



**THAIS SILVA SALES**

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE COPO-DE-  
LEITE: RELAÇÕES HÍDRICAS E  
CONCENTRAÇÕES DE CARBOIDRATOS  
ENDÓGENOS**

**LAVRAS – MG  
2014**

**THAIS SILVA SALES**

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE COPO-DE-LEITE: RELAÇÕES  
HÍDRICAS E CONCENTRAÇÕES DE CARBOIDRATOS ENDÓGENOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva

**LAVRAS – MG**

**2014**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e  
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Sales, Thaís Silva.

Qualidade pós-colheita de copo-de-leite : relações hídras e  
concentrações de carboidratos endógenos / Thaís Silva Sales. –  
Lavras : UFLA, 2014.

90 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Patrícia Duarte de Oliveira Paiva.

Bibliografia.

1. Floricultura. 2. Soluções conservantes. 3. Durabilidade. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.93464

**THAIS SILVA SALES**

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE COPO-DE-LEITE: RELAÇÕES  
HÍDRICAS E CONCENTRAÇÕES DE CARBOIDRATOS ENDÓGENOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 25 de novembro de 2014.

Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima

UFLA

Dra. Simone Novaes Reis

EPAMIG

Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva

Orientadora

**LAVRAS – MG**

**2014**

*A minha família por todo amor e incentivo.*

**DEDICO E OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus por iluminar sempre o meu caminho e permitir mais uma vitória.

Aos meus pais, Sebastião César e Silvana, e ao meu irmão Thales, pelo amor, apoio e incentivo, nunca medindo esforços para meus estudos.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

À FAPEMIG, CNPQ e CAPES pelo financiamento do projeto e bolsas concedidos para a realização dessa pesquisa.

A Professora Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva, pela orientação, pelos ensinamentos, confiança e apoio durante a realização do trabalho.

Aos membros da banca, Simone Novaes Reis, Luiz Carlos de Oliveira Lima e Heloisa Helena de Siqueira Elias pela disponibilidade e aceitação do convite e contribuição na avaliação desse trabalho.

Aos meus colegas de Pós-graduação em Fitotecnia pelos auxílios nas disciplinas, pela amizade e experiências compartilhadas.

Aos membros do Núcleo de Estudos em Paisagismo e Floricultura (NEPAFLOR) pela recepção, aprendizado, experiência de trabalho em equipe e amizade.

À Maria Leandra pela fundamental ajuda no planejamento e execução dos experimentos.

À pesquisadora Heloisa Helena, pela orientação na realização das análises bioquímicas.

Ao Filipe Rizzo pela fundamental ajuda nas análises estatísticas.

Ao Sr. Luiz, funcionário do Setor de Floricultura e Paisagismo, por sua boa vontade em sempre me ajudar.

À Meire, que me recebeu tão bem em sua casa quando cheguei a Lavras e as amigas de república: Aline, Fran, Marlúcia, Amanda, Kily, Cris e Camila, pela convivência, amizade e incentivo.

Às novas amigades que fiz em Lavras, por terem me proporcionado momentos de muitas alegrias, companheirismo e descontração. Guardo todos vocês em meu coração.

Ao Thiago, pela paciência, por sempre estar ao meu lado me incentivando e torcendo pelo meu sucesso.

A toda minha família, avós, tios e primos, enfim....por todo o incentivo e por todos os momentos especiais compartilhados.

A todos que acreditaram em mim e que de alguma forma contribuíram pra realização deste trabalho.

**Muito obrigada!**

## RESUMO

A floricultura de corte é bastante promissora e o copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*) é uma das espécies que mais se destaca, principalmente pela sua beleza e versatilidade na composição de arranjos florais. No entanto, um dos maiores entraves dessa atividade é a elevada perecibilidade das flores, exigindo procedimentos adequados na pós-colheita. Assim, objetivou-se avaliar os diferentes estádios de abertura para colheita das hastes florais de copo-de-leite, o armazenamento em diferentes soluções conservantes, as relações hídricas, as concentrações de carboidratos endógenos e suas influências na durabilidade. Foram realizados três experimentos. No primeiro experimento foram testados quatro estádios diferentes para a colheita, considerando a abertura da espata: fechada, 1/3 aberta, 2/3 aberta e aberta. As avaliações foram realizadas diariamente, durante 8 dias. As hastes florais colhidas nos estádios fechadas ou 1/3 abertas apresentaram, nos primeiros dias após a colheita, maiores absorção de água pelas hastes e hidratação das flores, aumento da capacidade de retenção de água pelos tecidos florais e maior vida de vaso, embora não tenha sido observada a completa expansão da espata. Além disso, estes estádios de colheita foram influenciados positivamente pelo balanço hídrico das hastes. No segundo experimento foram avaliados dois estádios de colheita (fechado e 1/3 aberto), mantidos em seis soluções conservantes: água e solução com 5% de sacarose (testemunhas) e solução com 1, 2, 4 e 6% de glicose anidra. As avaliações foram realizadas diariamente, durante 12 dias. A utilização de glicose na concentração 4% aumentou a abertura floral das hastes colhidas fechadas e a concentração 6% a das hastes colhidas 1/3 abertas. Ambos os estádios de colheitas que foram mantidos em água e em solução com 1% de glicose, apresentaram menor porcentagem de perda de massa fresca e melhor manutenção do balanço hídrico. Os teores de amido e açúcares solúveis totais da espata apresentam uma pequena diminuição após a colheita. No terceiro experimento foram testados dois estádios de colheita (fechado e 1/3 aberto), mantidos em cinco soluções conservantes: água (testemunha), 100 mg.L<sup>-1</sup> de hipoclorito de sódio (NaClO), 100 mg.L<sup>-1</sup> de sulfato de alumínio (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>), 200 mg.L<sup>-1</sup> de 8- hidroxiquinolina (8-HQ) e 10 mg.L<sup>-1</sup> de nitrato de prata (AgNO<sub>3</sub>). As avaliações foram realizadas diariamente, durante 9 dias. Tanto para o estádio de colheita fechado quanto 1/3 aberto, a adição de 8-HQ aumentou a abertura floral. Além disso, observou-se uma melhor eficiência na absorção de água e hidratação das flores. A melhor manutenção do balanço hídrico ocorreu quando as hastes foram armazenadas em água e em soluções conservantes com Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.

Palavras-chave: Floricultura. Soluções conservantes. Durabilidade.

## ABSTRACT

The cut flower production is very promising and the calla lily (*Zantedeschia aethiopica*) is one of the species that distinguish mainly for its beauty and versatility in the composition of floral arrangements. However, one of the problems is the perishability of the flowers, which demands appropriate post-harvest processes. The aims of this work were to evaluate different stages of flower stems opening for harvest, storage in different preservative solutions, water relations, concentrations of endogenous carbohydrate and its influence on durability. Three experiments were performed. In the first experiment, there were tested four different stages for harvest considering the opening spathe: closed, 1/3 opening, 2/3 opening, and full open. The evaluations were performed daily, during 8 days. The flower stems harvested closed and 1/3 open stages showed in the first days after harvest, higher water absorption of stem, and floral hydration; increased water holding capacity by floral tissues and more durability in vase although it was not observed the complete expansion of the spathe. Also, these harvest stage were positively influenced by the water balance of stems. In the second experiment were evaluated two stages of harvesting (closed and 1/3 open), kept in six preservatives solutions: pure water and 5% sucrose solution (controls) and 1, 2, 4, and 6% glucose anhydrous solutions. The evaluations were performed daily, during 12 days. The use of glucose in concentration of 4% increased the flower opening for the stems harvested closed although the concentration of 6% for the stems harvest 1/3 opened. In both stages of harvest, the floral stems kept in pure water and 1% glucose solution, showed a lower percentage of fresh weight loss and an improvement in maintenance of the water balance. The starch and soluble sugars levels of the spathe showed a small decrease after harvest. In the third experiment, it was tested two-stage for harvesting the inflorescences: closed and 1/3 opened, kept in five preservative solutions: water (control), 100 mg.L<sup>-1</sup> sodium hypochlorite (NaClO), 100 mg. L<sup>-1</sup> of aluminium sulphate [Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>], 200 mg. L<sup>-1</sup> of 8-hydroxyquinoline (8-HQ) and 10 mg.L<sup>-1</sup> of silver nitrate (AgNO<sub>3</sub>). The evaluations were performed daily, during 9 days. For both harvesting stages, closed and 1/3 opened, occurred an increased in flower opening when 8-HQ were used. Also, it was observed better efficiency in water absorption and flowers hydration. The best maintenance of water balance occurred when floral stems were kept in water or in solution of Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.

Key-words: Floriculture. Preservative solutions. Durability.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 Introdução Geral.....</b>	<b>12</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Aspectos gerais da floricultura.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Copo-de-leite.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Pontos de colheita .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Pós-colheita.....</b>	<b>16</b>
<b>2.4.1 Relações hídricas.....</b>	<b>18</b>
<b>2.4.2 Soluções conservantes .....</b>	<b>19</b>
<b>2.5 Aspectos bioquímicos da pós-colheita de flores .....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO 2 Relações hídricas em hastes florais de copo-de-leite em diferentes estádios de abertura .....</b>	<b>26</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>27</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>28</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>43</b>

<b>CAPÍTULO 3 Influencia de fontes exógenas na qualidade pós-colheita de copo-de-leite em diferentes estádios de colheita e aspectos bioquímicos ....</b>	<b>45</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>46</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>47</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>49</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>52</b>
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>66</b>
<b>CAPÍTULO 4 Relações hídricas de hastes florais de copo-de-leite em função dos estádios de colheita e das diferentes soluções antimicrobianas .....</b>	<b>69</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>70</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>71</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>72</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>73</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>76</b>
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>87</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>88</b>

## **CAPÍTULO 1**

### **Introdução Geral**

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil a floricultura tem se destacado como um importante segmento da agricultura, principalmente pela diversidade de solo e clima e a beleza da flora brasileira, permitindo que essa atividade tenha um grande potencial de crescimento, sendo bastante competitiva no mercado mundial.

A floricultura de corte é bastante promissora e o copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*) é uma das espécies que mais se destaca, principalmente pela sua beleza e versatilidade na composição de arranjos florais. No estado de Minas Gerais, a região Sul tem contribuído para o desenvolvimento da atividade por apresentar temperaturas mais amenas, onde a espécie se adapta melhor.

A produção de copo-de-leite apresenta características positivas em razão da grande produção e rentabilidade por área plantada. No entanto, como flor de corte, é um produto altamente perecível. Desse modo, o planejamento e o manejo são fundamentais para o sucesso da atividade, garantindo a comercialização (PAIVA; ALMEIDA, 2012).

Com o crescimento do comércio de flores cortadas, há necessidade de melhoria da qualidade das hastes florais devido à rápida perecibilidade das flores. Isto pode ser obtido por meio de várias técnicas como o armazenamento sob baixas temperaturas, uso de diferentes soluções condicionadoras e, em algumas espécies, colheita em estágio de abertura precoce.

Os aspectos da pós-colheita de copo-de-leite vêm sendo estudados pelo grupo de pesquisa, Floricultura e Paisagismo, da Universidade Federal de Lavras há alguns anos, e já permitiu identificar alguns dos procedimentos indicados para essa espécie. No entanto, alguns aspectos ainda precisam ser melhor elucidados, sobretudo relacionados a aspectos fisiológicos e bioquímicos com

estudos mais aprimorados, para se entender, com essas análises mais detalhadas o comportamento dessa espécie na etapa pós-colheita.

Assim, objetivou-se avaliar os diferentes estádios de abertura para colheita das hastes florais de copo-de-leite, as relações hídricas, concentrações de carboidratos endógenos e suas influências na durabilidade pós-colheita.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Aspectos gerais da floricultura**

O consumo mundial de flores e plantas ornamentais vem aumentando ao longo dos anos e esta tendência é observada também nos países em desenvolvimento, como o Brasil. Ao longo das últimas décadas, deve-se destacar que a floricultura empresarial brasileira vem conquistando ótimos patamares de crescimento e desenvolvimento (DAVID; ROSSI, 2010). Em 2013, o setor movimentou R\$ 5,2 bilhões de reais, 13% superior em relação ao ano de 2012 (INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA - IBRAFLOR, 2014; JUNQUEIRA; PEETZ, 2014).

No país, o setor da floricultura cresce em torno de 12 a 15 % ao ano, reflexo do aumento do consumo interno, motivado sobre tudo pelo aumento considerável da qualidade e diversidade dos produtos ofertados ao consumidor, aumento da eficiência da cadeia e maior durabilidade das flores (BITTENCOURT, 2013; IBRAFLOR, 2014).

Além disso, alguns eventos internacionais como a Copa das Confederações, a Copa do Mundo e as Olimpíadas têm motivado o setor de flores cortadas, demandando um alto consumo de flores para ornamentação de salas de aeroportos, meios de hospedagem, salas VIP, restaurantes e camarotes nos estádios (MELLO, 2013). A atividade no Brasil é bastante variada, produzindo desde flores temperadas e tropicais, que têm conquistado o mercado

internacional, principalmente pelo colorido e formas pouco comuns de flores (CASTRO, 2012).

Minas Gerais também se destaca no cultivo de flores e está entre os maiores produtores do Brasil. Segundo Landgraf e Paiva (2008), o Estado possui 427 produtores, em uma área de 1.152,6046 hectares. São produzidas flores e folhagens para corte, mudas para jardim, plantas envasadas e espécies arbóreas, sendo que as espécies mais produzidas são: rosas, sempre-vivas, copos-de-leite, cravos, helicônias e crisântemos (LANDGRAF; PAIVA, 2009).

Dentre as espécies cultivadas para corte de flores, o copo-de-leite é uma das que mais se destaca, devido à grande demanda por esse produto pelo mercado consumidor, principalmente para uso em decoração (PAIVA; ALMEIDA, 2012).

## **2.2 Copo-de-leite**

O copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*) é uma planta originária da África do Sul e pertence à família das Aráceas. É uma planta perene, possui folhas verdes, de aspecto brilhante, com hábito de crescimento formando touceira (BRICKELL, 1996). As inflorescências são formadas por uma espata branca que protege a espádice, onde estão localizadas as flores: masculinas na parte superior e as femininas na parte inferior. O conjunto espata e espádice constituem a parte comercial, que não deve ser cortada e sim arrancada, puxando-se a haste cuidadosamente para não danificar a planta (PAIVA; ALMEIDA, 2012).

A planta só floresce em abundância nos meses frios, entre maio e setembro. No período de outubro a abril, a planta pode florescer, mas em menor quantidade (PAIVA; ALMEIDA, 2012). Segundo Landgraf e Paiva (2009), as inflorescências de copo-de-leite estão entre as mais produzidas em Minas

Gerais, ocupando área produtiva em torno de 16 hectares, concentrados no Sul do Estado.

### **2.3 Pontos de colheita**

A colheita das flores no estado de maturação ideal garante ou aumenta a longevidade pós-colheita. Cada espécie, e até mesmo cultivar, apresenta pontos de colheita específicos. Embora, para algumas culturas, o ponto de corte possa ser determinado pelo mercado consumidor, ressalta-se que as colheitas precoces, quando as hastes florais ainda não estão completamente expandidas, ou tardias, quando as hastes florais iniciaram o processo de senescência, prejudicando a durabilidade (CUQUEL; FINGER; LOGES, 2009).

Para o copo-de-leite, de acordo com Tjia (1989) e Nowak e Rudnicki (1990), o ponto de colheita é determinado pela abertura da espata, a qual deve estar aberta, mas com a ponta ainda virada para cima e ausente em pólen.

No entanto, Castro et al. (2014) já identificaram a possibilidade de colheita em estádios de abertura diferentes, sendo possível colher as hastes florais de copo-de-leite precocemente nos estádios fechados ou com as espatas 1/3 abertas, as quais apresentaram maior durabilidade pós-colheita quando comparada com as inflorescências completamente expandidas. Além disso, hastes com inflorescências ainda fechadas têm diminuído a dificuldade no transporte, pois ocupam menos espaço nos veículos, facilitam a embalagem e sofrem menos danos (PAIVA; ALMEIDA, 2012).

### **2.4 Pós-colheita**

Flores com boa qualidade são resultados de trabalho de mão de obra capacitada, manuseio correto, sobretudo na pós-colheita e gerenciamento da

produção, os quais influenciam também na comercialização do produto final (LOGES et al., 2005; NELL, 2003).

Apesar do cultivo de flores cortadas ser exigente em qualidade, os estudos relacionados à pós-colheita são recentes. Segundo Nowak e Rudnick (1990), até a década de 1970 a água era a única solução condicionadora utilizada para 70% das flores cortadas produzidas nos Estados Unidos e, no Brasil, as primeiras pesquisas sobre pós-colheita foram disponibilizadas somente a partir de 1980.

Entre os fatores que afetam a longevidade pós-colheita de flores, estão os fatores genéticos, condições de cultivo, principalmente relacionados à nutrição, cuidados na colheita e transporte evitando danos, época de colheita e os tratamentos pós-colheita (NOWAK; RUDNICKI, 1990).

Os principais fatores que causam a senescência em flores cortadas são a desidratação, a exaustão de carboidratos, a presença de microrganismos, principalmente fungos e bactérias, contribuindo para a obstrução dos vasos condutores, a exposição à temperatura inadequada, relações hormonais e o estágio de desenvolvimento da flor no momento da colheita (LIMA; MORAES; SILVA, 2006).

Dessa forma, a aplicação de técnicas para prolongar a durabilidade das flores é fundamental, assim como o emprego de soluções conservantes que mantém a qualidade e prolongam a vida de vaso das hastas, seja pelo fornecimento de substrato energético, hidratação dos tecidos ou ação antimicrobiana, já que a colheita interrompe o fornecimento de água, substratos respiratórios e outros elementos da flor cortada.

### **2.4.1 Relações hídricas**

As relações hídricas são importantes fatores que restringem a duração da vida de vaso da maioria das flores após a colheita. O estresse hídrico é causado principalmente pela diminuição drástica na absorção de água na haste, que podem ser causadas por crescimento microbiano, formação de bolhas de ar, de tiloses e deposição de suberina e lignina nos vasos xilemáticos (VAN DOORN, 1997).

O murchamento e a senescência das pétalas estão associados à perda prematura do turgor das células e pode ocorrer quando existe um desbalanço entre a absorção de água e a transpiração durante certo período de tempo, tendo como causa a alta taxa transpiratória ou a absorção de água limitada pela alta resistência hidráulica (VAN MEETEREN et al., 2001). De acordo com Nowak e Rudnick (1990), flores de corte que perdem 10-15% da sua massa fresca geralmente se apresentam murchas.

