

Fisiologia pós-colheita de flores de corte

GLÁUCIA M. DIAS-TAGLIACCOZZO¹; FERNANDO L. FINGER² e JOSÉ GERALDO BARBOSA²

RESUMO

A longevidade das flores de corte está associada a fatores fisiológicos inerentes da espécie e a fatores do ambiente, como a temperatura, umidade, ação do etileno e a qualidade da água do vaso. O desequilíbrio entre a absorção de água pela haste e transpiração, causado pela obstrução física dos vasos xilemáticos, reduz a disponibilidade de água, ocorrendo murcha das pétalas e estímulo da produção de etileno. As flores têm diferentes graus de sensibilidade e produção de etileno, flores climatéricas apresentam elevada produção durante a senescência e aumento da sensibilidade ao etileno. Em algumas flores, geralmente aquelas com baixa produção e sensibilidade ao etileno, o fornecimento de carboidratos e a interação com ácido giberélico e citonininas exercem grande controle sobre a longevidade. O tratamento de “pulsing” com sacarose melhora a absorção de água pela haste cortada, estimula a abertura de flores ainda na forma de botão e fornece açúcares para a manutenção da respiração vital das flores. A utilização dos inibidores da ação do etileno 1-MCP e STS tem-se mostrado eficiente em inibir a produção autocatalítica de etileno e prolongar a vida de vaso de flores climatéricas e, em alguns casos, prolonga a longevidade de flores com baixa ou mesmo insensíveis ao etileno. A redução de temperatura prolonga o período de armazenamento e a vida de prateleira, porém em flores de origem tropical e subtropical, que são sensíveis à injúria por frio, manifestam danos em temperaturas de armazenamento inferiores a 10 a 13°C, dependendo da espécie.

Palavras-chave: Relações hídricas, 1-MCP, STS, sacarose.

ABSTRACT

Postharvest physiology of cut flowers. The longevity of the cut flowers are related to physiological characteristics from the species or to environmental factors, temperature, relative humidity action of ethylene and quality of the water in the vase. The disequilibrium between the water uptake and transpiration caused by xylem obstruction diminishes the availability of water, causing wilting and increasing the ethylene production. The flowers have different degrees of sensitivity to ethylene, in climacteric tropical flowers, a high production of ethylene and increase of sensitivity to ethylene during the senescence. In some flowers, generally with low production and sensitivity to ethylene, the supply of carbohydrates and the interaction with gibberellins and cytokinins have important influence on the longevity. Pulsing treatment with sucrose may improve the longevity of flowers, by favoring the bud opening and improving the vase life due to higher water uptake and by providing carbohydrates for the respiration. In flowers sensitive to ethylene, the deleterious effects of the ethylene can be blocked by the inhibitors 1-MCP or STS, shutdown the autocatalytic ethylene production and extending the vase life, as observed in climacteric flowers, but also may improve the vase life of flowers with low or insensitive to ethylene. The effect of cytokinins and gibberellins may improve the vase life of some flowers, but the interaction of them with ethylene inhibitors, remain be evaluated in tropical flowers.

Keywords: Water relations, 1-MCP, STS, sucrose.

1. INTRODUÇÃO

A comercialização de flores cortadas, bulbos, mudas e folhagens representa uma importante atividade do setor agrícola mundial. No mercado internacional, a floricultura ornamental movimentada cerca de 10 bilhões de dólares por ano e esse cenário é muito favorável para as exportações. O Brasil exportou aproximadamente 24 milhões de dólares no ano de 2004, com perspectiva de crescimento de 20% em 2005 (KIYUNA et al., 2005).

Flores são órgãos de natureza essencialmente efêmera, o que resulta em curta longevidade tanto para as

flores que permanecem ligadas à planta mãe durante a comercialização como para as de corte. A longevidade das flores em vaso é afetada por diversos fatores endógenos e exógenos de pré e pós-colheita. Assim, as condições de cultivo, período adequado de colheita e tratamentos pós-colheita determinam em grande parte a extensão de sua vida útil em vaso.

