Dik, A. Cut rose quality as affected by calcium supply and translocation. **Acta Horticulturae**, v. 518, p. 45-54, 2000.

Bai, J.; Xu, P.; Zong, C.; Wang, C. Effects of exogenous calcium on some postharvest characteristics of cut gladiolus. **Agricultural Sciences in China**, v. 8, n. 3, p. 293-303, 2009.

Chutichudet, B.; Chutichudet, P. Influence of calcium solutions to physiological changes of 'Chiang Mai Pink' patumma cut flowers. **International Journal of Agricultural Research**, v. 7 n. 3, p. 121-133, 2012.

Dayod, M.; Tyerman, S.; Leigh, R.; Gilliham, M. Calcium storage in plants and the implications for calcium biofortification. **Protoplasma**, v. 247, p. 215-231, 2010.

Dias, S. M. F.; Patil, A. A. Chemically fortified solutions to enhance the longevity of cut roses cv. Arjun. **Karnataka Journal of Agricultural Science**, v. 16, n. 2, p. 324-326, 2003.

Ezhilmathi, K.; Singh, V.P.; Arora, A.; Sairam, R.K. Effect of 5-sulfosalicylic acid on antioxidant activity in relation to vase life of Gladiolus cut flowers. **Plant Growth Regulation**, v. 51, p. 99-108, 2007.

Frickle, W. Solute shorting in grass leaves: the transpiration stream. **Planta**, v. 219, p. 507-514, 2004.

Gilliham, M.; Dayod, M.; Hocking, B.; Xu, B.; Conn, S.; Kaiser, B.; Leigh, R.; Tyerman, S. Calcium delivery and storage in plant leaves: exploring the link with water flow. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, n. 7, p. 2233–2250, 2011.

Gonzalez-Aguilar, S.; Zavaleta-Mancera, A. El CaCl_2 en la vida de florero de gerbera: pigmentos, fenoles, lignina y anatomía del escapo. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 3, n. 3, p. 539-551, 2012.

Hatamzadeh, A.; Shafyii-Masouleh, S. Nano-silver pulsing and calcium sulfate improve water relations on cut gerbera flowers. **South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment**, v. 4, n. 1, p. 1-11, 2013.

Hepler, P. K. Calcium: A central regulator of plant growth and development. **The Plant Cell**, v. 17, p. 2142-2155, 2005.

Huerta, M.; Arriaga, A.; González, S.; Mandujano, M.; Guzmán, G.; Gracián, S. The effects of calcium on postharvest water status and vase life of *Rosa hybrida* cv. Grand Gala. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 13, p. 233-238, 2011.

Imsabai, W.; Leethiti, P.; Netlak, P.; van Doorn, W. Petal blackening and lack of bud opening in cut lotus flowers (*Nelumbo nucifera*): Role of adverse water relations. **Postharvest Biology and Technology**, v. 79, p. 32-38, 2013.

Kerton, M.; Newbury, H.; Hand, D.; Pritchard, J. Accumulation of calcium in the center of leaves of coriander (*Coriandrum sativum* L.) is due to an uncoupling of water and ion transport. **Journal of Experimental Botany**, v. 60, n. 1, p. 227-235, 2009.

Lin, R.; Kuo, M. Ethylene biosynthesis and membrane microviscosity changes of cut rose *Rosa hybrida* L. 'Noblesse' by calcium chloride pulse and dry cold storage. **Acta Horticulturae**, v. 768, p. 469-474, 2008.

Mortazavi, N.; Naderi, R.; Khalighi, A.; Babalar, M.; Allizadeh, H. The effect of cytokinin and calcium on cut flower quality in rose (*Rosa hybrida* L.) cv. Illona. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 5, n. 3&4, p. 311-313, 2007.

Rubinstein, B. Regulation of cell death in flower petals. **Plant Molecular Biology**, v. 44, p. 303-318, 2000.

Sairam, R.; Vasanthan, B.; Arora, A. Calcium regulates gladiolus flower senescence by influencing antioxidative enzymes activity. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 33, p. 1897-1904, 2011.

Serek, M., Jones, R.; Reid, M. Role of ethylene in opening and senescence of *Gladiolus* sp. flowers. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 119, n. 5, p. 1014-1019, 1994.

Silva, A. T. C.; Ferreira, V. M.; Graciano, E. S. A.; Souza, R. C.; Araújo Neto, J. C.; Loges, V. Postharvest of pink ginger floral stems treated with silver thiosulphate, sucrose, and calcium. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 357-361, 2009.

Silva, J. A. T. The cut flower: Postharvest considerations. **Online Journal of Biological Sciences**, v. 3, n. 4, p. 406-442, 2003.

Singh, A., Kumar, J.; Kumar, P. Effects of plant growth regulators and sucrose on postharvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of gladiolus. **Plant Growth Regulation**, v. 55, p. 221-229, 2008.

van Doorn, W. The postharvest quality of cut lily flowers and potted lily plants. **Acta Horticulturae**, v. 900, p. 255-264, 2011.

White, P.; Broadley, M. Calcium in plants. **Annals of Botany**, v. 92, p. 487-511, 2003.

Yang, H.; Jie, Y.; Shao, X. Regulation of calcium uptake and translocation in plants. **Acta Horticulturae**, v. 903, p. 1011-1016, 2011.

CAPÍTULO 7 – Considerações finais

Entender as características das flores cortadas e desenvolver tecnologias adequadas ajuda a melhorar a qualidade e a prolongar a sua vida decorativa. A fisiologia pós-colheita de numerosas flores não climatéricas (insensíveis ao etileno), entre elas o gladiolo ou palma-de-Santa-Rita, não tem sido estudada apropriadamente, mesmo que a demanda destes produtos é alta.

Os experimentos permitiram constatar a importância do fornecimento de açúcares para o desenvolvimento e a qualidade pós-colheita do gladiolo, do controle dos microrganismos na solução de vaso e das pesquisas para testar outros produtos, ainda que pouco conhecidos, na pós-colheita de flores.

As soluções de “pulsing” com sacarose mostraram ser úteis quando é necessária a abertura rápida e com qualidade das inflorescências e a durabilidade ou longevidade é menos importante.

A solução de manutenção com sacarose e bactericida (dicloroisocianurato de sódio dihidratado, Na-DCC) melhorou a abertura e a qualidade das inflorescências, porém a resposta com relação à vida útil foi escassa. O Na-DCC é uma alternativa eficiente ao uso de outros compostos bactericidas que são poluentes ambientais e/ou tóxicos para os seres vivos. O cálcio na solução de manutenção não aumentou a longevidade e nem a qualidade do gladiolo.

A continuidade dos trabalhos de pesquisa é importante, principalmente visando estudos de combinações de compostos como: carboidratos de diferentes fontes; reguladores vegetais ou produtos naturais, que proporcionem a maior quantidade de flores abertas na haste (maior qualidade), porém tornando mais lento o processo de abertura, permitindo uma maior longevidade das inflorescências.