Dessa forma, a turgescência é mantida por elevados níveis de hidratação dos tecidos, além de ser necessária para o desenvolvimento floral e manutenção da atividade metabólica.

A qualidade da água também é fundamental para prolongar a vida útil das flores. Para maior durabilidade pós-colheita, o pH ideal varia entre 3 e 4, o qual evitaria a proliferação de bactérias e o bloqueio dos vasos condutores, aumentando a absorção de água e a manutenção da turgidez das hastes (GAST, 2000).

#### 2.4.2 Soluções conservantes

De modo geral, os conservantes prolongam a vida em condições de vaso das flores cortadas, permitindo também, a continuação do processo de abertura das flores, além de aumentar a coloração das folhas e pétalas. Segundo Nowak e Rudnicki (1990), o tratamento de flores com soluções conservantes são recomendados para manutenção da qualidade e atraso da senescência e pode ser usado durante toda a cadeia de distribuição, do produtor ao atacadista, florista e consumidor final (HARDENBURG; WATADA; WANG, 1990).

Dentre os produtos mais utilizados como conservantes florais, destacam-se os açúcares (como a sacarose) e os seus monossacarídeos como fonte exógena de energia, germicidas (ácido cítrico, 8-hidroxiquinolina e sulfato de alumínio), inibidores de produção de etileno (nitrato de prata) e fitorreguladores, benzilaminopurina (BAP) e ácido giberélico (GA).

A adição de fontes exógenas de carboidratos na solução conservante substitui o carboidrato endógeno esgotado pela respiração, facilita a abertura dos botões florais, proporciona redução na transpiração, atuando no fechamento dos estômatos e na regulação osmótica dos tecidos (SCHMITT et al., 2013).

Contudo, a concentração ideal de açúcares depende da espécie, da variedade ou do estágio de desenvolvimento da flor (NOWAK; RUDNICKI, 1990). A utilização de concentrações de açúcar excessivas ou abaixo das necessidades da flor cortada, na solução conservante, podem ser prejudiciais, principalmente para folhas e flores. Para o caso do crisântemo, Sacalis (1993) recomenda doses máximas de 3%, sob risco de amarelecimento das folhas. O tratamento contínuo de flores cortadas de *Eustoma grandiflorum* com solução de 6% de sacarose ou glicose elevou o número de botões florais abertos, reduziu a percentagem de hastes com pescoço curvado, melhorou a coloração das pétalas e prolongou a longevidade final das flores (CHO et al. 2001).

Dentre os conservantes florais, os mais recomendados são os que possuem ação bactericida, como o hipoclorito de sódio (NaClO), que age na oxidação dos componentes celulares dos agentes microbianos, incluindo proteínas das membranas celulares e protoplasmáticas (DYCHDALA, 1983). A solução preservativa de hipoclorito de sódio e água teve efeito positivo na conservação pós-colheita de gérbera (NOWAK; RUDNICKI, 1990) e lisianthus (HUTCHINSON, 2013).

Outro conservante floral com ação bactericida é o sulfato de alumínio ( $Al_2(SO_4)_3$ ), o qual acidifica a solução, limitando o crescimento bacteriano e favorece a absorção de água (VAN DOORN; WITTE, 1991).

Entre os principais produtos com ação germicida, a 8-hidroxiquinolina (8-HQ) ou os seus ésteres sulfato (8-HQS) e citrato (8-HQC) inibem o crescimento de microrganismos (NOWAK; GOSZCZYNSKA; RUDNICKI, 1991), o bloqueio vascular (VAN DOORN; PERIK, 1990), e a produção de etileno em rosas (VAN DOORN; SCHURER; DE WITTE, 1989). A utilização de 8-HQC nas soluções de manutenção manteve a qualidade das inflorescências de gérbera 'Suzanne' e a longevidade média para as inflorescências (DURIGAN, 2009).

Germicidas, como nitrato de prata ( $AgNO_3$ ) inibem o desenvolvimento de microrganismos, que causam a oclusão dos vasos condutores, limitando a absorção de soluções (GONZAGA et al., 2001), além de impedir a ação prejudicial do etileno (VAN DOORN; REID, 1992). Santos, Santos e Lima (2008), observaram que em inflorescências de *Zingiber spectabile*, a solução de nitrato de prata promoveu maior absorção de solução pelas hastes e foi a mais eficiente em aumentar a vida de vaso.

## **2.5 Aspectos bioquímicos da pós-colheita de flores**

O processo de senescência em células vegetais é provocado por uma série de mudanças fisiológicas e bioquímicas, e os níveis de carboidratos podem influenciar na longevidade pós-colheita das flores de corte.

Os carboidratos, principalmente sacarose e amido, são fornecidos às plantas pela fotossíntese. Na maioria das espécies, a sacarose é a principal forma de carboidrato translocado na planta pelo floema e o amido é considerado uma reserva estável e insolúvel de carboidratos, presente em quase todas as espécies vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Após a colheita, as folhas e partes verdes, funcionam como fonte, o amido é hidrolisado para liberar os monossacarídeos (glicose e frutose), que são translocados para as flores (LASCHI, 2000). Esse processo também é importante na promoção do crescimento das pétalas sugerindo que a abertura floral pode ser devida à combinação da absorção de açúcar e degradação de vários polissacarídeos (VAN DOORN; VAN MEETEREN, 2003).

Geralmente, a reserva de carbono contida na haste é utilizada para estender a longevidade potencial das flores (KAYS, 1991), portanto as flores de corte com maior concentração de carboidratos apresentam maior durabilidade pós-colheita (NOWAK; RUDNICKI, 1990; MARISSSEN, 2001). Van Der Meulen-Muisers et al. (2001) observaram que o teor de açúcares solúveis são crescentes nas flores, desde a fase de botão até próximo à antese, observando também aumento no teor de amido durante o mesmo período.

## REFERÊNCIAS

- BITTENCOURT, M. **Consumo interno anima produtores brasileiros de flores**. 2013. Disponível em: <<http://agricultura.ruralbr.com.br/noticia/2013/02/consumo-interno-anima-produtores-brasileiros-de-flores-4037642.html>>. Acesso em: 13 fev. 2014.
- BRICKELL, C. A – **Z Encyclopedia of garden plants**. London: D. Kindersley, 1996. v. 1, 576 p.
- CASTRO, M. L. R. **Aspectos da pós-colheita de hastes florais de copo-de-leite**. 2012. 96 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- CASTRO, M. L. R. et al. Estádio de abertura floral e qualidade pós-colheita em armazenamento de copo-de-leite. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 131-136, 2014.
- CHO, M. C. et al. Sucrose enhances the postharvest quality of cut flowers of *Eustoma grandiflorum*(Raf.) Shinn. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 543, p. 305-315, 2001.
- CUQUEL, F. L.; FINGER, F. L.; LOGES, V. Colheita e pós-colheita de flores de corte. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 249, p. 56-63, mar./abr. 2009.
- DAVID, E.; ROSSI, L. A. Diferentes tecnologias de iluminação pra produção de mudas de crisântemo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 3, p. 261-166, 2010.
- DURIGAN, M. F. B. **Fisiologia e conservação pós-colheita de flores cortadas de gébera**. 2009. 156 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- DYCHDALA, G. R. Chlorine and chlorine compounds. In: BLOCK, S. S. (Ed.). **Disinfection, sterilization, and preservation**. 3rd ed. Philadelphia: Lea e Febiger, 1983. p. 157–182.
- GAST, K. L. B. **Water quality for florists: why is it so important**. Manhattan: Kansas State University, 2000.

GONZAGA, A. R. et al. Longevidade pós-colheita de inflorescências de girassol afetada por nitrato de prata e sacarose. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 7, p. 73-77, 2001.

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

HUTCHINSON, M. J. Effects of chemical preservatives and water quality on postharvest keeping quality of cut Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* L). **Botswana Journal of Agriculture and Applied Sciences**, Gaborone, v. 9, n. 1, p. 8-18, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. Dados de mercado. **Informativo Ibraflor**, Holambra, v. 5, n. 42, 2014. (Setor na Mídia). Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=218>>. Acesso em: 7 fev. 2014.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 115-120, 2014.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: An Avi Book, 1991. 532 p.

LANDGRAF, P. R. C.; PAIVA, P. D. O. **Floricultura: produção e comercialização no estado de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2008. 101 p.

LANDGRAF, P. R. C.; PAIVA, P. D. O. Produção de flores cortadas no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 120-126, 2009.

LASCHI, D. **Fisiologia de hastes cortadas de rosa (*Rosa* sp.) cv. Grand Gala**. 2000. 120 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

LIMA, J. D.; MORAES, W. S.; SILVA, C. M. Tecnologia pós-colheita de flores de corte. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 14., 2006, Pariqueira-Açu. **Anais...** Pariqueira-Açu: Instituto Biológico, 2006. p. 39-45.

LOGES, V. et al. Colheita, pós-colheita e embalagem de flores tropicais em Pernambuco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 699-702, 2005.

MARISSSEN, N. Effects of pre-harvest light intensity and temperature on carbohydrate levels and vase life of cut roses. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 543, p. 331-343, 2001.

MELLO, C. **Consultorias ampliam mercado da floricultura**. 2013. Disponível em: <<http://www.agenciasebrae.com.br/noticia/21091954/ultimas-noticias/consultorias-ampliam-mercado-da-floricultura/?indice=0>>. Acesso em: 10 fev. 2014.

NELL, T. A. Postharvest care and handling of flowering potted plants. In: HAMRICK, D. (Ed.). **Ball redbook: crop production**. Batavia: Ball, 2003. v. 2, p. 185-199.

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

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

PAIVA, P. D. O.; ALMEIDA, E. F. A. **Produção de flores de corte**. Lavras: UFLA, 2012. v. 1, 678 p.

SACALIS, J. N. **Cut flowers: prolonging freshness**. Batavia: Ball, 1993. 110 p.

SANTOS, M. H. L. C.; SANTOS, E. E. F.; LIMA, G. P. P. Soluções conservantes em pós-colheita de Sorvetão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2354-2357, 2008.

SCHMITT, F. et al. Uso de sacarose nas soluções de manutenção de hastes florais de gérberras de corte. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 137-144, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artemed, 2013. 918. p.

TJIA, B. O. Zantedeschia. In: **HANDBOOK of flowering**. Boca Raton: [s. n.], 1989. v. 6, 753 p.

VAN DER MEULEN-MUISERS, J. J. M. et al. Postharvest flower development in Asiatic hybrid lilies as related to tepal carbohydrate status. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 21, n. 2, p. 201-211, 2001.

VAN DOORN, W. G.; DE WITTE, Y. Effect of dry storage on bacterial counts in stems of cut rose flowers. **Hort Science**, Virginia, v. 12, n. 26, p. 1521-1522, 1991.

VAN DOORN, W. G.; PERIK, R. R. J. Hydroxyquinoline citrate and low pH prevent vascular blockage in stems of cut roses flowers by reducing the number of bacteria. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 115, n. 6, p. 979-981, 1990.

VAN DOORN, W. G.; REID, M. S. Role of ethylene in flower of *Gypsophila paniculata* L. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 1, p. 265-272, 1992.

VAN DOORN, W. G.; SCHURER, K.; WITTE, Y. Role of endogenous bacteria in vascular blockage of cut rose flowers. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 134, n. 3, p. 375-381, 1989.

VAN DOORN, W. G. Water relations of cut flowers.II. Some species of tropical provenance. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 482, p. 65-70, 1997.

VAN MEETEREN, U. et al. Processes and xylem anatomical properties involved in rehydration dynamics of cut flowers. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 543, p. 207-211, 2001.

VAN DOORN, W. G.; VAN MEETEREN, U. Flower opening and closure: a review. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 54, p. 1801-1812, 2003.

## **CAPÍTULO 2**

### **Relações hídricas em hastes florais de copo-de-leite em diferentes estádios de abertura**

## RESUMO

O segmento das flores de corte tem exigido técnicas de conservação que contribuam para manter a qualidade floral pós-colheita para a comercialização. Nesse contexto, objetivou-se avaliar as relações hídricas ocorrentes em diferentes estádios de abertura de hastes florais de *Zantedeschia aethiopica* “copo-de-leite” na pós-colheita e a sua influência na durabilidade. Hastes florais de copo-de-leite foram colhidas no período da manhã em produção comercial baseando-se nos estádios de abertura da espata: fechada (cartucho), 1/3 aberta, 2/3 aberta e totalmente aberta. Depois de selecionadas e padronizadas, as hastes florais foram dispostas em sala com temperatura ambiente a  $21 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $75 \pm 5\%$ , pelo período de 8 dias. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (estádios de colheita), cinco repetições e duas hastes por parcela. O modelo utilizado foi em parcela subdividida no tempo, sendo que os estádios de abertura constituíram a parcela e os dias de avaliação, a subparcela. Hastes florais de copo-de-leite quando colhidas nos estádios de abertura fechadas e 1/3 abertas apresentam abertura da espata, apesar de não atingirem a expansão completa, maior absorção de água pelas hastes e hidratação das flores e aumento da capacidade de retenção de água pelos tecidos florais até a saturação, seguido por um período de decréscimo de massa fresca em virtude da taxa de transpiração ser maior que a de absorção.

Palavras-chave: *Zantedeschia aethiopica*. Estádio de colheita. Flores de corte. Balanço hídrico.

## ABSTRACT

Cut flowers into the floriculture are very promising and require conservation techniques to help to keep the floral post harvest quality for marketing. In this context, the objective was to evaluate different opening stages of floral stems of *Zantedeschia ethiopica* “calla lily” and their influence on durability. The floral stems of calla lily were harvested in the morning in commercial production, according to opening spathe stadiums: closed spathe, semi-closed spathe (1/3 open), semi-open spathe (2/3 open) and opening spathe. Once selected and standardized, the flower stems were placed in a temperature controlled room  $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  and relative humidity of  $75\% \pm 5\%$  for eight days. The design was completely randomized with four treatments (harvest stages), five replicates and two stems by plot. The model used was split plot in time, with harvest stage as plots, and evaluation days as subplot. The floral stems of calla lily harvested at closed spathe and semi-closed spathe (1/3 open), showed spathe opening, despite to not achieved full expansion, higher water uptake and hydration of flowers stems, and increased water retention capacity by floral tissues until saturation, followed by a period of weight reduction caused by transpiration rate greater than absorption.

Key words: *Zantedeschia aethiopica*. Harvest stages. Cut flowers. Water balance.

## 1 INTRODUÇÃO

A colheita das flores em estado de maturação ideal pode garantir ou aumentar a longevidade pós-colheita. Cada espécie e até mesmo cultivar, apresenta estádios de colheita específicos, o que pode influenciar os processos metabólicos. Por exemplo, algumas flores podem ser colhidas em fase de botão (rosas, gladiolos, íris), pois continuam o desenvolvimento após a colheita. Outras, como orquídeas, antúrios e gérberas não completam totalmente a abertura floral quando colhidas precocemente (NOVAK; MACK; SOLTIS, 1991).

Para o copo-de-leite, o ponto de colheita é determinado pela abertura da espata, que deve estar totalmente distendida com a ponta ainda virada para cima e ausente em pólen (ALMEIDA et al., 2007, 2008, 2009). No entanto, hastes florais colhidas mais precocemente também podem ser utilizadas pelo mercado consumidor como nova opção para decoração.

As colheitas precoces, quando as hastes florais ainda não estão completamente expandidas, ou tardias, quando as hastes florais iniciaram o processo de senescência, afetam a durabilidade (CUQUEL, FINGER, LOGES, 2009). Dessa forma, a vida de vaso de hastes florais de copo-de-leite pode ser alterada com o estágio de colheita e com a manutenção dos níveis de hidratação dos tecidos, sendo este um dos fatores mais importantes para uma atividade metabólica normal e desenvolvimento dos órgãos das plantas (BOROCHOV; MAYAK; BROUN, 1982).

O balanço hídrico envolve processos fisiológicos de absorção, transporte, perda de água e capacidade dos tecidos de retê-la (DIAS-TAGLIACOZZO; FINGER; BARBOSA, 2005). Em flores mantidas em água, o estresse hídrico ocorre quando a transpiração torna-se maior que a absorção da água (VAN DOORN, 1996).

Em muitas flores de corte, o murchamento e a senescência das pétalas estão associados à deficiência na absorção de água pelas hastes. O murchamento pode ser um processo fisiológico normal, fazendo parte da senescência natural, assim como pode ser causado pela obstrução dos tecidos condutores, na base das hastes florais provocando a redução no fluxo de água (PAULL et al., 1985). A obstrução física dos vasos xilemáticos pode ser por microrganismos ou por embolismo (VAN DOORN, 1996).

A qualidade da água é fundamental para prolongar a vida útil das flores. Para maior durabilidade pós-colheita, o pH ideal varia entre 3 e 4, o qual evitaria a proliferação de bactérias e o bloqueio dos vasos condutores, aumentando a absorção de água e a manutenção da turgidez das hastes (GAST, 2000).

Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar a absorção hídrica e a transpiração em hastes de copo-de-leite colhidas em diferentes estádios de abertura e a sua influência na durabilidade.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Hastes florais de copo-de-leite foram colhidas no período da manhã em produção comercial em 4 diferentes estádios de abertura da espata: fechada (cartucho), 1/3 aberta, 2/3 aberta e totalmente aberta (Figura 1).



Figura 1 Estádios de colheita das hastes florais de copo-de-leite: espata fechada (cartucho), 1/3 aberta, 2/3 aberta e totalmente aberta.

Em seguida, foram transportadas a seco, por uma hora, até o laboratório, onde foram imersas em água e mantidas a 21°C. Depois de selecionadas e padronizadas em 35 cm, foram pesadas para determinação de massa fresca e dispostas duas hastes em cada pote plástico contendo 1L de água potável, o qual foi completado diariamente. Os potes foram vedados com saco plástico ao redor da haste, para evitar perdas de água por evaporação.

As hastes florais foram dispostas em sala com temperatura ambiente a  $21 \pm 2^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $75 \pm 5\%$ , pelo período de 8 dias. As avaliações de pH da água, presença de pólen, análise de qualidade comercial, largura e comprimento da espata, massa fresca da haste, absorção hídrica e a transpiração foram realizadas diariamente.

A taxa de absorção foi obtida pela determinação do volume de água consumida, em mL/haste/dia e a taxa de transpiração foi estimada em g/haste/dia conforme Van Doorn e Vaslier (2002) com adaptação:

$$T = V_c - (M_{Hf} - M_{Hi}); \text{ em que:}$$

T: taxa de transpiração (g/haste/dia);

V<sub>c</sub>: volume de solução consumida (g);

M<sub>Hi</sub>: massa da haste no início (g);

M<sub>Hf</sub>: massa da haste no final (g).