O objetivo desta revisão é de discutir os fatores fisiológicos e os tratamentos pós-colheita que afetam a qualidade, conservação e a longevidade das flores e plantas ornamentais durante o transporte, armazenamento, comercialização e utilização final do produto.

¹Pesquisador Científico, Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica dos Agronegócios de Horticultura, Instituto Agrônomo de Campinas. Caixa Postal 28, 13001-970 – Campinas (SP). E-mail gláucia@iac.sp.gov.br

²Professor, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), 36570-000 – Viçosa (MG)
E-mail ffinger@ufv.br e jbarbosa@ufv.br

2. SOLUÇÕES QUÍMICAS PARA A MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DE FLORES

O uso de soluções conservantes para manter a qualidade e prolongar a vida das flores cortadas evoluiu acentuadamente nos últimos anos. Soluções de “pulsing” de condicionamento referem-se a diferentes tratamentos pós-colheita de saturação dos tecidos, nos quais são aplicadas soluções de açúcares, ácidos orgânicos, inibidores da síntese ou ação do etileno e/ou bactericidas, imediatamente após a colheita ou após o armazenamento frigorificado de flores ou folhagens de corte. O tratamento de condicionamento é de curta duração atingindo o máximo de 48 horas. Essas mesmas substâncias também são aplicadas na solução de vaso, porém devem ser utilizadas em baixas concentrações, comparadas a de condicionamento. A utilização de preservativos florais em solução de vaso é problemática, uma vez que muitas substâncias são altamente tóxicas, como o íon Ag^+ ou substâncias que são utilizadas como substratos para o crescimento de microrganismos, a exemplo da sacarose e glicose. O manuseio de substâncias tóxicas exige cuidados adicionais de segurança ambiental por parte de produtores, comerciantes e consumidores. Além disso, para as diferentes espécies florais, formulações específicas devem ser desenvolvidas com a finalidade de se manter ao máximo a qualidade das flores após a colheita ou produção.

3. RELAÇÕES HÍDRICAS

A turgescência nas plantas intactas e flores colhidas é dependente de um balanço entre a utilização ou perda e o fornecimento de água. A murcha e falha na abertu-

ra total são as principais razões para o término da vida útil de flores colhidas.

O balanço hídrico envolve processos fisiológicos de absorção, transporte, perda de água e capacidade dos tecidos de retê-la, portanto todos esses processos estão interrelacionados. Segundo VAN DOORN (1999), muitas plantas possuem características que as favorecem no mercado, por exemplo, *Anthurium* e *Cymbidium* apresentam baixas taxas de transpiração, possivelmente pelos poucos estômatos. No entanto, *Phalaenopsis* e *Heliconia psittacorum* apresentam dificuldades de manutenção de turgescência, principalmente pela liberação de mucilagem no local da superfície do corte que reduz a absorção de água pela haste.

Em muitas flores de corte, o murchamento e a senescência das pétalas estão associados à deficiência na absorção de água pelas hastes. Nessas flores, há obstrução física dos vasos xilemáticos por microrganismos, pela deposição de pectina e fenóis ou por embolismo, reduzindo desta forma a condutância hidráulica na haste (DE PASCALE & VIGGIANI, 1998; WILLIAMSON & MILBURN, 1995; LINEBERGER & STEPONKUS, 1976).

Observa-se pela figura 1 que o corte periódico da base das hastes de ave-do-paraíso, a cada dois dias, melhorou significativamente a absorção de água pelas flores, evidenciada pelo melhor equilíbrio no teor relativo de água das sépalas ao longo da pós-colheita. Nesse mesmo experimento observou-se também que o corte periódico da base das hastes prolongou a longevidade das flores e elevou o número de floretes abertos em 1,5 e 1,7 vez, respectivamente, em relação ao tratamento controle (CAMPANHA et al., 1997).