A alteração da massa fresca foi determinada pela pesagem diária das hastes florais e o seu valor determinado conforme He et al. (2006), com adaptação:

$$VMF = (M_f \times 100) / M_i; \text{ em que:}$$

VMF: variação de massa fresca (%);

M<sub>i</sub>: massa fresca da haste no primeiro dia de avaliação (g);

M<sub>f</sub>: massa fresca da haste no dia de avaliação (g).

O balanço hídrico foi calculado pela diferença entre a taxa de absorção e a taxa de transpiração e foi expressa em mL/haste/dia, conforme He et al. (2006).

A análise de qualidade comercial das hastes baseou-se no padrão determinado por Almeida et al. (2008):

Classe A1: inflorescências túrgidas, com a ponta da espata inclinada e ausência de rugas ou necroses;

Classe A2: inflorescências túrgidas, com a ponta da espata levemente enrolada para baixo e ausência de rugas ou necrose;

Classe B: inflorescências túrgidas, ponta da espata levemente enrolada para baixo, presença de rugas, ausência de necroses;

Classe C: inflorescências murchas com a ponta da espata enrolada para baixo e presença de necrose.

A partir das avaliações da qualidade das hastes florais determinou-se que o somatório dos dias em que elas permaneceram nas notas A1, A2 e B representam a vida de vaso dessas inflorescências, sendo que as hastes classificadas como A1 indicam a melhor qualidade e as classificadas como C foram consideradas descarte.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (estádios de colheita), cinco repetições e duas hastes por parcela. O modelo utilizado foi em parcela subdividida no tempo, sendo que os estádios de abertura constituíram a parcela e os dias de avaliação, a subparcela. Os dados obtidos no experimento foram agrupados e submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade para os dados qualitativos e analisados com o auxílio do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2006).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH da solução de manutenção (água), variou entre 7,0 e 7,35. A utilização de solução de manutenção com o pH mais baixo é interessante, pois aumenta a durabilidade pós-colheita e promove a redução da ação dos microrganismos no bloqueio dos vasos condutores (GAST, 2000). Porém não foi observada a influência do pH mais elevado na absorção de água, na qualidade das hastes de copo-de-leite, nem a proliferação de bactérias. Ahmada et al. (2013) também observaram que calla (*Zantedeschia* L.) não foi afetada pelo elevado pH da água (8,1), podendo essa espécie ser menos sensível à redução da absorção de água, que é observada em outras espécies quando o pH está elevado.

Observou-se que o número de dias em que as hastes florais de copo-de-leite permaneceram na classe A1, A1+A2 e A1+A2+B foi maior para o estágio de colheita fechado, seguido pelos estádios 1/3 aberto e 2/3 aberto, não sendo observadas diferenças entre esses. Mas o estágio de colheita aberto teve menor durabilidade (Tabela1). As inflorescências coletadas no estágio de colheita fechado, além de apresentarem maior durabilidade, também permaneceram mais dias na classificação A1 (7,2 dias).

Tabela 1 Número de dias em que as hastes florais de copo-de-leite permaneceram nas classes qualitativas A1, A1+A2, A1+ A2+B em função dos estádios de colheita, em temperatura ambiente.

Estádios de colheita	Dias*		
	Classe A1	Classe A1+A2	Classe A1+A2+B
Fechada	7,2 a	7,2 a	8,0 a
1/3 aberta	5,8 a	6,3 a	7,8 a
2/3 aberta	5,9 a	6,1 a	7,5 a
Aberta	3,9 b	3,9 b	4,9 b

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As hastes florais colhidas fechadas permaneceram aproximadamente 3 dias a mais na classe A1, A1+A2, A1+A2+B, comparando-se com as hastes florais abertas. E as hastes florais colhidas 1/3 abertas, apresentaram maior durabilidade nas classes A1+A2 e A1+A2+B quando comparadas com as hastes florais colhidas 2/3 abertas.

Assim, as hastes florais colhidas mais precocemente apresentam maior vida de vaso e maior permanência no padrão comercial, quando comparadas com as hastes colhidas com a espata totalmente expandida. Uma maior longevidade para hastes florais colhidas precocemente também foi observada para lírio (BARBOSA et al., 2006). Além disso, diminuem a dificuldade no transporte, pois ocupam menos espaço nos veículos, facilitam a embalagem e sofrem menos danos (PAIVA; ALMEIDA, 2012).

Diferentemente de outras espécies, o copo-de-leite não completa o processo total de abertura da espata quando a colheita é realizada precocemente. Embora haja um significativo incremento na durabilidade, o consumidor deve considerar que o aspecto da inflorescência é diferenciado, havendo mercado para todas as hastes de copo-de-leite colhidas em todos os estádios de colheita.

Pela expansão da espata no sentido da largura e do comprimento, pode-se observar por meio das medidas dessas dimensões que esses valores alteram com o processo de senescência e com o estágio de colheita.

Em relação à largura da espata, houve influência do estágio de colheita, bem como dos dias após a colheita. Ocorreu expansão das hastes florais quando colhidas fechadas durante todo o período de avaliação, atingindo a largura máxima de 6,57 cm no 7º dia (Figura 2). Mesmo ocorrendo essa expansão, a espata não atingiu a mesma dimensão daquelas colhidas em estádios mais desenvolvidos. Não foram observadas necroses nas bordas da espata ao contrário do observado em outros estádios de colheita (Figura 4).

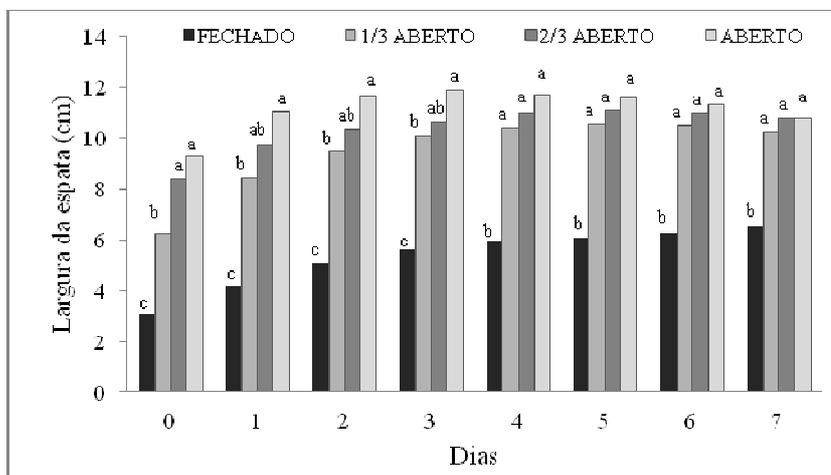


Figura 2 Largura das espatas de hastes florais de copo-de-leite em função do estágio de colheita e dos dias após a colheita. Médias seguidas pela mesma letra para cada dia de avaliação não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Analisando a largura da espata das hastes florais colhidas 2/3 abertas, essas apresentaram maior expansão quando comparadas com as hastes colhidas 1/3 abertas. Observou-se o valor máximo de 11,08 cm e 10,56 cm, respectivamente, aos 5 dias após a colheita, reduzindo após, indicando a ocorrência de senescência. Já as hastes florais colhidas abertas, apresentaram largura máxima de 11,92 cm no 3º dia, reduzindo após. Os dias em que as espatas iniciaram o processo de curvatura equiparam-se aos dias que as hastes permaneceram na qualidade comercial A1+A2 (Tabela 1).

Observando-se o comprimento da espata, esse foi influenciado pelos estádios de colheita e o período de avaliação, que corresponde ao período após a colheita (Figura 3).

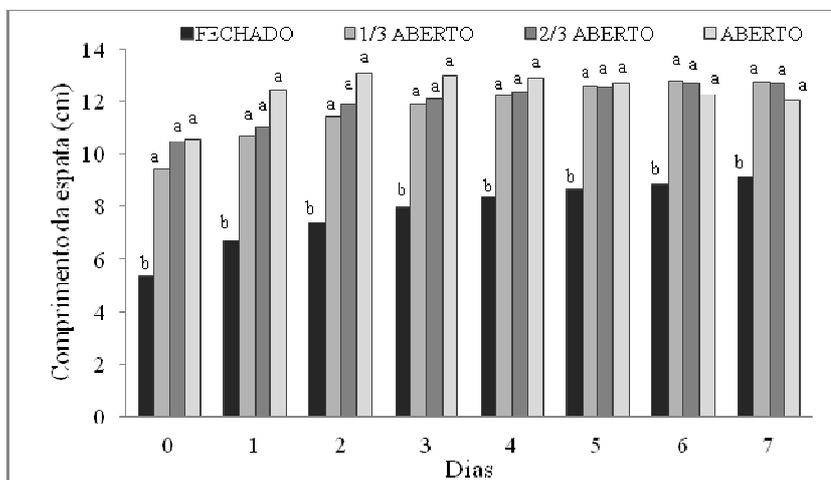


Figura 3 Comprimento das espatas de hastes florais de copo-de-leite em função do estágio de colheita e dos dias após a colheita. Médias seguidas pela mesma letra para cada dia não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Hastes florais colhidas fechadas apresentaram expansão durante todo o período de avaliação, atingindo o comprimento máximo de 9,14 cm no 7º dia após a colheita. As hastes florais colhidas semiabertas (1/3 e 2/3 abertas) apresentaram valores máximos de 12,80 cm e 12,70 cm, respectivamente, no 6º dia. Em ambos os estádios ocorreu comportamento semelhante de expansão da espata.

Para as hastes florais colhidas abertas, as espatas apresentaram comprimento máximo de 13,07 cm no 2º dia após a colheita, ocorrendo murcha após esse período. No processo de senescência de inflorescências de copo-de-leite ocorre diminuição nas dimensões da espata (Figura 4), correspondente à murcha e à posterior necrose nas bordas e na ponta da inflorescência de copo-de-leite (ALMEIDA et al., 2009).

Apesar das hastes florais colhidas precocemente não atingirem a expansão completa, apresentam aumento da espata de forma lenta, permanecendo por maior número de dias em expansão.

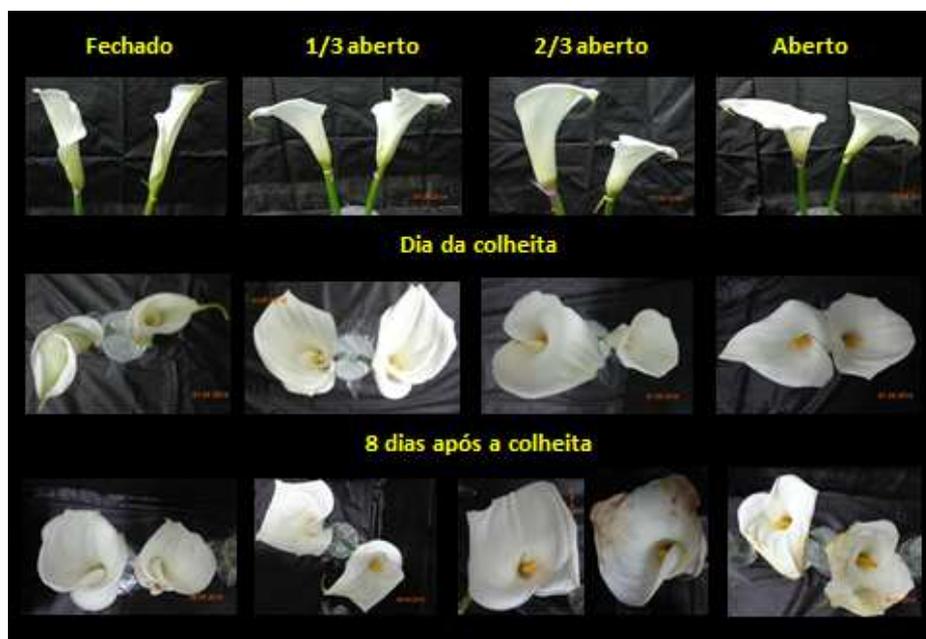


Figura 4 Expansão das espatas de hastes florais de copo-de-leite em função do estágio de colheita e dos dias após a colheita.

Para todos os estádios de colheita observou-se redução da massa fresca das hastes florais de copo-de-leite ao longo do período avaliado (Figura 5). Hastes colhidas no estágio fechado e 1/3 aberta tiveram aumento na massa fresca superior aos demais tratamentos até o 3º dia após a colheita, apresentando ganho de massa de até 5%. A partir do 4º dia, houve uma redução na massa de 2% até o último dia.

As hastes colhidas 2/3 abertas apresentaram ganho de massa de apenas 1% no 1º dia após a colheita. Após esse período ocorreu acelerado declínio na massa fresca, apresentando uma perda de massa de 7% no último dia. Porém, a maior perda de massa fresca ocorreu nos estádios de colheita aberto, chegando a uma redução na massa fresca de até 10% até o 7º dia. Elevados níveis de hidratação dos tecidos são em geral associados ao aumento da vida de vaso das

flores de corte, enquanto perdas de 10 a 15% de sua massa fresca podem levar à morte dos tecidos (MORAES et al., 1999).

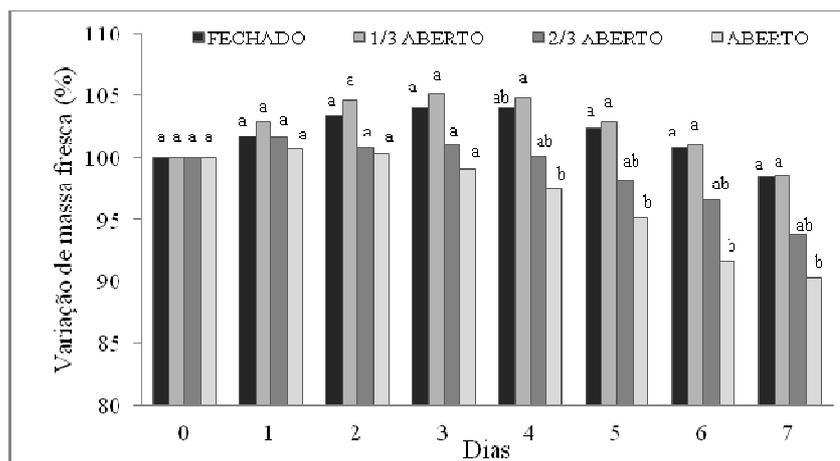


Figura 5 Variação percentual de massa fresca de hastes florais de copo-de-leite em função do estágio de colheita e dos dias após a colheita. Médias seguidas pela mesma letra para cada dia não diferem entre si pelo Teste deTukey, a 5% de probabilidade.

As hastes florais colhidas com a espata nos estádios 2/3 aberta e totalmente aberta apresentaram perda de massa fresca maior do que os estádios fechado e 1/3 aberta. Portanto, hastes mais abertas se desenvolvem e atingem o máximo de qualidade mais rapidamente, acelerando a senescência.

A taxa de absorção dos diferentes estádios de colheita do copo-de-leite foi maior no 1º dia após a colheita seguida de decréscimo ao longo do tempo (Figura 6), sendo que no estágio de abertura 1/3 ocorreu maior absorção. O mesmo comportamento foi observado para flores de lotus (*Nelumbo nucifera*), em que a taxa de absorção de água foi relativamente elevada durante o primeiro dia de vida de vaso (IMSABAI et al., 2013). Isso indica que a elevada absorção de água inicial é para compensar a perda de água durante o período de colheita.

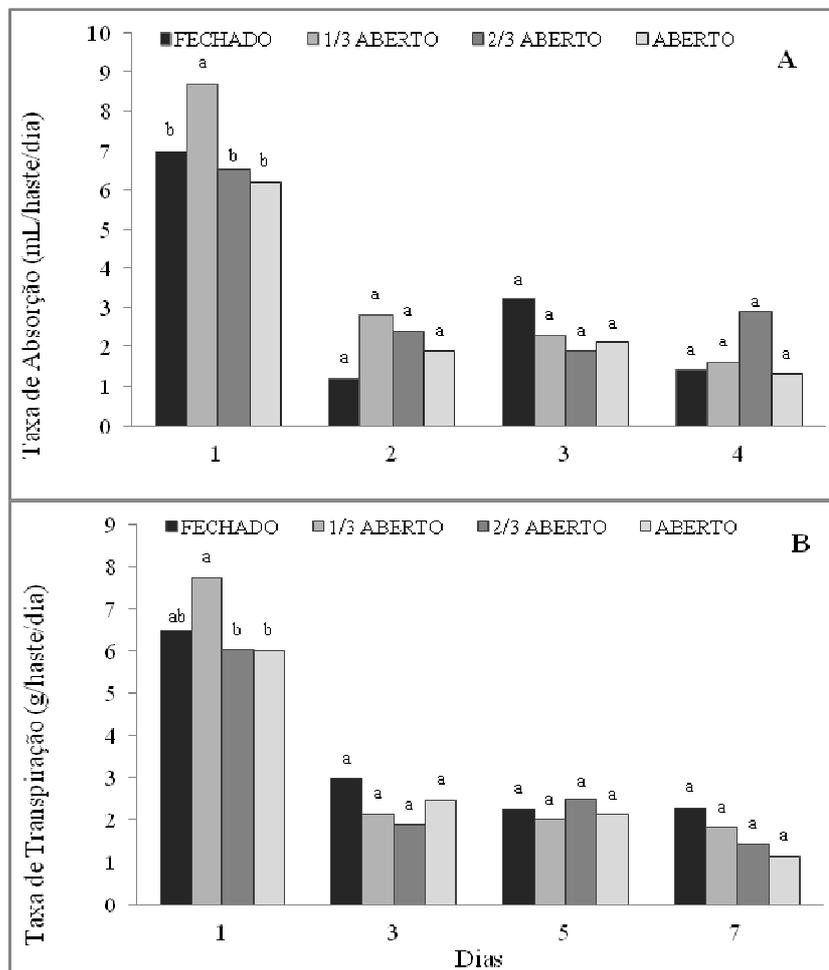


Figura 6 Taxa de absorção (A) e taxa de transpiração (B) de hastes florais de copo-de-leite em função do estágio de colheita e dos dias após a colheita. Médias seguidas pela mesma letra para cada dia não diferem entre si pelo Teste deTukey, a 5% de probabilidade.

A partir do 3º dia, não foi observada a diferença na absorção de água para os diferentes estádios de abertura. Mas, de maneira geral, a maior absorção de água foi observada nos estádios de colheita fechado e 1/3 aberto e a menor absorção nos estádios 2/3 aberto e totalmente aberto. A maior absorção para os estádios de colheita precoces pode ser justificada pela necessidade de

manutenção dos níveis de hidratação dos tecidos para que ocorra o desenvolvimento completo da espata. Todos os estádios de colheita apresentaram menor taxa de absorção no último dia, que corresponde ao fim da vida de vaso das hastes.

A taxa de absorção das flores de corte é dependente de muitas variáveis e é determinada por fatores pré e pós-colheita e está relacionada com as características genéticas, fisiológicas e anatômicas de cada espécie (NOWAK; RUDNICKI, 1990). Apesar da taxa de absorção diminuir após algum tempo de armazenamento em água, a absorção de água observada na pós-colheita indica que não houve obstrução física dos vasos xilemáticos por microrganismos ou por embolismo.

Para este experimento, a possível causa da diminuição da absorção de água pelo copo-de-leite foi a senescência.

A taxa de transpiração, observada nas hastes florais apresentou decréscimo ao longo do tempo (Figura 6). Semelhantemente à taxa de absorção, no 1º dia, a transpiração das hastes foi alta para todos os estádios de colheita, sendo que no estádio de abertura 1/3 ocorreu maior transpiração. Possivelmente, a maior taxa de absorção e de transpiração no primeiro dia está relacionada ao estresse metabólico causado pelo corte das hastes, o que é diminuído após hidratação das hastes.

A partir do 3º dia, também não foi observada a diferença significativa na transpiração para os diferentes estádios de abertura. Porém, a maior taxa de transpiração ocorreu no estádio de colheita fechado e 1/3 aberto. De acordo com Taiz e Zeiger (2013), a maior parte da água absorvida pela planta é perdida para a atmosfera por transpiração estomática, sendo esse processo regulado pela interação complexa e dinâmica de fatores internos e externos.

A taxa de transpiração pode ser influenciada por fatores internos, como o estádio de maturidade, e fatores externos e ambientais, como temperatura,

umidade relativa, movimento de ar e pressão atmosférica (VILAS BOAS, 2000). Os fatores ambientais não influenciaram as perdas por transpiração. A temperatura manteve-se constante, não havendo nenhuma alteração brusca que pudesse interferir na taxa de transpiração. A umidade relativa do ar foi elevada durante o período de pós-colheita e não foi observada a circulação de ar na sala onde as hastes de copo-de-leite permaneceram.

Os resultados observados demonstram uma relação direta entre a taxa de absorção e a taxa de transpiração (Figura 6), pois as hastes florais mais hidratadas apresentaram maior perda de água.

O balanço hídrico (diferença entre as taxas de absorção e de transpiração) para os estádios de colheita fechado e 1/3 aberto se tornou negativo a partir do 5º dia após a colheita (Figura 7). Observa-se que, para esses estádios de colheita a massa fresca das hastes (Figura 5) não diminuiu até o 3º dia, sugerindo que não ocorreu estresse hídrico severo durante este período.

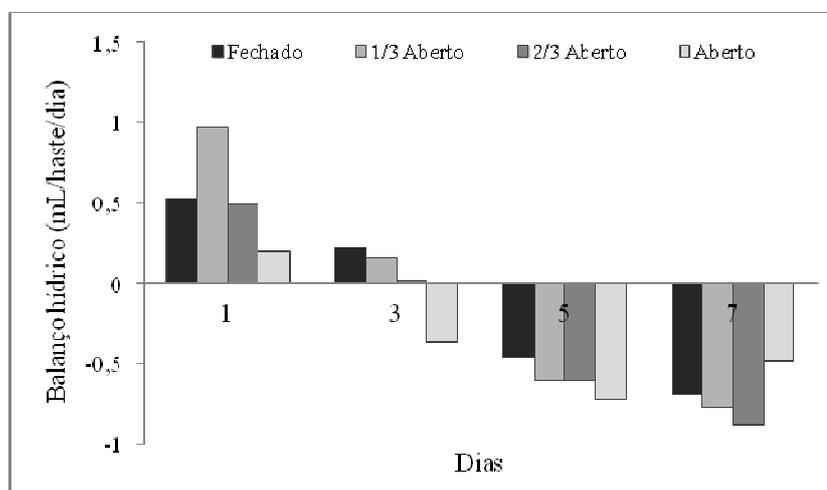


Figura 7 Balanço hídrico de hastes florais de copo-de-leite em função do estágio de colheita e dos dias após a colheita.

O balanço hídrico do estágio de colheita 2/3 aberto apesar de não ter sido negativo no 3º dia após a colheita, foi muito próximo de zero. Já para o estágio de colheita totalmente aberto, ocorreu inversão do balanço hídrico, se tornando negativo a partir do 3º dia. Esse mesmo período que a taxa de transpiração excede a taxa de absorção equivale ao de redução da massa fresca (Figura 5), limitando a longevidade das flores, levando à murcha da espata. Essa perda pode ser atribuída ao processo de transpiração e também à deficiência na absorção de água pelas hastes (DIAS-TAGLIACOZZO; FINGER; BARBOSA, 2005).

O estresse hídrico também foi responsável pela indução à senescência precoce em outras flores cortadas como cravo (*Dianthus caryophyllus* cv. White Sim) (BOROCHOV; MAYAK; BROUN, 1982) e de antúrio (*Anthurium* cv. Ozaki Red) (PAULL; GOO, 1985).

#### **4 CONCLUSÕES**

As hastes florais colhidas nos estádios fechado e 1/3 aberto apresentaram abertura da espata apesar de não expandirem completamente, maior absorção de água pelas hastes e hidratação das flores e aumento da capacidade de retenção de água pelos tecidos, permanecendo por mais tempo na qualidade comercial.

#### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à FAPEMIG, ao CNPq e a CAPES pelo financiamento do projeto e bolsas.

## REFERÊNCIAS

- AHMADA, I. et al. Water quality effects on postharvest performance of cut calla, hydrangea, and snapdragon. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 153, p. 26–33, 2013.
- ALMEIDA, E. F. A. et al. Pós-colheita de copo-de-leite: efeito de diferentes conservantes comerciais e armazenamento a frio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 1189-1194, 2008.
- ALMEIDA, E. F. A. et al. Senescência de inflorescências de copo-de-leite: influência de diferentes armazenamentos e procedimentos pós-colheita. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 15, p. 71-76, 2009.
- ALMEIDA, E. F. A. et al. Soluções de condicionamento para conservação pós-colheita de inflorescências de copo-de-leite armazenadas em câmara fria. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 1442-1445, 2007.
- BARBOSA, J. G. et al. Longevidade de inflorescências de lírio, de diferentes estádios de colheita, pré-tratadas com sacarose e tiosulfato de prata (STS). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 199-104, 2006.
- BOROCHOV, A.; MAYAK, S.; BROUN, R. The involvement of water stress and ethylene in senescence of cut carnation flowers. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 33, n. 137, p. 1202-1209, 1982.
- CUQUEL, F. L.; FINGER, F. L.; LOGES, V. Colheita e pós-colheita de flores de corte. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 249, p. 56-63, mar./abr. 2009.
- DIAS-TAGLIOCOZZO, G. M.; FINGER, F. L.; BARBOSA, J. G. Fisiologia pós-colheita de flores de corte. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 89-99, 2005.
- GAST, K. L. B. **Water quality for florists: why is it so important**. Manhattan: Kansas State University, 2000.
- HE, S. et al. Stem end blockage in cut *Grevillea* ‘Crimson Yullo’ inflorescences. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 41, p. 78-84, 2006.

IMSABAI, W. et al. Petal blackening and lack of bud opening in cut lotus flowers (*Nelumbonucifera*): Role of adverse water relations. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 79, p. 32-38, 2013.

MORAES, P. J et al. Efeito da refrigeração e do condicionamento em sacarose sobre a longevidade de inflorescências de *Strelitzia reginae* Ait. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 151-156, 1999.

NOVAK, S. J.; MACK, R. N.; SOLTIS, D. E. Genetic variation in *Bromus tectorum* (Poaceae): population differentiation in its North American range. **American Journal of Botany**, Brooklyn, p. 1150–1161, 1991.

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

PAIVA, P. D. O.; ALMEIDA, E. F. A. **Produção de flores de corte**. Lavras: UFLA, 2012. v. 1, 678 p.

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

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artemed, 2013. 918. p.

VAN DOORN, W. G.; VASLIER, N. Wounding-induced xylem occlusion in stems of cut chrysanthemum flowers: roles of peroxidase and catechol oxidase. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 26, p. 275-284, 2002.

VAN DOORN, W. G. Water relations of cut flowers. **Horticultural Reviews**, New York, v. 18, p. 1-85, 1996.

VILAS BOAS, E. V. B. **Perdas pós-colheita**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 64 p.

## **CAPÍTULO 3**

**Influencia de fontes exógenas na qualidade pós-colheita de copo-de-leite em diferentes estádios de colheita e aspectos bioquímicos**

## RESUMO

As flores de corte, em geral, são produtos perecíveis exigindo o domínio de técnicas de conservação que mantenham a qualidade floral. Entre os fatores que causam deterioração de flores cortadas estão: a desidratação, baixos teores de carboidratos, presença de microrganismos e o estágio de desenvolvimento das flores na colheita. Nesse contexto, objetivou-se determinar as relações hídricas, os teores de amido e açúcares solúveis totais em função dos estádios de colheita e diferentes soluções de manutenção para hastes de copo-de-leite. Hastes foram colhidas no período da manhã em produção comercial nos estádios de abertura da espata: fechada (cartucho) e 1/3 aberta. Depois de selecionadas e padronizadas, as hastes florais foram dispostas em sala com temperatura ambiente a  $21 \pm 2^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $75 \pm 5\%$ , pelo período de 12 dias. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, constituído por 12 tratamentos, resultantes de um fatorial com dois estádios de colheita e seis soluções conservantes: água e solução com 5% de sacarose (controles) e solução com 1, 2, 4 e 6% de glicose anidra. O modelo utilizado foi em parcela subdividida no tempo, sendo que os estádios de abertura e as soluções conservantes constituíram a parcela e os dias de avaliação, a subparcela. As avaliações de absorção hídrica e transpiração foram realizadas diariamente, além de se observar comprimento e largura da espata, presença de pólen, massa fresca da haste, análise de qualidade comercial, pH da solução de manutenção e os teores de amido e açúcares solúveis totais da espata. Tanto para o estágio de colheita fechado quanto 1/3 aberto, a adição de glicose nas concentrações 4% e 6%, aumentou a abertura floral, respectivamente. As hastes florais que foram mantidas em água e em solução com 1% de glicose, apresentaram menor porcentagem de perda de massa fresca e melhor manutenção do balanço hídrico. Os teores de amido e açúcares solúveis totais apresentam uma pequena diminuição após a colheita.

Palavras-chave: Soluções conservantes. Glicose. Flores de corte. Relações hídricas.

## ABSTRACT

Cut flowers are perishable products that requiring mastery of conservation techniques to maintain the floral quality. Among factors cause deterioration of cut flowers are: dehydration, low levels of carbohydrates and developmental stage. The objective was to determinate water relations, levels starch and soluble sugars of different harvest points with different glucose concentrations into maintenance solutions for spathe. The stems were harvested in the morning with two opening spathe stages: closed and 1/3 opening. Once selected and standardized, the flower stems were placed in a room controlled temperature at  $21 \pm 2$  ° C and relative humidity of  $75 \pm 5\%$  at 12 days. Was used completely randomized design, with 12 treatments resulting from a factorial with two levels of harvest and six preservatives solutions: water solution and 5% sucrose solution (controls) and 1%, 2%, 4%, 6% of anhydrous glucose. The model used was a split plot in time, with stadium opening and the preservative solutions as plots, and days' evaluation as subplot. Were evaluated water absorption and transpiration daily, and measured spathe length and width, pollen presence, fresh weight of stem, commercial quality analysis, pH maintenance solution, and levels of starch and soluble sugars. For both stages, closed and 1/3 open the addition of glucose concentrations in 4% and 6% increased the flower opening, respectively. The stem flowers were kept in water and glucose solution 1%, showed a lower percentage loss of fresh weight and best maintenance of fluid balance. The starch levels and total soluble sugars showed small decrease after harvest.

Key-words: Preservative solutions. Glucose. Cut flowers. Water relations.

## 1 INTRODUÇÃO

As flores de corte, em geral, são produtos perecíveis exigindo o domínio de técnicas de conservação que mantenham a qualidade floral (SILVA, 2003). E a desidratação, a exaustão de carboidratos, a presença de microrganismos, a exposição à temperatura inadequada e o estágio de desenvolvimento da flor no momento da colheita são os principais fatores que causam a senescência em flores cortadas (LIMA; MORAES; SILVA, 2006).

Como forma de controle para minimizar esse processo, a adição de fontes exógenas de carboidratos na solução conservante fornece energia para a manutenção da respiração, facilita a abertura dos botões florais, proporciona redução na transpiração, atuando no fechamento dos estômatos e na regulação osmótica dos tecidos (SCHMITT et al., 2013).

Dessa forma, para a composição de uma solução conservante de flores, vários açúcares como a sacarose, glicose, frutose ou trealose podem ser utilizados (REID; JIANG, 2012). Dentre estes, a sacarose é o carboidrato mais utilizado nas soluções de condicionamento (NOWAK; GOSZCZYNSKA; RUDNICKI, 1991). A concentração ideal de sacarose depende da espécie, da variedade ou do estágio de desenvolvimento da flor (NOWAK; RUDNICKI, 1990).

Em inflorescências de lírio, o uso de 5% de sacarose na solução de condicionamento permitiu a colheita de inflorescências em estágio prematuro, possibilitando a abertura dos botões e maior vida de vaso da flor cortada (BARBOSA et al., 2005). O uso de pulsing com sacarose é eficiente para prolongar a abertura e a durabilidade do copo-de-leite (ALMEIDA et al., 2008, 2011), assim como em ave-do-paraíso (BAYOGAN; JAROENKIT; PAULL, 2008), *Agapanthus praecox* (BURGE et al. 2010) e *Bougainvillea glabra* (MONERUZZAMAN et al., 2010).

Além da conservação, o controle da abertura de botões florais, a porcentagem de hastes com pescoço curvado e coloração das pétalas foram favorecidos pelo uso de 6% de sacarose ou glicose em *Eustoma grandiflorum* (CHO et al. 2001). Por outro lado, o uso da glicose em solução de manutenção foi mais eficaz quando comparada a sacarose na abertura dos botões florais e na vida de vaso de *Dendrobium* 'Youppadeewan' (KETSA; BOONROTE, 1990). O peso fresco e a durabilidade de tulipa foram favorecidos pelo uso de 1% de glicose em solução de manutenção (WATANABE et al., 2013).

O acúmulo de carboidratos pode também favorecer o balanço hídrico. Segundo Halevy (1976) a sacarose acumulada nas flores aumenta a concentração de solutos osmoticamente ativos, promove a absorção de água e, conseqüentemente a manutenção da turgescência das pétalas. Além disso, possuem ação específica do fechamento de estômatos e da redução na perda de água em flores cortadas (VAN DOORN, 2001).

Geralmente, a reserva de carbono contida na haste é utilizada para estender a longevidade potencial das flores (KAYS, 1991), portanto as flores de corte com maior concentração de carboidratos apresentam maior durabilidade pós-colheita (NOWAK; RUDNICKI, 1990; MARISSSEN, 2001).

Nesse contexto, objetivou-se determinar as relações hídricas, os teores de amido e açúcares solúveis totais em função dos estádios de colheita e diferentes soluções de manutenção para hastes de copo-de-leite.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Hastes florais de copo-de-leite foram colhidas no período da manhã em produção comercial nos melhores estádios de abertura da espata: fechada (cartucho) e 1/3 aberta, determinados no capítulo 2.



Figura1 Estádios de colheita das hastes florais de copo-de-leite: espata fechada (cartucho) e 1/3 aberta.

Em seguida, foram transportadas a seco, por uma hora, até o laboratório, onde foram imersas em água e mantidas a 21°C. Após selecionadas e padronizadas em 50 cm, as hastes foram pesadas para determinação de massa fresca e submetidas aos tratamentos. O experimento foi constituído por 12 tratamentos, resultantes de um fatorial com dois estádios de colheita e seis soluções conservantes: água e solução com 5% de sacarose (controles) e solução com 1, 2, 4 e 6% de glicose anidra. Cada haste foi disposta em pote plástico contendo 0,5 L de solução conservante, a qual foi completada diariamente. Os potes foram vedados com plástico ao redor da haste, para evitar a evaporação da água.

As hastes florais foram dispostas em sala com temperatura ambiente a  $21 \pm 2^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $75 \pm 5\%$ , pelo período de 12 dias. As avaliações de pH da água, presença de pólen, análise de qualidade comercial, largura e comprimento da espata, massa fresca da haste, absorção hídrica e a transpiração foram realizadas diariamente. Para a realização de análises destrutivas de açúcares solúveis e amido, foram acrescentadas 84 hastes (6 soluções conservantes x 2 estádios de abertura x 7 dias), sendo realizadas a cada 2 dias.

A taxa de absorção foi obtida pela determinação do volume de água consumida, em mL/haste/dia e a taxa de transpiração foi estimada em g/haste/dia conforme Van Doorn e Vaslier (2002) com adaptação:

$$T=V_c - (MH_f - MH_i); \text{ em que:}$$

T: taxa de transpiração (g/haste/dia);

V<sub>c</sub>: volume de solução consumida (g);

MH<sub>i</sub>: massa da haste no início (g);

MH<sub>f</sub>: massa da haste no final (g).

A alteração da massa fresca foi determinada pela pesagem diária das hastes florais e o seu valor determinado conforme He et al. (2006) com adaptação:

$$VMF= (M_f \times 100)/M_i; \text{ em que:}$$

VMF: variação de massa fresca (%);

M<sub>i</sub>: massa fresca da haste no primeiro dia de avaliação (g);

M<sub>f</sub>: massa fresca da haste no dia de avaliação (g).

A análise de qualidade comercial das hastes baseou-se no padrão determinado por Almeida et al. (2008):

Classe A1: inflorescências túrgidas, com a ponta da espata inclinada e ausência de rugas ou necroses;

Classe A2: inflorescências túrgidas, com a ponta da espata levemente enrolada para baixo e ausência de rugas ou necrose;

Classe B: inflorescências túrgidas, ponta da espata levemente enrolada para baixo, presença de rugas, ausência de necroses;

Classe C: inflorescências murchas com a ponta da espata enrolada para baixo e presença de necrose.

A partir das avaliações da qualidade das hastes florais determinou-se que o somatório dos dias em que elas permaneceram nas notas A1, A2 e B representam a vida de vaso dessas inflorescências, sendo que as hastes classificadas como A1 indicam a melhor qualidade e as classificadas como C foram consideradas descarte.