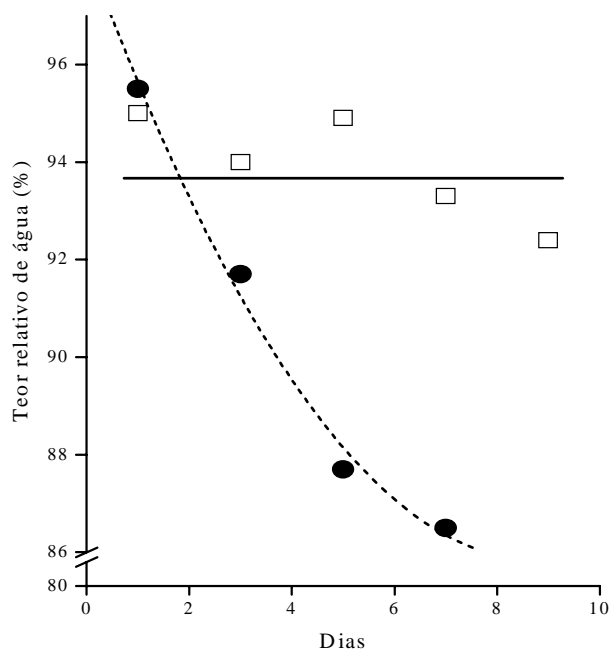


Figura 1. Mudanças no teor relativo de água em sépalas de ave-do-paraíso, nas hastes cortadas a cada dois dias (●) e no controle (□) em vaso a 25°C e 60% de umidade relativa. Adaptado de CAMPANHA et al. (1997).

A qualidade da água é muito importante, pois ela é o principal componente das soluções preservativas e sua composição influencia diretamente a longevidade de flores de corte. Água com pH alcalino diminui a mobilidade desta no caule e, conseqüentemente, soluções que utilizam este tipo de água tem a longevidade reduzida em comparação à utilização de soluções ácidas (HARDENBURG et al. 1990).

SUN et al. (2001) observaram que o tratamento de flores cortadas de *Eucalyptus ficifolia* mantidas continuamente em solução de vaso contendo 2% de sacarose, 200 mg L⁻¹ de citrato de hidroxiquinolina (HQC) e pH da água ajustado para 4, pela adição de ácido cítrico,

foi eficiente para manter a absorção de água e massa fresca das flores pelo período de cinco dias após a colheita. Nesse mesmo trabalho, observou-se que a utilização de pH 4 na solução de vaso foi o que promoveu maior elevação da massa fresca das flores, ou seja, maior absorção pós-colheita de água pelas hastes.

DIAS-TAGLIACOZZO et al. (2003b), estudando plantas de lírio, verificaram que a porcentagem de perda de massa fresca dos tecidos ao longo do tempo é inversamente proporcional à concentração de sacarose. Também observaram que a concentração de 4% de sacarose manteve a turgescência dos tecidos de hastes florais de lírio por 10 dias (Figura 2).