Para a quantificação dos teores de amido e açúcares solúveis totais, foram utilizadas amostras de 5 g da espata, sendo armazenadas em freezer a -80°C até a realização das análises. Os açúcares solúveis totais foram determinados pelo método da antrona (DISCHE, 1962). A extração do amido foi feita com álcool etílico 70% e o doseamento realizado pelo método de Somogy, adaptado por Nelson (1944). Nas duas análises, as leituras foram realizadas em espectrofotômetro e os resultados expressos em porcentagem (g/100 g).

Foram utilizadas três repetições e duas hastes por parcela, em delineamento inteiramente casualizado. O modelo utilizado foi em parcela subdividida no tempo, sendo que os estádios de abertura e as soluções conservantes constituíram a parcela e os dias de avaliação, a subparcela. Os dados obtidos no experimento foram agrupados e submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade para os dados qualitativos e analisados com o auxílio do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2006).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O pH da solução foi determinado durante o período experimental e apresentou três patamares distintos: as soluções de manutenção com glicose apresentaram faixa de 5,2 a 5,7, a solução com sacarose na faixa de 6,0 a 6,5, enquanto que a água variou na faixa de 7,0 a 7,5. A faixa ideal de pH recomendada é de 3 e 4 (GAST, 2000), que evita a proliferação de bactérias e o

bloqueio dos vasos condutores, aumentando a absorção de água e a manutenção da turgidez das hastes.

Avaliando o número de dias em que as hastes florais de copo-de-leite permaneceram nas classes A1, A1+A2 e A1+A2+B, verificou-se efeito somente para os estádios de colheita (Tabela1). Hastes florais colhidas em estádio fechado permaneceram mais dias na classificação A1 (7,6 dias) e apresentaram maior durabilidade (10,1 dias), enquanto que no estádio de colheita 1/3 aberto permaneceram 5,7 dias na classificação A1, com durabilidade total de 8,8 dias (classes A1+A2+B).

Tabela 1 Número de dias em que as hastes florais de copo-de-leite permaneceram nas classes qualitativas A1, A1+A2, A1+ A2+B em função dos estádios de colheita, em temperatura ambiente.

Estádios de colheita	Dias*		
	Classe A1	Classe A1+A2	Classe A1+A2+B
Fechado	7,6a	7,7 a	10,1 a
1/3 aberto	5,7 b	6,6 b	8,8 b

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As hastes florais colhidas fechadas permaneceram aproximadamente 2 dias a mais na classe A1 e 1 dia a mais nas classes A1+A2 e A1+A2+B, comparando-se com as hastes florais colhidas 1/3abertas.

Maior longevidade de hastes florais de lírio ocorre quando colhidas precocemente (BARBOSA et al., 2005). A colheita das hastes fechadas pode ser uma boa alternativa para mercados consumidores mais distantes, pois a qualidade é mantida por um período maior. Além disso, diminuem a dificuldade no transporte, ocupam menos espaço nos veículos, facilitam a embalagem e sofrem menos danos (PAIVA; ALMEIDA, 2012).

A colheita realizada em estágio fechado proporcionou mais dias sem a liberação de pólen comparado ao 1/3 aberto para todas as soluções conservantes testadas (Figura 2). Para o estágio de colheita fechado, as concentrações de glicose 1% e 6% proporcionaram maior tempo sem a presença de pólen, em média, 9 e 8 dias após a colheita. Já para o estágio de colheita 1/3 aberto, apesar da liberação precoce de pólen nas soluções contendo somente água e 1% de glicose, as inflorescências permaneceram por mais dias sem a presença de pólen, em média, 3,83 e 3,67.

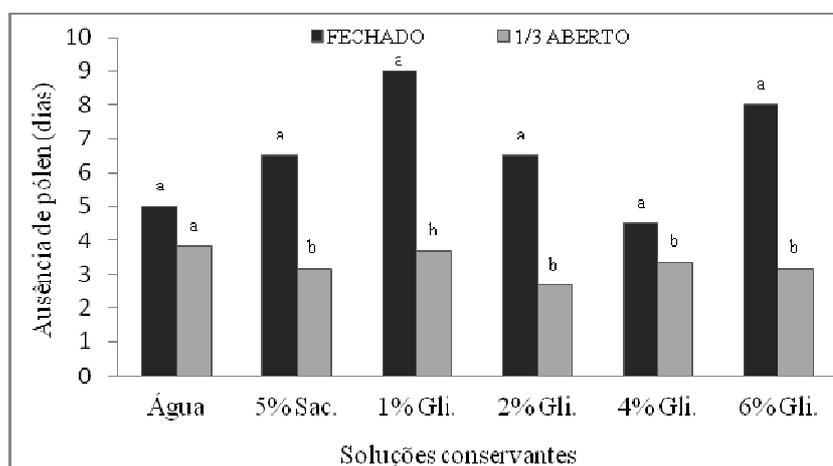


Figura 2 Número de dias em que as hastas florais de copo-de-leite permaneceram sem a presença de pólen em função dos diferentes estágios de colheita e das soluções conservantes. Médias seguidas pela mesma letra nas soluções conservantes não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A presença de pólen na espádice não é desejável, pois reduz a qualidade da haste floral e indica a perda do valor comercial, além de provocar uma considerável aceleração nos sinais de senescência na espata, como murcha e abscisão (PAIVA; ALMEIDA, 2012).

Pela expansão da espata no sentido da largura e do comprimento, pode-se observar que os valores observados se alteram com o ponto de colheita e com

as soluções conservantes (Figuras 3 e 4). O estágio 1/3 aberto apresentou maior expansão quando comparado ao estágio fechado, atingindo a largura máxima de 10,4 e 6,3 cm, respectivamente (Figura 3).

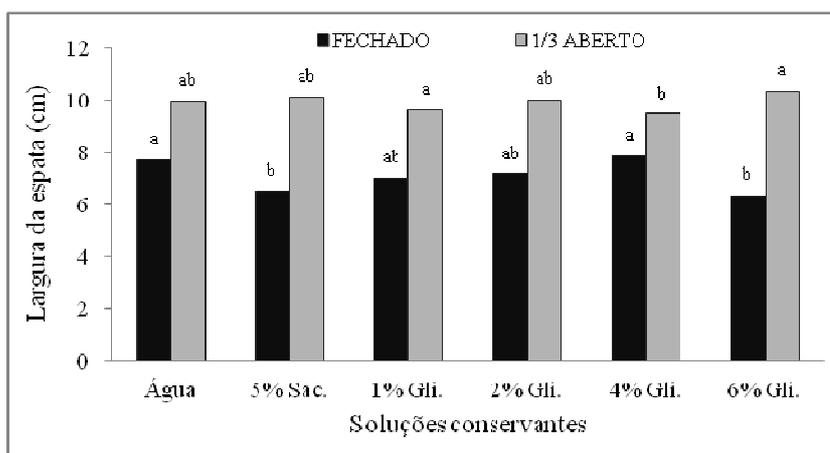


Figura 3 Largura das espatas de hastes florais de copo-de-leite em função do estágio de colheita e das soluções conservantes. Médias seguidas pela mesma letra nos estádios de colheita não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Considerando o estágio de colheita fechado, as hastes mantidas em água e em solução com 4% de glicose apresentaram maior largura enquanto que menor largura foi observada nas soluções com 5% de sacarose e 6% de glicose.

Hastes colhidas em estágio de colheita 1/3 aberto e mantidas em solução com 6% de glicose apresentaram maior largura, enquanto que a menor largura foi observada na solução com 4% de glicose.

Analisando-se o comprimento da espata, esse foi influenciado pelos estádios de colheita e as soluções conservantes (Figura 4).

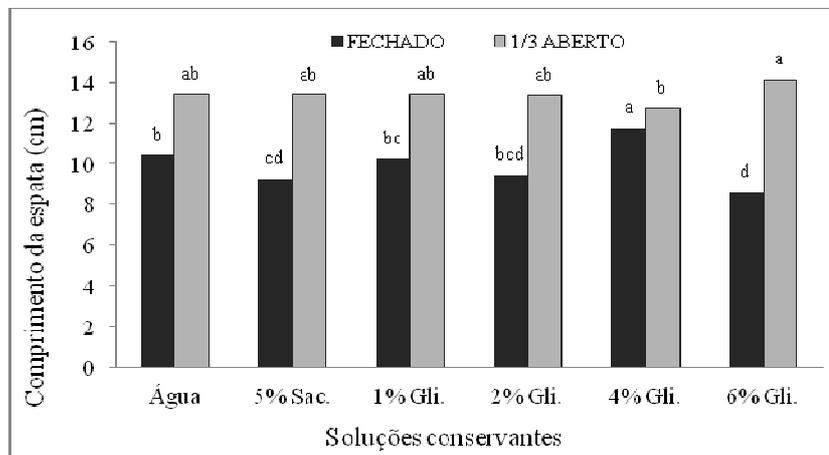


Figura 4 Comprimento das espatas de hastes florais de copo-de-leite em função do estágio de colheita e das soluções conservantes. Médias seguidas pela mesma letra nos estádios de colheita não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As hastes florais colhidas 1/3 abertas apresentaram maiores expansões, atingindo o comprimento máximo de 14,2 cm na solução com 6% de glicose (Figura 4). As hastes florais colhidas fechadas apresentaram valores máximos de 11,80 cm na solução com 4% de glicose.

Para o estágio de colheita 1/3 aberto, as hastes mantidas em solução com 4% de glicose apresentaram o menor comprimento, enquanto que no estágio de colheita fechado o menor comprimento foi observado na solução com 6% de glicose.

A maior expansão da espata foi observada no estágio 1/3 aberto. Provavelmente, neste estágio de desenvolvimento a haste já apresenta toda a maquinaria para produzir etileno e entrar em maturação e amadurecimento, ou seja, seguir seu desenvolvimento fisiológico normal.

A adição de açúcares na solução conservante foi eficiente na promoção da abertura de hastes colhidas precocemente, propiciando a colheita antecipada. Tanto para o estágio de colheita fechado quanto 1/3 aberto, a adição de glicose

aumentou a abertura floral. O uso de solução de 6% de sacarose ou glicose aumentou do número de botões florais abertos e prolongou a longevidade final de flores cortadas de *Eustoma grandiflorum* (CHO et.al., 2001). O uso da glicose em solução de manutenção também foi mais eficaz quando comparada a sacarose na abertura dos botões florais e na vida de vaso de *Dendrobium* 'Youppadeewan' (KETSA; BOONROTE, 1990).

Em relação às hastes florais de copo-de-leite colhidas em dois estádios precoces de abertura, ambos apresentaram redução da massa fresca ao longo do período avaliado (Figura 5). As hastes colhidas no estágio 1/3 aberto e fechado não diferiram entre si quando mantidas em água, apresentando perda de matéria fresca de 2,8% e 3,5%, respectivamente. Constatou-se, também, que as hastes mantidas em solução com 1% de glicose não apresentaram diferença entre os estádios de colheita, porém a menor perda de massa fresca foi observada para o estágio 1/3 aberto (2,3%) e o estágio fechado apresentou uma perda de 3,2%.

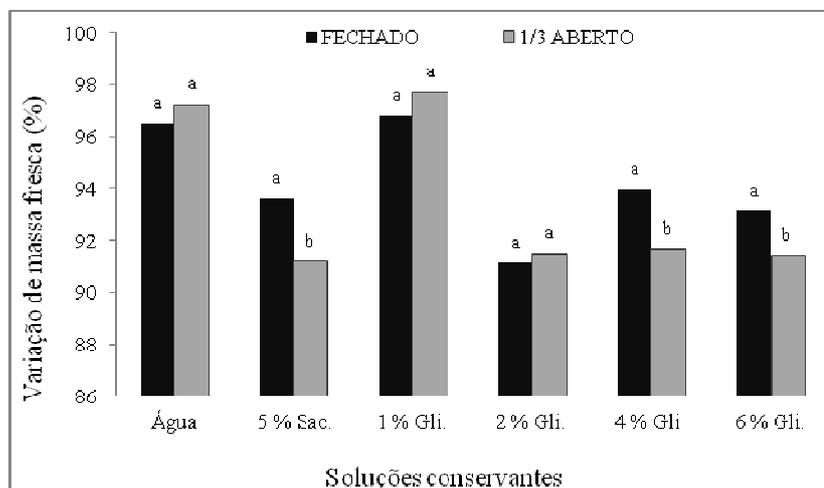


Figura 5 Variação percentual de massa fresca de hastes florais de copo-de-leite em função do estágio de colheita e das soluções conservantes. Médias seguidas pela mesma letra nas soluções conservantes não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Hastes colhidas fechadas e mantidas em soluções com concentrações de açúcares mais elevadas (5% de sacarose, 4% e 6% de glicose) apresentaram maior perda de massa fresca. Dentre essas, a solução com 4% de glicose foi a que proporcionou menor perda de massa fresca: 6,1% no estágio fechado e 8,3% no estágio 1/3 aberto.

Apesar de não haver diferença entre os estádios de colheita, as hastes que foram mantidas em solução com 2% de glicose apresentaram maior perda de massa fresca (8,5% no estágio de colheita 1/3 aberto e 8,9% no estágio de colheita fechado) (Figura 5).

De forma geral, as hastes florais mantidas em água e em solução com 1% de glicose apresentaram menor porcentagem de perda de massa fresca em relação às demais concentrações de glicose. As perdas foram mais acentuadas quando as hastes foram acondicionadas em soluções com concentrações mais elevadas de açúcares. Nas concentrações de glicose 2% e 4% pode ter acontecido a inibição da enzima fosfofrutoquinase (reguladora da glicólise). Ela é inibida sempre que as células estão bem supridas de ATP e outros compostos, tais como, citrato e os ácidos graxos, ou seja, a via glicolítica é interrompida até a normalização da concentração de substrato (TAIZ; ZEIGER, 2013). Já a concentração de 5% de sacarose e 6% de glicose podem ter induzido um processo de fitotoxidez por inativação da fosfofrutoquinase e a haste floral a entrar em processo de senescência mais rapidamente.

A concentração ideal de açúcar varia em função do período de exposição à solução. Normalmente, altas concentrações são utilizadas em soluções de condicionamento, as intermediárias, em tratamentos para induzir a abertura floral, e as baixas, em soluções de manutenção (DIAS-TAGLIACCOZZO; CASTRO, 2002).

Cultivares de tulipas mantidas em solução com 1% de glicose apresentaram aumento do peso fresco comparando-se com o efeito de diferentes

açúcares em diferentes concentrações (WATANABE et al., 2013). No caso deste trabalho, essa mesma concentração proporcionou menor perda de massa fresca.

A taxa de absorção dos diferentes estádios de colheita do copo-de-leite foi maior no estágio 1/3 aberto (Figura 6A). As hastes que foram mantidas em solução conservante com 1% de glicose apresentaram maior taxa de absorção quando comparada às demais soluções. Hastes dos estádios de colheita 1/3 aberto e fechado apresentaram respectivamente, 3 e 2,5 mL/haste/dia, diferindo entre si.

Também foi observado que, as hastes mantidas em água apresentaram uma elevada taxa de absorção e não apresentaram diferença entre os estádios de colheita. A maior taxa de absorção foi observada para o estágio fechado (2,9 mL/haste/dia) enquanto que o estágio 1/3 aberto apresentou uma taxa de 2,6 mL/haste/dia. Possivelmente, isto seja devido ao estágio de desenvolvimento destas hastes. No seu estágio imaturo ocorre maior taxa de respiração o que pode ter induzido a uma maior taxa de absorção de solução.

Hastes colhidas em estágio 1/3 aberto mantidas em concentrações de açúcares 2% e 6% de glicose apresentaram maior taxa de absorção. Já as hastes que foram mantidas em soluções com 4% de glicose e 5% de sacarose, não apresentaram diferença entre os estádios de colheita. Porém, as hastes que foram mantidas em solução com 5% de sacarose apresentaram menor taxa de absorção (1,9 mL/hastes/dia no estágio de colheita 1/3 aberto e 1,8 mL/hastes/dia no estágio de colheita fechado) (Figura 6A).

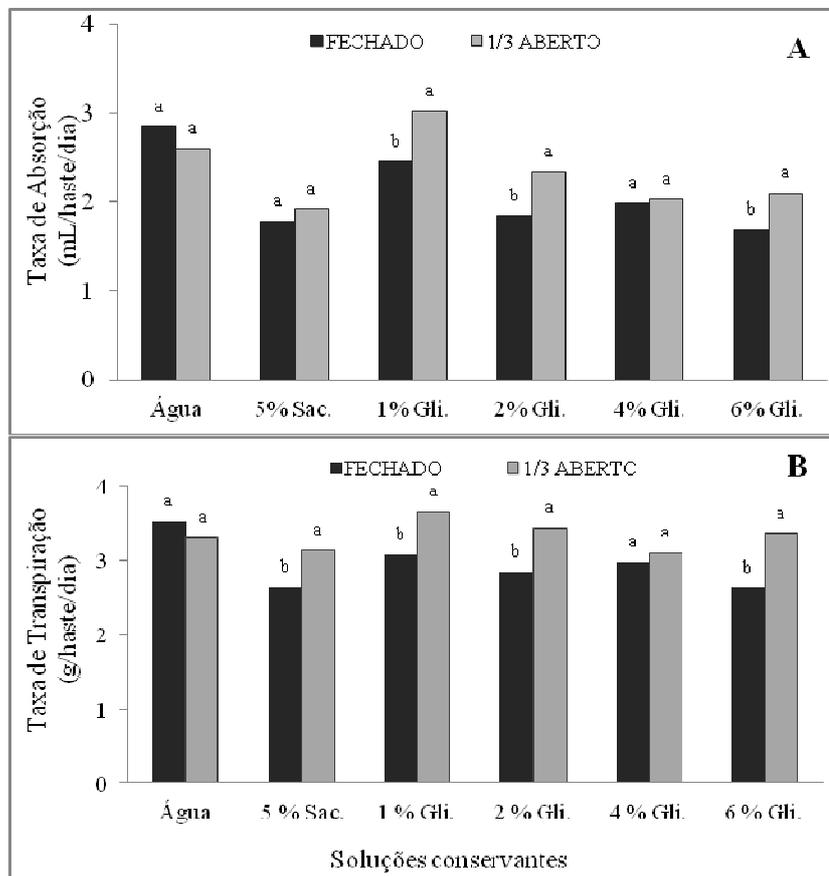


Figura 6 Taxa de absorção (A) e taxa de transpiração (B) de hastes florais de copo-de-leite em função do estágio de colheita e das soluções conservantes. Médias seguidas pela mesma letra nas soluções conservantes não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O acréscimo de solutos na água, dependendo da quantidade aplicada, reduz o potencial hídrico e aumenta a viscosidade da solução conservante, o que reduz a absorção pelas hastes (VAN DOORN, 1997). Em inflorescências de lírio ocorreu redução na absorção de água com o aumento de sacarose em solução de *pulsing* (BARBOSA et al., 2005). As hastes florais de copo-de-leite mantidas em água e em solução com 1% de glicose (menor concentração) apresentaram maior taxa de absorção em relação às demais.