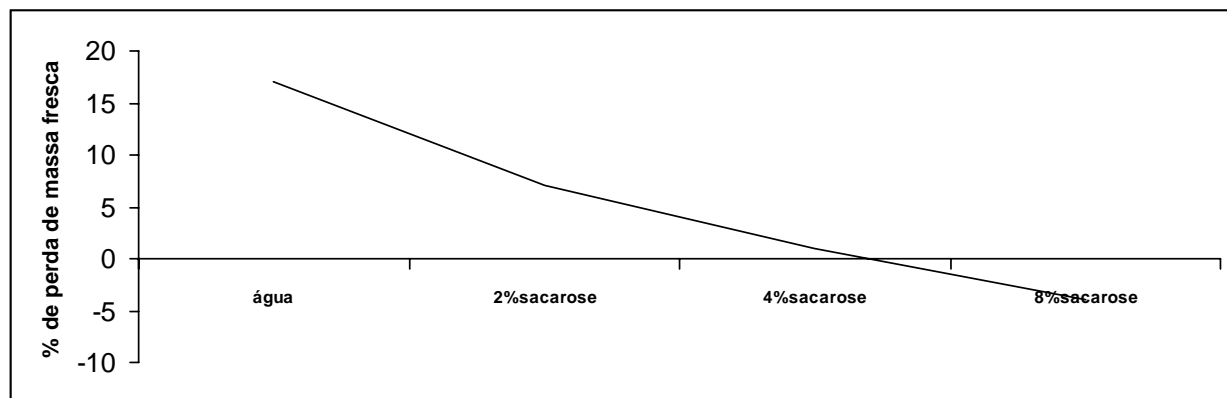


Figura 2. Perda de massa fresca de hastes florais de lírio após 10 dias do tratamento com soluções contendo 2, 4 e 8 % de sacarose por 24 horas. Fonte: DIAS-TAGLIACOZZO et al. (2003b).

4. CARBOIDRATOS

Diversas flores de corte têm a vida de vaso aumentada quando açúcares são supridos às hastes, aplicados tanto na forma de “pulsing” ou continuamente como componente das soluções de vaso. Geralmente, os açúcares são fornecidos na forma de sacarose ou glicose, cujas concentrações variam em função da espécie, do modo e tempo de aplicação.

Para a maioria das flores cortadas, o nível de açúcares nas pétalas é relativamente elevado por ocasião do murchamento e senescência das flores, logo não há aparente escassez de carboidratos por parte dos órgãos florais para manter a respiração vital das pétalas. Porém, a aplicação exógena de açúcar, após a colheita, eleva a longevidade de muitas dessas flores, contradizendo dessa forma a afirmativa de que os carboidratos estão presentes em quantidade suficientes. Por outro lado, deve-se levar em consideração que, embora aparentemente haja elevado conteúdo de carboidratos nas pétalas, por ocasião do murchamento, esses açúcares podem estar compartimentalizados na célula e, portanto, não disponíveis às mitocôndrias (VAN DOOR, 2001).

De um modo geral, a concentração ótima de açúcar varia com o tratamento a ser utilizado e com a espécie a ser conservada, muito embora a concentração seja função do período de exposição à solução; concentrações excessivas podem danificar a folhagem e as pétalas. Altas concentrações normalmente são utilizadas em soluções de condicionamento, as intermediárias, em tratamentos

para induzir a abertura floral, e as baixas, em soluções de manutenção (DIAS-TAGLIACOZZO & CASTRO, 2002). Hastes florais de Angélica e Agapanto apresentam maior longevidade quando submetidas, durante 24 horas, a soluções de condicionamento contendo 8% de sacarose (DIAS-TAGLIACOZZO & CASTRO; 1999a & DIAS-TAGLIACOZZO et al. 1999b); em Alstroemeria, Áster, Falenopse e Antúrio o melhor tratamento foi obtido quando se utilizou, por 24 horas, solução de condicionamento contendo 2% de sacarose (DIAS-TAGLIACOZZO & CASTRO, 1999c; DIAS-TAGLIACOZZO & CASTRO, 2001a; DIAS-TAGLIACOZZO & CASTRO 2001b; DIAS-TAGLIACOZZO & CASTRO 2001c). Existem plantas de corte que não necessitam de nenhum tratamento pós-colheita como foi observado para o gengibre ornamental (DIAS-TAGLIACOZZO et al. 2001). Em flores de zínia, o condicionamento com 10% de sacarose não teve efeito nem estimulou a senescência, quando o tratamento foi de 18 ou 24 horas (CARNEIRO et al., 2002). Em flores de ave-do-paraíso, o “pulsing” com sacarose nas concentrações entre 10 e 40%, aplicado por 24 horas, elevou a longevidade e o número de floretes abertos (Figura 3). O pré-tratamento, com 40% de sacarose, elevou a longevidade das flores em 55% e aumentou em 1,7 vez o número final de floretes abertos, quando comparado às flores não tratadas com sacarose.