A adição de fontes exógenas de carboidratos na solução conservante fornece energia para a manutenção da respiração (SCHMITT et al., 2013). Quando o carboidrato fornecido é a sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), há a necessidade de ser hidrolisado para liberar os monossacarídeos (glicose e frutose) para a respiração (TAIZ; ZEIGER, 2013). Porém, quando é fornecido na forma de glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ), pode ser prontamente utilizada para a primeira etapa da glicólise. Portanto, a superioridade das soluções contendo glicose sobre a de sacarose pode ser atribuída às diferenças no movimento das duas soluções de açúcar, que refletem nas alterações da taxa de absorção.

As soluções conservantes com concentrações 2% e 6% de glicose e com 5% de sacarose apresentaram diferença entre os estádios de colheita (Figura 6B) quando se analisou as taxas de transpiração. Porém, as hastes que foram mantidas em soluções com 4% de glicose não diferiram quanto aos estádios de colheita.

A taxa de transpiração, semelhantemente à taxa de absorção, foi maior no estádio 1/3 aberto, podendo ser justificada por sua maior superfície de exposição da espata e maior desenvolvimento fisiológico.

As hastes que foram mantidas em solução conservante com 1% de glicose apresentaram maior taxa de transpiração quando comparada as demais soluções e os estádios de colheita 1/3 aberto e fechado apresentaram respectivamente, 3,6 e 3,1 g/haste/dia, diferindo entre si. Também foi observado que as hastes mantidas em água apresentaram uma elevada taxa de transpiração, mas não apresentaram diferença entre os estádios de colheita. A maior taxa de transpiração foi observada para o estádio fechado (3,5 g/haste/dia) e o estádio 1/3 aberto que apresentou taxa de 3,3 g/haste/dia.

Em todas as soluções conservantes, tanto no estádio de colheita fechado quanto 1/3 aberto, a taxa de transpiração superou a absorção (Figura 6), o que já foi evidenciado pela redução de massa fresca observada para os estádios de

colheita e soluções testadas (Figura 5). A solução com 1% de glicose e somente água possibilitaram a melhor manutenção do balanço hídrico, com menores perdas de massa das hastes.

Ao analisar o teor de amido nas espatas do copo-de-leite, observaram-se diferentes teores em relação aos estádios de colheita, soluções conservantes e dias de avaliação após a colheita (Figura 7).

O teor de amido na espata foi elevado durante os primeiros dias após a colheita, seguido de declínio para ambos os estádios. Este comportamento pode estar relacionado com o fato que hastes colhidas em estádios mais precoces de abertura conterem uma quantidade significativa de amido e, após a abertura plena, ser rapidamente utilizado como substrato para a respiração.

Resultados semelhantes foram observados em botões florais de peônia, em que o teor de amido diminuiu com o armazenamento (WALTON et al., 2010). Em flores de lírio, antes da abertura plena, houve grande produção de amido declinando com a abertura floral (VAN DER MEULEN-MUISERS et al., 2001).

Porém, no estádio de colheita 1/3 aberto, o teor de amido foi maior quando comparado ao estádio fechado (Figura 7B). Possivelmente, no estádio fechado, a maquinaria de armazenamento ainda estava pouco desenvolvida, ou seja, imatura para iniciar o processo de armazenamento. As hastes que foram colhidas em estádio 1/3 aberto estavam mais desenvolvidas e por isso passaram a acumular reservas.

Os teores de amido apresentaram alguns picos com o processo de senescência que pode ser atribuído à menor atividade da enzima amilase (TAIZ; ZEIGER, 2013), ou por não haver necessidade da degradação deste carboidrato em função do fornecimento de açúcares nas soluções conservantes. Além disso, por não haver mais expansão celular, este carboidrato não é degradado e se acumula nas inflorescências senescentes.

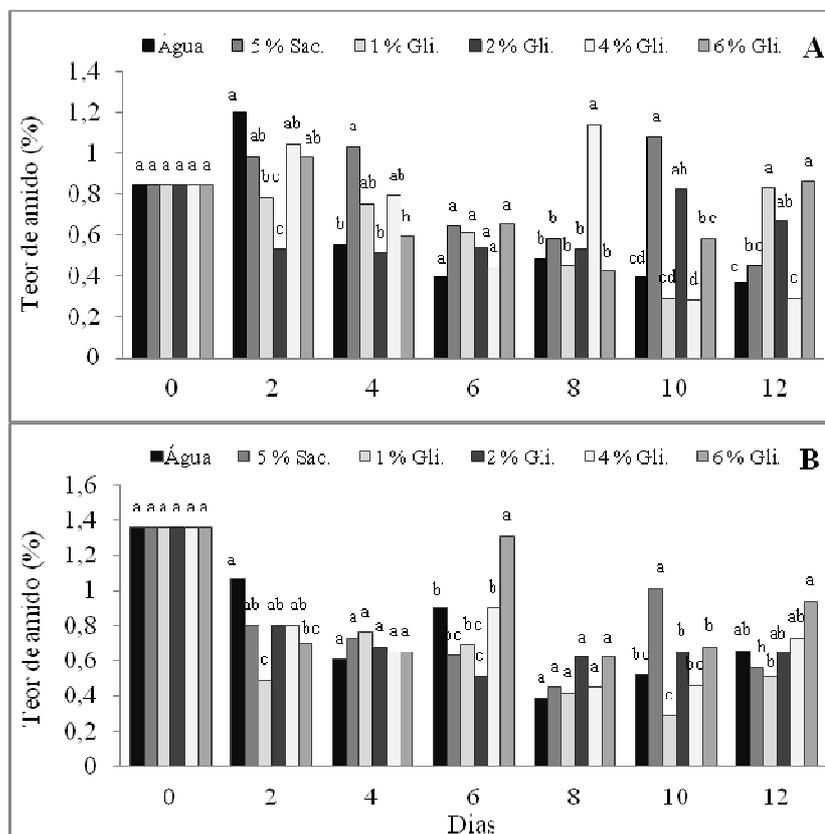


Figura 7 Teores médios de amido (g/100 g) em espatas de copo-de-leite em estágio de colheita fechado (A) e 1/3 aberto (B) em função dos dias de avaliação e das soluções conservantes. Médias seguidas pela mesma letra para cada dia não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os teores de açúcares solúveis totais nas espatas do copo-de-leite apresentaram diferenças em relação aos estádios de colheita, soluções conservantes e dias de avaliação após a colheita (Figura 8). No estágio de colheita fechado houve um ligeiro aumento dos teores de açúcares (Figura 8A), enquanto no estágio 1/3 aberto os teores de açúcares, apesar de serem mais elevados, apresentaram um pequeno declínio (Figura 8B).

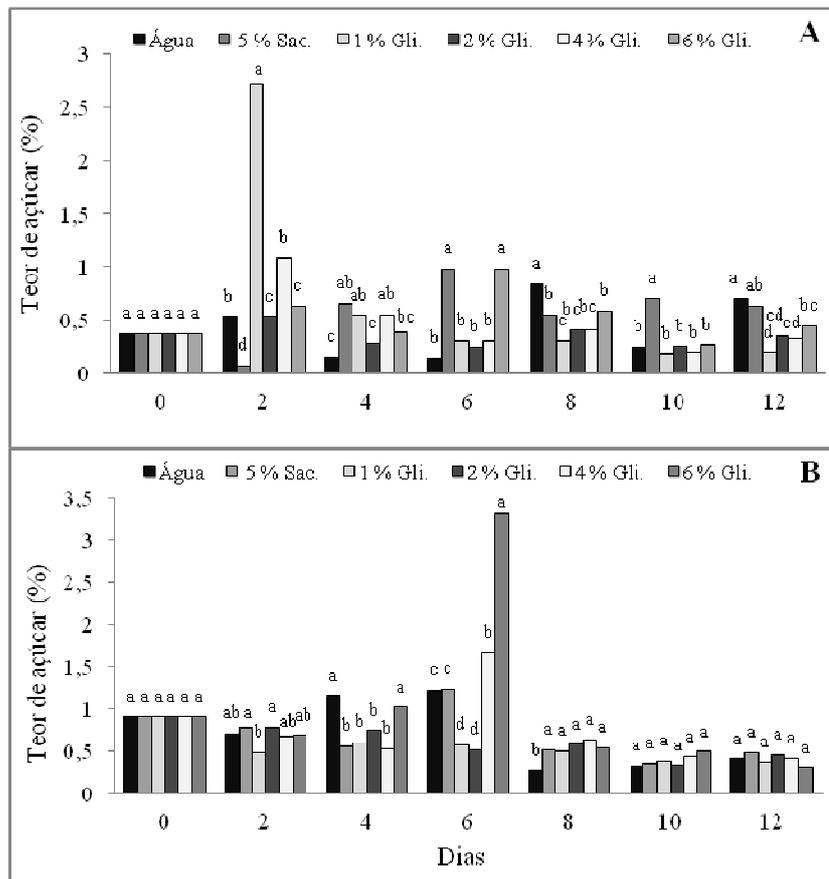


Figura 8 Teores médios de açúcares solúveis totais (g/100 g) em espatas de copo-de-leite em estágio de colheita fechado (A) e 1/3 aberto (B) em função dos dias de avaliação e das soluções conservantes. Médias seguidas pela mesma letra para cada dia não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

No estágio de colheita fechado os teores de carboidratos foram mantidos mais elevados em relação ao 1/3 aberto, ocorrendo também maior longevidade das hastes florais e maior durabilidade da qualidade (Tabela 1). Já no estágio 1/3 aberto, os teores de açúcares foram mais elevados com o início da abertura floral, seguido pela redução destes teores a partir do 8º dia após a colheita, sugerindo consumo dos açúcares como substrato respiratório.

A presença de açúcares pode ter proporcionado uma redução do potencial hídrico das espatas, promovendo influxo de água para expansão das células e abertura floral. Apesar dos estádios de colheita fechado e 1/3 aberto não atingirem uma completa abertura da espata, foi observado a expansão destas dimensões (Figura 3 e 4).

Observou-se que a inclusão de açúcares (glicose e sacarose) nas soluções conservantes não aumentou a concentração de açúcares totais na espata. O mesmo foi observado em pétalas de flores de corte de *Dendrobium* (PATTARAVAYO; KETSA; VAN DOORN, 2013).

#### **4 CONCLUSÕES**

O copo-de-leite colhido em estádio fechado permaneceu por mais tempo na qualidade comercial e ficou mais dias sem a presença de pólen.

A adição de açúcares na solução conservante foi eficiente na promoção da abertura de hastes colhidas precocemente. Tanto para o estádio de colheita fechado quanto 1/3 aberto, a adição de glicose nas concentrações 4% e 6%, aumentou a abertura floral, respectivamente.

As hastes florais que foram mantidas em água e em solução com 1% de glicose, apresentaram menor porcentagem de perda de massa fresca e melhor manutenção do balanço hídrico. Os teores de amido e açúcares solúveis totais, apresentam uma pequena diminuição após a colheita.

#### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à FAPEMIG, ao CNPq e a CAPES pelo financiamento do projeto e bolsas.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. F. A. et al. Pós-colheita de copo-de-leite: efeito de diferentes conservantes comerciais e armazenamento a frio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 1189-1194, 2008.
- ALMEIDA, E. F. A. et al. Calla lily inflorescences postharvest: pulsing with different sucrose concentrations and storage conditions. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 657-663, July/Aug. 2011.
- BARBOSA, J. G. et al. Longevidade de inflorescências de lírio em função do estágio de desenvolvimento do botão e do condicionamento em sacarose. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n. 2, p. 25-31, 2005.
- BAYOGAN, E. R. V.; JAROENKIT, T.; PAULL, R. E. Postharvest life of Bird-of-Paradise inflorescences. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 48, p. 259-263, 2008.
- BURGE, G. K. et al. Prevention of floret abscission for *Agapanthus praecox* requires an adequate supply of carbohydrate to the developing florets. **South African Journal of Botany**, Pretoria, v. 76, p. 30-36, 2010.
- CHO, M. C. et al. Sucrose enhances the postharvest quality of cut flowers of *Eustoma grandiflorum*(Raf.) Shinn. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 543, p. 305-315, 2001.
- DIAS-TAGLIACOZZO, G. M.; CASTRO, C. E. F. Fisiologia da pós-colheita de espécies ornamentais. In: WACHOWICZ, C. M.; CARVALHO, R. I. N. (Ed.). **Fisiologia vegetal: produção e pós-colheita**. Curitiba: Champagnat, 2002. p. 359-382.
- DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAN, M. L. (Ed.). **Carbohydrates chemistry**. New York: Academic, 1962. v. 1, p. 447-512.
- GAST, K. L. B. **Water quality for florists: why is it so important**. Manhattan: Kansas State University, 2000.
- HALEVY, A. H. Treatments to improve water balance of cut flowers. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 64, p. 223-230, 1976.
- HE, S. et al. Stem end blockage in cut *Grevillea* 'Crimson Yullo' inflorescences. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 41, p. 78-84, 2006.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: An Avi Book, 1991. 532 p.

KETSA, S.; BOONROTE, A. Holding solutions for maximizing bud opening and vase-life of *Dendrobium* 'Youppadeewan' flowers. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 65, p. 41–47, 1990.

LIMA, J. D.; MORAES, W. S.; SILVA, C. M. Tecnologia pós-colheita de flores de corte. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 14., 2006, Pariqueira-Açu. **Anais...** Pariqueira-Açu: Instituto Biológico, 2006. p. 39-45.

MARISSSEN, N. Effects of pre-harvest light intensity and temperature on carbohydrate levels and vase life of cut roses. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 543, p. 331-343, 2001.

MONERUZZAMAN, K. M. et al. 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**, Melbourne, v. 4, p. 474-479, 2010.

NELSON, A. A photometric adaptation of the Somogyi method for determining glucose. **Journal Biology Chemistry**, Rockville, n. 153, p. 375–380, 1944.

NOVAK, S. J.; MACK, R. N.; SOLTIS, D. E. Genetic variation in *Bromus tectorum* (Poaceae): population differentiation in its North American range. **American Journal of Botany**, Brooklyn, p. 1150–1161, 1991.

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

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

PAIVA, P. D. O.; ALMEIDA, E. F. A. **Produção de flores de corte**. Lavras: UFLA, 2012. v. 1, 678 p.

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**, Amsterdam, v. 77, p. 7–10, 2013.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2006.

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

SCHMITT, F. et al. Uso de sacarose nas soluções de manutenção de hastes florais de gérbas de corte. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 137-144, 2013.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artemed, 2013. 918. p.

VAN DER MEULEN-MUISERS, J. J. M. et al. Postharvest flower development in Asiatic hybrid lilies as related to tepal carbohydrate status. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 21, n. 2, p. 201-211, 2001.

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

VAN DOORN, W. G. Water relations of cut flowers. **Horticultural Reviews**, n. 18, p. 1-85, 1997.

VAN DOORN, W. G.; VASLIER, N. Wounding-induced xylem occlusion in stems of cut chrysanthemum flowers: roles of peroxidase and catechol oxidase. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 26, p. 275-284, 2002.

WALTON, E. F. et al. The dynamics of starch and sugar utilization in cut peony (*Paeonialactiflora*Pall.) stems during storage and vase life. **PostharvestBiology and Technology**, Amsterdam, v. 58, n. 2, p. 142-146, 2010.

WATANABE, Y. et al. Effect of Sugar Treatments on the Vase Life of Cut Tulip (*Tulipagesneriana* L.) Flowers. **Horticultural Research**, Edinburgh, v. 12, n. 2, p. 201-207, 2013.

## **CAPÍTULO 4**

### **Relações hídricas de hastes florais de copo-de-leite em função dos estádios de colheita e das diferentes soluções antimicrobianas**

## RESUMO

A produção de flores de corte constitui uma atividade importante, cuja comercialização exige técnicas de conservação que contribuam para manter a qualidade floral pós-colheita. A adição de produtos químicos tem demonstrado efeito benéfico nas soluções de manutenção das flores de corte. Assim, objetivou-se estudar as relações hídricas em função dos estádios de colheita e das soluções de manutenção na pós-colheita das hastes. Hastes foram colhidas no período da manhã em produção comercial nos estádios de abertura da espata: fechada (cartucho) e 1/3 aberta. Depois de selecionadas e padronizadas, as hastes florais foram dispostas em sala com temperatura ambiente a  $21 \pm 2^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $75 \pm 5\%$ , pelo período de 9 dias. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, constituído por 10 tratamentos, resultantes de um fatorial com dois estádios de colheita e cinco soluções conservantes: água (testemunha),  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  de hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ),  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  de sulfato de alumínio [ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ],  $200 \text{ mg.L}^{-1}$  de 8-hidroxiquinolina (8-HQ) e  $10 \text{ mg.L}^{-1}$  de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ). O modelo utilizado foi em parcela subdividida no tempo, sendo que os estádios de abertura e as soluções conservantes constituíram a parcela e os dias de avaliação, a subparcela. As avaliações de absorção hídrica e transpiração foram realizadas diariamente, além de se observar comprimento e largura da espata, presença de pólen, massa fresca da haste, análise de qualidade comercial e pH da solução de manutenção. A adição de compostos químicos na solução conservante promoveu a abertura da espata. Tanto para o estádio de colheita fechado quanto 1/3 aberto, a adição de 8-HQ aumentou a abertura floral. As hastes florais colhidas no estádio fechado quanto no estádio 1/3 aberto apresentaram eficiência na absorção de água pelas hastes e hidratação das flores, e melhor manutenção do balanço hídrico quando armazenadas em água e em soluções conservantes com  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .

Palavras-chave: Soluções antimicrobianas. Produtos químicos. Flores de corte. Relações hídricas.

## ABSTRACT

The production of cut flowers is an important activity, whose marketing requires conservation techniques, which help to keep the floral postharvest quality. The addition of chemicals has demonstrated the beneficial effect of maintaining solutions cut flowers. The aim of this study was to evaluate the water relations on the basis of stage of harvest and maintenance solutions in post-harvest of stems. The Stems were harvested in the morning in commercial production with different spathe opening stage: closed (cartridge) and 1/3 open. Once selected and standardized, the flower stems were placed in a room temperature at  $21 \pm 2$  ° C and relative humidity of  $75 \pm 5\%$  for 9 days. Was used a randomized experimental design with of 10 treatments resulting from a factorial with two levels harvest stages and five preservative solutions: Water (control),  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  sodium hypochlorite (NaClO),  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  sulphate aluminium [ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ],  $200 \text{ mg.L}^{-1}$  of 8-hydroxyquinoline (8-HQ) and  $10 \text{ mg.L}^{-1}$  of silver nitrate ( $\text{AgNO}_3$ ). The model used was a split plot in time, with the stages opening and the preservative solutions as plot and the evaluation days as subplot. The water absorption and transpiration evaluations were performed daily, also evaluated length and width of spathe, presence of pollen, fresh weight of stem and analysis of commercial quality and maintenance of the solution pH. The addition of chemical compounds in the preservative solution promoted the opening of the spathe. Both stage, closed and 1/3 opening, increased flower opening after addition of 8-HQ. The flower stems showed efficiency in water absorption of flower stems, and floral hydration; better maintenance of fluid balance when stored in water and preservative solutions with  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .

Keywords: Antimicrobial solutions. Chemicals. Cut flowers. Water relations.

## 1 INTRODUÇÃO

Flores de corte com boa qualidade são resultados de manuseio correto, sobretudo na pós-colheita e gerenciamento da produção, que influenciam também na comercialização do produto final (LOGES et al., 2005; NELL, 2003).

Após a colheita das flores, algumas espécies possuem vida de vaso limitada devido ao estresse hídrico, em que a transpiração torna-se maior que a absorção de água (VAN DOORN, 1996). A ineficiência na absorção de água pelas hastes pode ocorrer em consequência de infecção por microrganismos e seus metabólitos que crescem na região cortada ou por embolismo, causando a oclusão vascular (VAN DOORN; WITTE; HARKEMA, 1995).

A adição de produtos químicos tem demonstrado efeito benéfico nas soluções de manutenção das flores de corte. Dentre esses, têm sido recomendados os que possuem ação bactericida, como hipoclorito de sódio (NaClO). O mecanismo de ação do cloro não é específico e envolve a oxidação dos componentes celulares dos agentes microbianos, incluindo proteínas das membranas celulares e protoplasmáticas (DYCHDALA, 1983). Para minimizar o processo, o uso de solução preservativa de hipoclorito de sódio e água teve efeito positivo na conservação pós-colheita de gérbera (NOWAK; RUDNICKI, 1990) e lisianthus (HUTCHINSON, 2013).

A 8-hidroxiquinolina (8-HQ) ou os seus ésteres sulfato (8-HQS) e citrato (8-HQC) são germicidas muito utilizados em soluções conservantes, atuando na inibição do crescimento de microrganismos (KETSA; PIYASAENGTHONG; PRATHUANGWONG, 1995; NOWAK; RUDNICKI, 1990), inibição do bloqueio vascular (VAN DOORN; PERIK, 1990) e manutenção da absorção de solução pela planta (REDDY; SINGH; SINGH, 1995). Soluções contendo 8-HQS apresentaram melhor consumo de água,

impedindo o crescimento de microrganismos nos vasos condutores e a perda de peso, aumentando a vida de vaso de estrelícia (ALI; HASSAN, 2014).

Certos sais, como o nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) possuem propriedades inibidoras do desenvolvimento de microrganismos, que causam a oclusão dos vasos condutores, limitando a absorção de soluções (GONZAGA et al., 2001), além de impedir a ação prejudicial do etileno (VAN DOORN; REID, 1992). Em inflorescências de *Zingiber spectabile*, a solução de nitrato de prata promove maior absorção de solução pelas hastes, sendo mais eficiente em aumentar a vida de vaso (SANTOS; SANTOS; LIMA, 2008).

O sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) tem sido recomendado para a manutenção da vida de vaso de muitas flores de corte (LIAO et al., 2001; SEYF et al., 2012), pois acidifica a solução conservante, limitando o crescimento bacteriano e favorece a absorção de água (ICHIMURA; TAGUCHI; NORIKOSHI, 2006; VAN DOORN; WITTE, 1991).

Considerando que pouco se sabe sobre a utilização de compostos químicos em soluções conservantes de copo-de-leite, objetivou-se estudar as relações hídricas em função dos estádios de colheita e das soluções de manutenção na pós-colheita das hastes.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Hastes florais de copo-de-leite foram colhidas no período da manhã em produção comercial nos estádios de abertura da espata: fechada (cartucho) e 1/3 aberta.



Figura1 Estádios de colheita das hastes florais de copo-de-leite: espata fechada (cartucho) e 1/3 aberta.

Em seguida, foram transportadas a seco, por uma hora, até o laboratório, onde foram imersas em água e mantidas a 21°C. Depois de selecionadas e padronizadas em 50 cm, foram pesadas para determinação de massa fresca e submetidas aos tratamentos. O experimento foi constituído por 10 tratamentos, resultantes de um fatorial com dois estádios de colheita e cinco soluções conservantes: água (testemunha), 100 mg.L<sup>-1</sup> de hipoclorito de sódio (NaClO), 100 mg.L<sup>-1</sup> de sulfato de alumínio [Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>], 200 mg.L<sup>-1</sup> de 8-hidroxiquinolina (8-HQ) e 10 mg.L<sup>-1</sup> de nitrato de prata (AgNO<sub>3</sub>). Cada haste foi disposta em pote plástico contendo 0,5 L de solução conservante, completados diariamente. Os potes foram vedados com saco plástico ao redor da haste, para evitar a evaporação da água.

As hastes florais foram dispostas em sala com temperatura ambiente a 21 ± 2°C e umidade relativa de 75 ± 5%, pelo período de 9 dias. As avaliações de pH da água, presença de pólen, análise de qualidade comercial, largura e comprimento da espata, massa fresca da haste, absorção hídrica e a transpiração foram realizadas diariamente.

A taxa de absorção foi obtida pela determinação do volume de água consumida, em mL/haste/dia e a taxa de transpiração foi estimada em g/haste/dia conforme Van Doorn e Vaslier (2002) com adaptação:

$T = V_c - (MH_f - MH_i)$ ; em que:

T: taxa de transpiração (g/haste/dia);

V<sub>c</sub>: volume de solução consumida (g);

MH<sub>i</sub>: massa da haste no início (g);

MH<sub>f</sub>: massa da haste no final (g).

A alteração da massa fresca foi determinada pela pesagem diária das hastes florais e o seu valor determinado conforme He et al. (2006), com adaptação:

$VMF = (M_f \times 100) / M_i$ ; em que:

VMF: variação de massa fresca (%);

M<sub>i</sub>: massa fresca da haste no primeiro dia de avaliação (g);

M<sub>f</sub>: massa fresca da haste no dia de avaliação (g).

O balanço hídrico foi calculado pela diferença entre a taxa de absorção e a taxa de transpiração e foi expressa em mL/haste/dia, conforme He et al. (2006).

A análise de qualidade comercial das hastes baseou-se no padrão determinado por Almeida et al. (2008):

Classe A1: inflorescências túrgidas, com a ponta da espata inclinada e ausência de rugas ou necroses;

Classe A2: inflorescências túrgidas, com a ponta da espata levemente enrolada para baixo e ausência de rugas ou necrose;

Classe B: inflorescências túrgidas, ponta da espata levemente enrolada para baixo, presença de rugas, ausência de necroses;

Classe C: inflorescências murchas com a ponta da espata enrolada para baixo e presença de necrose.

A partir das avaliações da qualidade das hastes florais determinou-se que o somatório dos dias em que elas permaneceram nas notas A1, A2 e B representam a vida de vaso dessas inflorescências, sendo que as hastes classificadas como A1 indicam a melhor qualidade e as classificadas como C foram consideradas descarte.

Foram utilizadas três repetições e duas hastes por parcela, em delineamento inteiramente casualizado. O modelo utilizado foi em parcela subdividida no tempo, sendo que os estádios de abertura e as soluções conservantes constituíram a parcela e os dias de avaliação, a subparcela. Os dados obtidos no experimento foram agrupados e submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade para os dados qualitativos e analisados com o auxílio do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2006).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As soluções conservantes para a manutenção das hastes de copo-de-leite após a colheita apresentaram diferentes níveis de pH, variando de acordo com os compostos químicos utilizados. A solução de manutenção contendo somente água (testemunha) e nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) apresentaram pH médio de 7,2, a solução com hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ) apresentou a média mais elevada, com pH= 8,7, a solução com 8- hidroxiquinolina (8-HQ) apresentou pH=7,1 e o sulfato de alumínio [ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ] apresentou menor média, pH=4,4. A utilização de substâncias que mantenham baixos níveis de pH da água é recomenda para retardar o processo de senescência, por limitar o crescimento microbiano e proporcionar-lhes uma maior longevidade (NOWAK; RUDNICKI, 1990; REID,1992)

Porém, o uso do hipoclorito de sódio pode ter provocado alteração do pH das soluções ou provocado um estresse, levando ao rompimento dos tecidos

na base da haste floral na maior parte das inflorescências. Há ainda a possibilidade de que a dose do produto utilizada tenha sido alta, levando à fitotoxidez.

Não houve diferença entre inflorescências armazenadas em diferentes soluções conservantes e os estádios de colheita quanto à permanência das hastes nas classes A1, A1+A2 e A1+A2+B. Foi verificada diferença somente para os estádios de colheita (Tabela 1). Hastes florais colhidas em estágio fechado permaneceram mais dias na classificação A1 (5,4 dias) e apresentaram maior durabilidade (7,7 dias), enquanto o estágio de colheita 1/3 aberto permaneceu 4,3 dias na classificação A1, com durabilidade total de 7,4 dias (classes A1+A2+B).

Tabela 1 Número de dias em que as hastes florais de copo-de-leite permaneceram nas classes qualitativas A1, A1+A2, A1+A2+B em função dos estádios de colheita, em temperatura ambiente.

Estádios de colheita	Dias*		
	Classe A1	Classe A1+A2	Classe A1+A2+B
Fechado	5,4 a	6,1 a	7,7 a
1/3 aberto	4,3 b	6,0 a	7,4 b

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As hastes florais colhidas fechadas permaneceram aproximadamente 1 dia a mais na classe A1 comparando-se com as hastes florais 1/3 abertas. Nas classes A1+A2 não houve diferença entre os estádios de colheita e nas classes A1+A2+B, apesar de terem apresentado diferença, tanto o estágio fechado quanto o 1/3 aberto permaneceram por aproximadamente 7 dias.

Avaliando o número de dias sem a presença de pólen, não foi detectada a diferença nem para estágio de colheita nem para soluções conservantes. Constatou-se visivelmente que tanto hastes colhidas fechadas quanto 1/3 abertas

apresentaram liberação de pólen a partir do 3° e 4° dia após a colheita. Foi verificado também o número de dias em que as hastes permaneceram com incidência intensa de pólen, em que a espádice amarela ficou totalmente coberta pelo pólen branco. Houve diferença somente para os estádios de colheita (Tabela2).

Tabela 2 Número de dias em que as hastes florais de copo-de-leite permaneceram com incidência intensa de pólen em função dos estádios de colheita, em temperatura ambiente.

Estádios de colheita	N° de dias com presença intensa de pólen
Fechado	3,5 b
1/3 aberto	4,6 a

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O estágio de colheita 1/3 aberto apresentou, em média, um dia a mais com a presença intensa de pólen quando comparado ao estágio fechado. A formação dos grãos de pólen pode estar relacionada com as condições climáticas, sobretudo em relação à temperatura ambiental quando as flores estão se formando (ALMEIDA et al., 2009). Hastes florais com a presença de pólen na espádice possuem qualidade reduzida, indicando a perda do valor comercial, além de provocar uma considerável aceleração nos sinais de senescência na espata, como murcha e abscisão (PAIVA; ALMEIDA, 2012).

Quanto à abertura da flor, a largura e comprimento da espata foram influenciados pelos estádios de colheita e soluções conservantes.

Hastes colhidas 1/3 abertas apresentaram maior expansão da espata quando comparadas ao estágio fechado, com largura máxima de 11,3 e 9,9 cm, respectivamente (Figura 2).

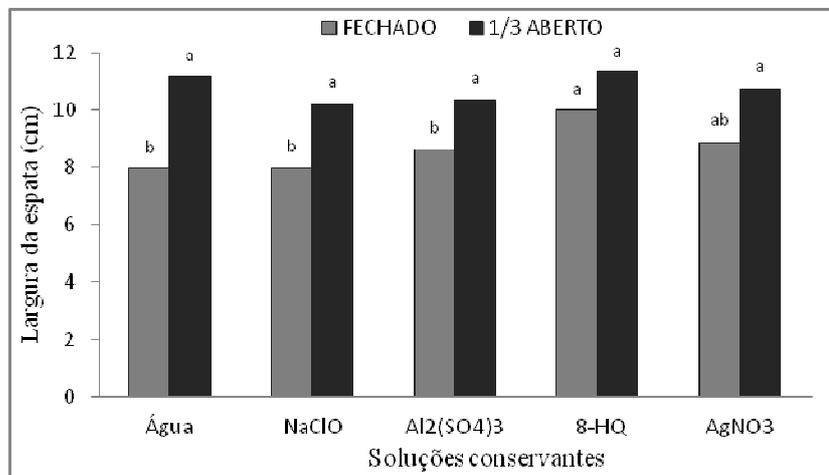


Figura 2 Largura das espatas de hastes florais de copo-de-leite em função do estágio de colheita e das soluções conservantes. Médias seguidas pela mesma letra nos estádios de colheita não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para o estágio de colheita fechado houve diferença entre as soluções conservantes. As hastes mantidas em soluções com 8-HQ e AgNO<sub>3</sub> apresentaram maior largura. Apesar das soluções com água, NaClO e Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> não diferirem entre si, a menor largura foi observada quando as hastes foram mantidas somente em água. Para o estágio de colheita 1/3 aberto, não houve diferença entre as soluções conservantes, se igualando à testemunha. Mas foi possível verificar que a solução com 8-HQ proporcionou maior largura da espata, seguida das hastes armazenadas em água. A menor largura foi observada para hastes florais mantidas na solução com NaClO.

Em relação ao comprimento da espata, hastes florais colhidas 1/3 abertas também apresentaram maiores expansões, atingindo o comprimento máximo de 14,6 cm e as hastes florais colhidas fechadas apresentaram valores máximos de 12,30 cm (Figura 3).

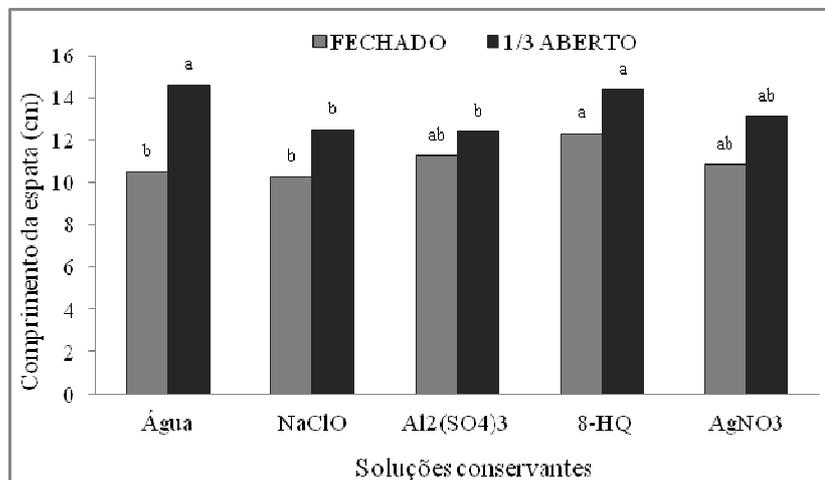


Figura 3 Comprimento das espatas de hastes florais de copo-de-leite em função do estágio de colheita e das soluções conservantes. Médias seguidas pela mesma letra nos estádios de colheita não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

No estágio de colheita fechado o maior comprimento da espata foi observado para hastes mantidas em solução com 8-HQ, seguido da solução com  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  e  $\text{AgNO}_3$ . Já o menor comprimento foi observado para hastes mantidas em solução com NaClO. Quando colhidas em estágio 1/3 aberto, as hastes mantidas em água e em solução com 8-HQ apresentaram maiores comprimentos. E os menores comprimentos foram em hastes mantidas em NaClO e  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .

A adição de compostos químicos na solução conservante permite a colheita de hastes florais em estádios precoces por proporcionarem maior eficiência da abertura da espata. Tanto para o estágio de colheita fechado quanto 1/3 aberto, a adição de 8-HQ aumentou a abertura floral. Em *lisianthus*, uso de 8-HQC na solução de vaso contribuiu para aumentar a abertura floral e a vida de vaso (HUTCHINSON, 2013)

A variação de massa fresca das hastes florais de copo-de-leite colhidas precocemente foi influenciada pelos estádios de abertura da espata e pelas soluções conservantes testadas (Figura 4).

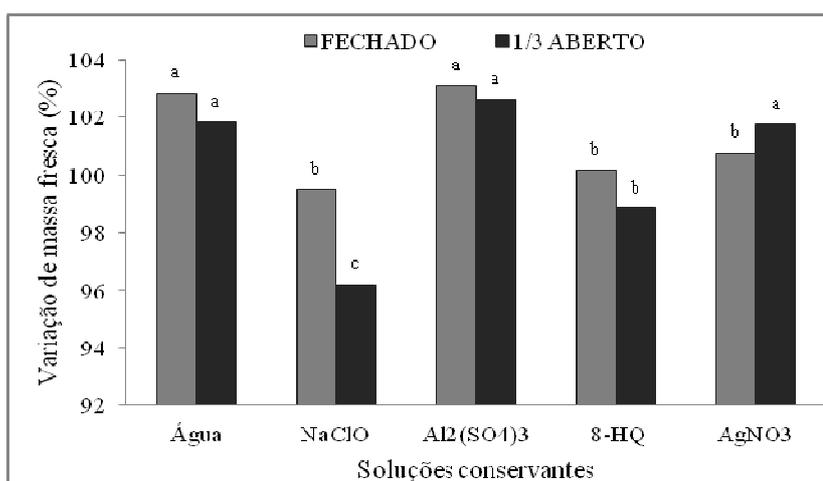


Figura 4 Variação percentual de massa fresca de hastes florais de copo-de-leite em função do estágio de colheita e das soluções. Médias seguidas pela mesma letra nos estádios de colheita não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As hastes colhidas no estágio fechado e 1/3 aberto apresentaram diferença quando mantidas em NaClO e 8-HQ, sendo a menor variação de massa fresca obtida no estágio fechado.

As hastes colhidas fechadas e armazenadas na solução com Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> e em água apresentaram maior ganho de massa fresca, 103,1 e 102,8 %, respectivamente (Figura 4). Apesar das soluções conservantes com AgNO<sub>3</sub>, 8-HQ e NaClO terem proporcionado resultados semelhantes, somente para a disposição das hastes em NaClO foi observada perda de massa fresca (0.5%), provavelmente devido ao pH elevado.