CASTRO et al. (1987) estudando pós-colheita de cravos utilizaram soluções de manutenção contendo sacarose nas concentrações de 2, 4, 8 e 16% e também verificaram que a longevidade é diretamente proporcional

à concentração de sacarose da solução, ou seja, quanto maior a concentração maior a longevidade.

Rosas cortadas têm a murcha das pétalas retardada quando as hastes são submetidas a pré-tratamentos com sacarose, provavelmente por elevar o nível de solutos osmoticamente ativos nas pétalas, melhorando dessa forma o balanço hídrico das hastes florais (VAN DOORN, 2001). CHO et al. (2001) observaram que 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 porcentagem de hastes com pescoço curvado, melhorou a coloração das pétalas e prolongou a longevidade final das flores. Os autores observaram que houve elevação do conteúdo de glicose na corola das flores com o fornecimento de carboidratos, e que o nível de açúcares solúveis provavelmente propiciou potencial osmótico favorável à expansão das células que formam as pétalas, estimulando a abertura dos botões florais.

Para muitas flores e plantas ornamentais cortadas, a

adição de carboidratos na forma de “pulsing” ou em solução de vaso não traz os benefícios esperados ou pode ainda reduzir a longevidade das flores de corte em vaso. Hastes de rosas contendo folhas, e tratadas continuamente com sacarose a 1,0% ou 2,0%, incorporada na solução de vaso, induzem o crestamento e formação de regiões necróticas nas folhas após 24 horas de exposição ao açúcar (MARKHART & HARPER, 1995). Análises dos tecidos por microscopia eletrônica mostraram que os tratamentos com sacarose induziram plasmólise, desorganização do citoplasma e das diferentes organelas das células, nas folhas crestadas.

5. ETILENO

O etileno, hidrocarboneto gasoso, tem efeitos marcantes sobre a indução da senescência, abscisão e murchamento das flores, em especial sobre flores que possuem alguma sensibilidade à ação do hormônio. As flores podem ser agrupadas em muito sensíveis, pouco sensíveis ou insensíveis ao etileno (Tabela 1)

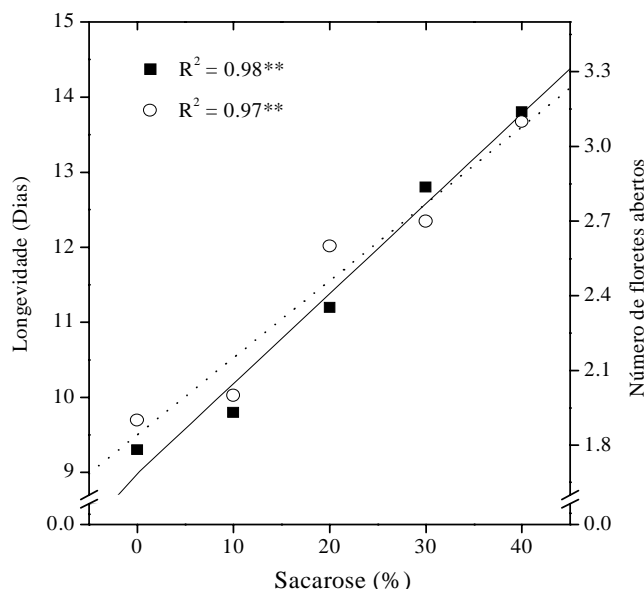


Figura 3. Efeito do “pulsing” com sacarose (0, 10, 20, 30 e 40%) por 24 horas sobre a longevidade (□) e número de floretes abertos (○) em flores de ave-do-paraíso. Equações de regressão, longevidade: $Y = 8,90 + 0,12X$; número de floretes abertos: $Y = 1,84X + 0,031X$ (**Significante $P \leq 0,01$) (Adaptado de FINGER et al., 1999).

Em flores muito sensíveis ao etileno, exposição a concentrações relativamente baixas do hormônio, geralmente entre 0,1-1,0 ml L⁻¹, pelo período de 6 a 12 horas, são suficientes para encurtar a vida de vaso das flores. Em orquídeas cortadas pertencentes ao gênero *Phalaenopsis*, a exposição das flores por 12 horas a concentrações de 0,1 ml L⁻¹ de etileno foi suficiente para reduzir em 4,7% a longevidade, e doses acima de 0,5 ml L⁻¹ em 27,9%, quando comparado à longevidade das flores não expostas ao etileno (PORAT et al., 1994). Tratamento de flores cortadas de *Petunia hybrida* com 1,0 ml L⁻¹ de etileno por 24 a 48 horas reduziu a longevidade em cerca de 50%, quando comparada a das flores mantidas em atmosfera com ar normal sem a presença do hormônio (KNEE, 1995).

Flores sensíveis ao etileno como cravos, petúnias e orquídeas têm produção climatérica de etileno durante a senescência e murchamento das pétalas (PORAT et al., 1995; BOROCHOV et al., 1997; VERLINDEN & WOODSON, 1998). O etileno é sintetizado a partir do aminoácido metionina, tendo como intermediários S-adenosilmetionina (SAM) e 1-ácido carboxílico-1-aminociclopropano (ACC) (Figura 4). Duas enzimas são consideradas chaves na rota biossintética do etileno, a sintase do ACC e a oxidase do ACC. Em flores que apresentam produção climatérica de etileno, o conteúdo e atividade da sintase do ACC e da oxidase do ACC são aumentadas durante a senescência das pétalas, promovendo acentuada síntese de etileno, o chamado etileno autocatalítico (VAN ALTVORST & BOVY, 1995).

Tabela 1. Sensibilidade de algumas espécies de flores ao etileno

Muito sensível	Pouco sensível	Insensível
<i>Alstroemeria</i> ^a	<i>Anthurium</i> ^a	Ave-do-paráiso ^b
<i>Consolida ajacis (Dephinium)</i> ^a	<i>Asparagus</i> ^a	Rosas ^h
<i>Íris</i> ^a	Gérbera ^a	<i>Gladiolus</i> ^e
<i>Gypsophila paniculata</i> ^d	Tulipa ^a	<i>Sandersonia aurantiaca</i> ^g
<i>Narcissus</i> ^a		
Orquídeas ^a		
Petúnia ^a		
Cravo ^a		
Boca-de-leão ^a		
Lírio ^a		
<i>Lathyrus odoratus</i> ⁱ		
<i>Portulaca</i> ^c		
Kalanchoe ^f		

Fonte: ^aEASON & DE VRÉ (1995); ^bFINGER et al. (1999); ^cICHIMURA & SUTO (1998); ^dNEWMAN et al. (1998); ^eNOWAK & RUDNICKI (1990); ^fSEREK et al. (1994); ^gSEREK & REID (2000); ^hWOLTERING & VAN DOORN (1988); ⁱVAN DOORN, 2002.