No estágio de colheita 1/3 aberto, constatou-se que as hastes armazenadas em solução com Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, água e AgNO<sub>3</sub> apresentaram aumento

de massa fresca. Embora não tenha havido diferença entre elas, o maior acréscimo (102,6%) foi em hastes armazenadas em solução com  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Já as hastes que foram mantidas em soluções conservantes com 8-HQ apresentaram perdas de massa fresca de 1,2% e em soluções com NaClO, as perdas foram mais acentuadas, 3,8%.

As hastes mantidas em solução contendo  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  e somente água tiveram aumento na massa fresca superior aos demais tratamentos, sugerindo que não ocorreu o bloqueio vascular por ação dos microrganismos, pois a absorção de água não foi afetada. Porém a diminuição do pH pelo uso de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  nas soluções de conservação pode ter favorecido a absorção pelas hastes. Em *Eustoma grandiflorum* o aumento da absorção de água e de massa fresca, além do aumento da vida de vaso pela presença de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  não se limita à diminuição do pH, podendo este ser utilizado como um conservante floral (LIAO et al., 2001). A solução de sulfato de alumínio (150 e 300  $\text{mg.L}^{-1}$ ) também aumentou a absorção de água, o peso fresco e o diâmetro do botão de rosas `Boeing` (SEYF et al., 2012).

Ao analisar a taxa de absorção das hastes do copo-de-leite, observou-se que esta variou com os estádios de colheita, com as soluções conservantes e com os dias após a colheita (Figura 5). A taxa de absorção pelas hastes colhidas em estágio fechado e 1/3 aberto (Figura 5A e 5B) foi maior nos primeiros dias após a colheita e depois diminuiu gradualmente com flutuações para manutenção dos níveis de hidratação dos tecidos. A menor taxa de absorção foi nos dias 7 e 8 após a colheita, que correspondem ao fim da vida de vaso das hastes. Também foi observado que o estágio 1/3 aberto apresentou maior absorção quando comparado ao estágio fechado.

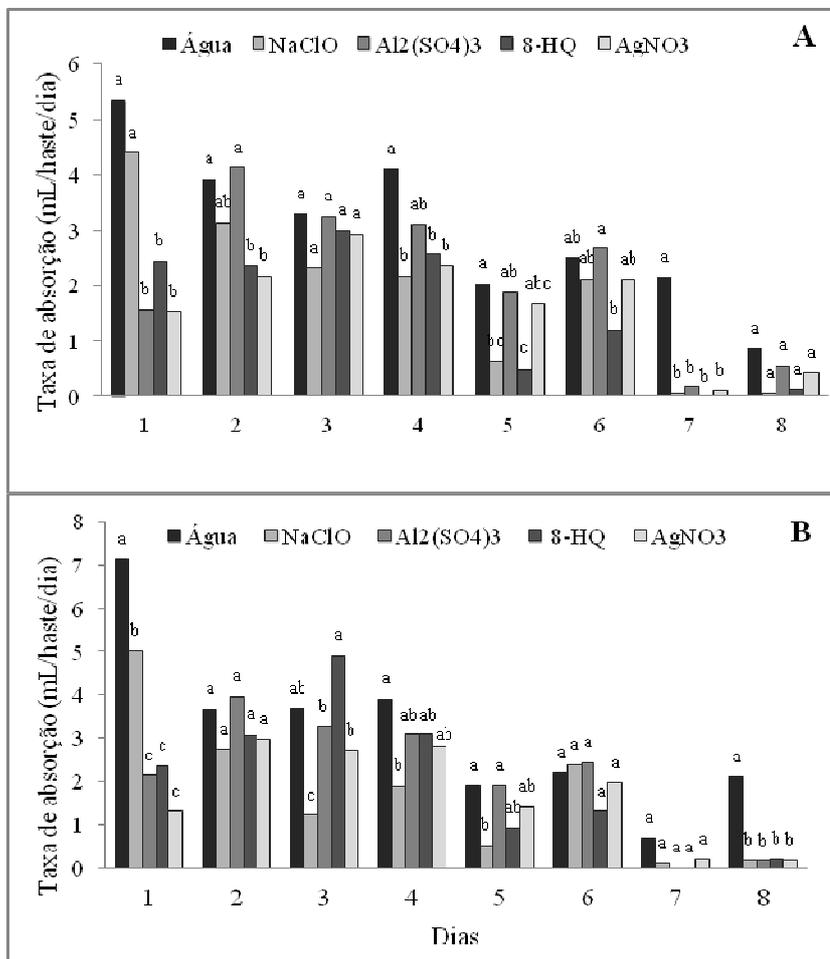


Figura 5 Taxa de absorção de hastes florais de copo-de-leite em função do estágio de colheita (fechado- A e 1/3 aberto-B), das soluções conservantes e dos dias após a colheita. Médias seguidas pela mesma letra nos dias não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em ambos os estádios de colheita, a maior absorção foi observada em hastes mantidas em água e solução conservante com sulfato de alumínio. O aumento da absorção com a adição de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  pode ser atribuído ao efeito germicida que reduz a proliferação microbiana, reduzindo a oclusão vascular.

Ainda, a redução do pH da solução influencia diretamente a taxa de absorção. (HUTCHINSON, 2013).

A solução contendo NaClO apresentou uma taxa de absorção elevada no primeiro dia, seguida de um declínio acentuado na absorção. Esses valores baixos de absorção podem estar associados ao rompimento dos tecidos na base da haste floral, impedindo que as hastes absorvessem a solução. Provavelmente, a concentração de hipoclorito de sódio foi elevada ou o período em que as inflorescências permaneceram na solução foi prolongado. A solução contendo 2% de hipoclorito de sódio proporciona menor durabilidade das inflorescências de copo-de-leite (ALMEIDA et al., 2007).

A taxa de transpiração, semelhantemente à taxa de absorção, variou com os estádios de colheita, com as soluções conservantes e com os dias após a colheita (Figura 6).

A taxa de transpiração, observada nos estádios fechado e 1/3 aberto, apresentou uma oscilação ao longo do tempo (Figura 6A e 6B). Estes resultados podem demonstrar uma relação direta entre a taxa de absorção (Figura 5) e a taxa de transpiração, pois as hastes florais mais hidratadas apresentaram maior perda de água.

De maneira geral, as hastes colhidas em estágio fechado, apresentaram menor taxa de transpiração em relação ao estágio 1/3 aberto, provavelmente devido à menor abertura da espata. E em ambos os estádios de colheita, a transpiração foi reduzida nas soluções com  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  e  $\text{AgNO}_3$ .

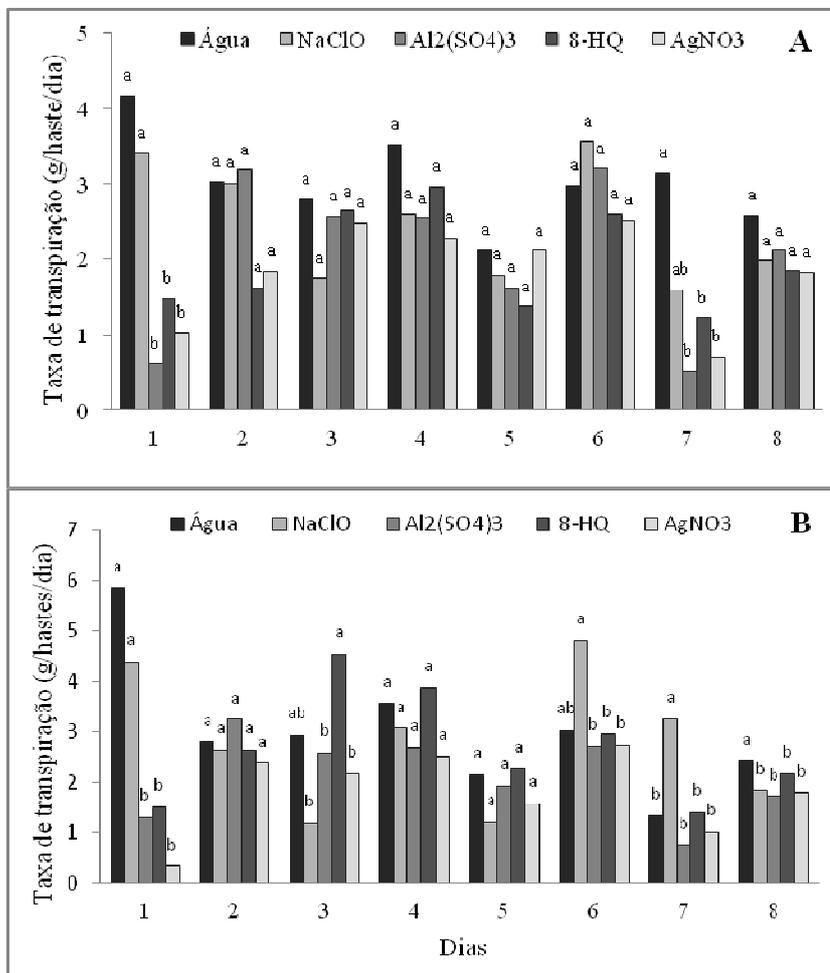


Figura 6 Taxa de transpiração de hastes florais de copo-de-leite em função do estágio de colheita (fechado- A e 1/3 aberto-B), das soluções conservantes e dos dias após a colheita. Médias seguidas pela mesma letra nos dias não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A turgescência das hastes florais é o resultado do equilíbrio entre a taxa de absorção e a taxa de transpiração e o ganho em peso de matéria fresca ocorre somente quando a taxa de absorção é superior a de transpiração (ELHINDI, 2012).

Inicialmente, todas as hastes mantiveram uma condição hídrica positiva, ou seja, a taxa de absorção era superior à de transpiração (Figura 7). No estágio de colheita fechado, o balanço hídrico para as hastes que permaneceram em soluções conservantes com NaClO, 8-HQ e AgNO<sub>3</sub> se tornou negativo a partir do 4º dia após a colheita. Já as hastes mantidas em água e Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, além de apresentarem maior balanço hídrico, permaneceram um dia a mais com balanço hídrico positivo (Figura 7A).

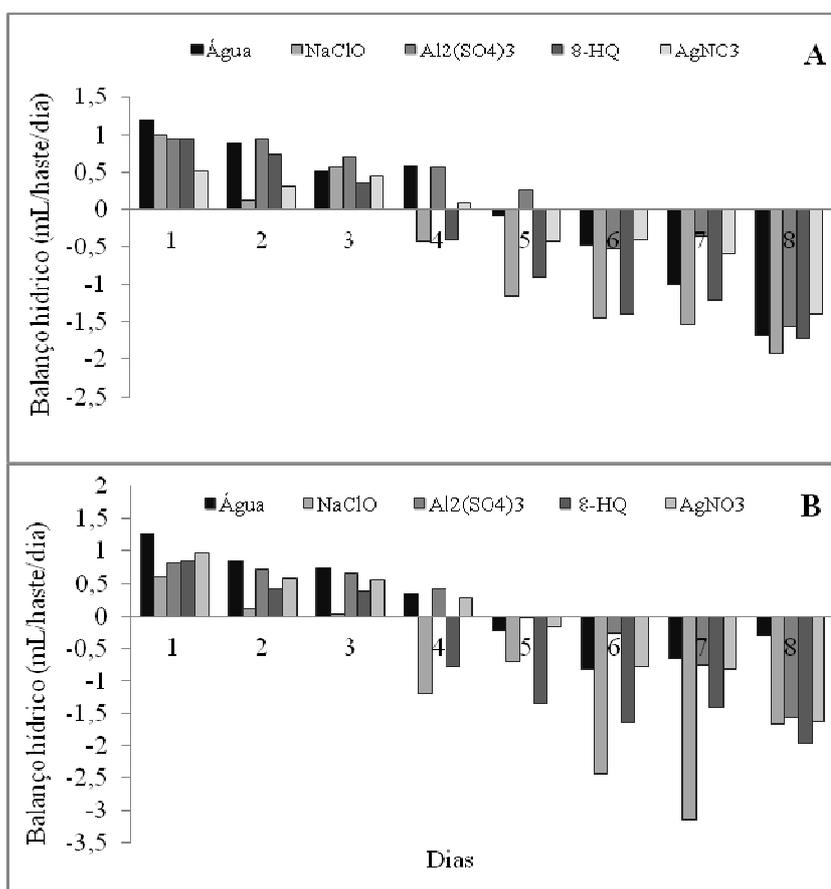


Figura 7 Balanço hídrico de hastes florais de copo-de-leite em função do estágio de colheita (fechado- A e 1/3 aberto-B), das soluções conservantes e dos dias após a colheita.

No estágio de colheita 1/3 aberto verificou-se que as hastes mantidas em NaClO e 8-HQ apresentaram balanço hídrico negativo a partir do 3º dia após a colheita. Ao contrário, hastes mantidas em água ou solução contendo  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  ou  $\text{AgNO}_3$  apresentaram balanço hídrico negativo apenas a partir do 5º dia, assim como ocorreu para o aumento de massa fresca (Figura 4).

#### **4 CONCLUSÕES**

A adição de compostos químicos na solução conservante foi eficiente na promoção da abertura da espata. Tanto para o estágio de colheita fechado quanto 1/3 aberto, a adição de 8-HQ aumentou a abertura floral.

As hastes florais colhidas no estágio fechado quanto no estágio 1/3 aberto apresentaram eficiência na absorção de água pelas hastes e hidratação das flores, e melhor manutenção do balanço hídrico quando armazenadas em água e em soluções conservantes com  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .

#### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à FAPEMIG, ao CNPq e a CAPES pelo financiamento do projeto e bolsas.

## REFERÊNCIAS

ALI, E.; HASSAN, F. Postharvest quality of *Strelitzia reginae* Ait. cut flowers in relation to 8-hydroxyquinoline sulphate and gibberellic acid treatments. **Scientia Agriculturae**, Prague, v. 1, n. 3, p. 97-102, 2014.

ALMEIDA, E. F. A. et al. Pós-colheita de copo-de-leite: efeito de diferentes conservantes comerciais e armazenamento a frio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 1189-1194, 2008.

ALMEIDA, E. F. A. et al. Senescência de inflorescências de copo-de-leite: influência de diferentes armazenamentos e procedimentos pós-colheita. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 15, p. 71-76, 2009.

ALMEIDA, E. F. A. et al. Soluções de condicionamento para conservação pós-colheita de inflorescências de copo-de-leite armazenadas em câmara fria. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 1442-1445, 2007.

DYCHDALA, G. R. Chlorine and chlorine compounds. In: BLOCK, S. S. (Ed.). **Disinfection, sterilization, and preservation**. 3rd ed. Philadelphia: Lea e Febiger, 1983. p. 157-182.

ELHINDI, M. K. Evaluation of several holding solutions for prolonging vase-life and keeping quality of cut sweet pea flowers (*Lathyrus odoratus* L.). **Saudi Journal of Biological Sciences**, Amsterdam, v. 19, n. 2, p. 195-202, 2012.

GONZAGA, A. R. et al. Longevidade pós-colheita de inflorescências de girassol afetada por nitrato de prata e sacarose. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 7, p. 73-77, 2001.

HE, S. et al. Stem end blockage in cut *Grevillea* 'Crimson Yullo' inflorescences. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 41, p. 78-84, 2006.

HUTCHINSON, M. J. Effects of chemical preservatives and water quality on postharvest keeping quality of cut *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* L.). **Botswana Journal of Agriculture and Applied Sciences**, Gaborone, v. 9, n. 1, p. 8-18, 2013.

ICHIMURA, K.; TAGUCHI, M.; NORIKOSHI, R. Extension of the vase life in cut roses by treatment with glucose, isothiazolinonic germicide, citric acid and aluminum sulphate solution. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Tokyo, v. 40, n. 3, p. 263-269, 2006.

- KETSA, S.; PIYASAENGTHONG, Y.; PRATHUANGWONG, S. Mode of action of AgNO<sub>3</sub> in maximizing vase life of *Dendrobium pampadour* flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 5, p. 109-117, 1995.
- LIAO, L. J. et al. Vase life of *Eustoma grandiflorum* as affected by aluminum sulfate. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, Taipei, v. 42, p. 35-38, 2001.
- LOGES, V. et al. Colheita, pós-colheita e embalagem de flores tropicais em Pernambuco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 699-702, 2005.
- NELL, T. A. Postharvest care and handling of flowering potted plants. In: HAMRICK, D. (Ed.). **Ball redbook: crop production**. Batavia: Ball, 2003. v. 2, p. 185-199.
- NOWAK, J.; RUDNICKI, R. M. **Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens and potted plants**. Portland: Timber, 1990. 210 p.
- PAIVA, P. D. O.; ALMEIDA, E. F. A. **Produção de flores de corte**. Lavras: UFLA, 2012. v. 1, 678 p.
- REDDY, B. S.; SINGH, K.; SINGH, A. Effect of sucrose, citric acid and 8-hydroxyquinoline sulphate on the postharvest physiology of tuberose cv. Single. **Advances in Agricultural Research in India**, Nova Deli, v. 3, n. 10, p. 161-167, 1995.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2006.
- REID, M. S. Postharvest handling systems: ornamental crops. In: KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 1992. p. 201-209.
- SANTOS, M. H. L. C.; SANTOS, E. E. F.; LIMA, G. P. P. Soluções conservantes em pós-colheita de Sorvetão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2354-2357, 2008.
- SEYF, M. et al. Study on the effect of aluminum sulfate treatment on postharvest life of the cut rose 'Boeing' (*Rosa hybrida* cv. Boeing). **Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology**, Timișoara, v. 16, n. 3, p. 128-132, 2012.

VAN DOORN, W. G.; WITTE, Y. D.; HARKEMA, H. Effect of high number of exogenous bacteria on the water relations and longevity of cut carnations flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, n. 6, p. 111-119, 1995.

VAN DOORN, W. G.; DE WITTE, Y. Effect of dry storage on bacterial counts in stems of cut rose flowers. **Hort Science**, Virginia, v. 12, n. 26, p. 1521-1522, 1991.

VAN DOORN, W. G.; REID, M. S. Role of ethylene in flower of *Gypsophila paniculata* L. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 1, p. 265-272, 1992.

VAN DOORN, W. G. Water relations of cut flowers. **Horticultural Reviews**, New York, v. 18, p. 1-85, 1996.

VAN DOORN, W. G.; VASLIER, N. Wounding-induced xylem occlusion in stems of cut chrysanthemum flowers: roles of peroxidase and catechol oxidase. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 26, p. 275-284, 2002.