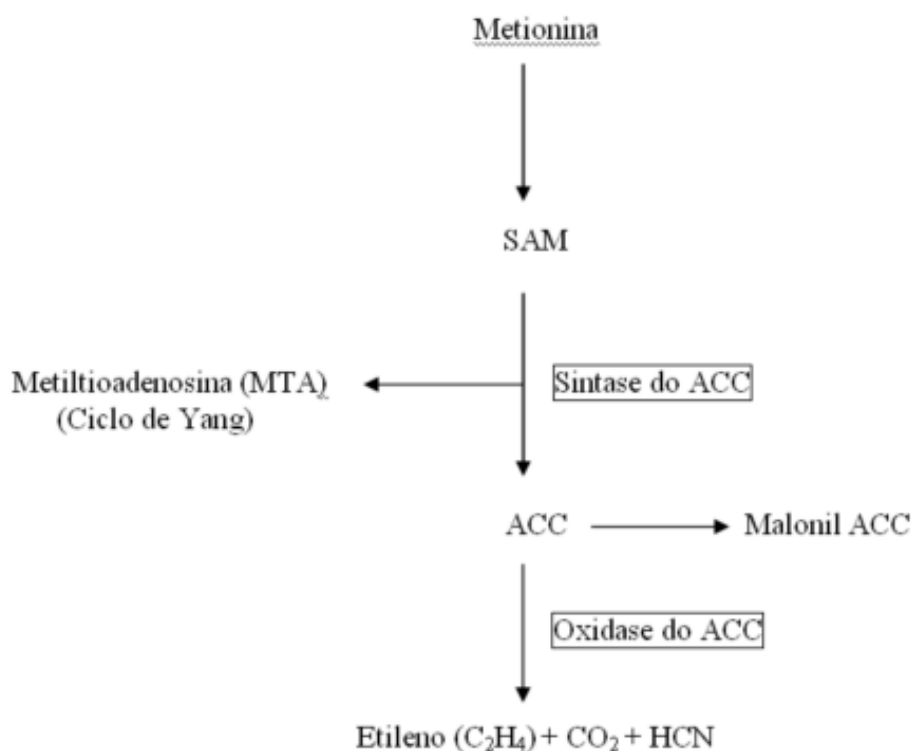


Figura 4. Biossíntese do etileno em plantas. Legenda: S-adenosilmetionina (SAM) e 1-ácido carboxílico-1-aminociclopropano (ACC). Fonte: Adaptado de ABALES et al. (1992).

A produção de etileno climatérico pelas flores pode ser inibida pelo uso de substâncias inibidoras tanto da síntese quanto da ação do etileno, resultando em elevação da longevidade pós-colheita. A enzima sintase do ACC é dependente de piridoxal fosfato como cofator, sendo, portanto inibida por ácido aminooxiacético (AOA), aminoetoxivinilglicina (AVG) ou rizobiotoxinas análogas (VAN ALTVORST & BOVY, 1995). Mesmo em rosas, consideradas flores insensíveis ao etileno, a aplicação contínua de 0,5 a 2,0 mM de AOA misturado com 5% de sacarose foi eficiente para duplicar a vida de vaso das flores (KETSA & NARKBUA, 2001). Por outro lado, o tratamento de *Ranunculus asiaticus* em solução de

“pulsing” por 24 horas com 200 mg L⁻¹ de AOA não afetou a longevidade das flores (KENZA et al., 2000).

O preservativo floral 1,1-dimetil-4-(fenilsulfonil) semicarbazida (DPSS), aplicado na solução de vaso ou em “pulsing”, promove extensão da longevidade em flores cortadas de cravo. MIDOH et al. (1996) observaram que o DPSS inibiu a síntese de etileno climatérico em flores de cravo, provavelmente pela redução da atividade da enzima oxidase do ACC. Porém, em um estudo mais recente, verificou-se que o DPSS não inibe a atividade *in vitro* da sintase do ACC ou da oxidase do ACC, e que a inibição da produção de etileno observada em cravo deve-se a um modo de ação do DPSS ainda desconhecido (SATO et al., 1997).

Os resultados mais promissores para o aumento da longevidade de flores cortadas, com elevada sensibilidade ao etileno, têm sido obtidos pela utilização de substâncias inibidoras da ação do etileno. O tiosulfato de prata (STS) tem sido largamente usado como preservativo floral, tanto na forma de “pulsing” ou como integrante da solução de vaso. O íon Ag^+ bloqueia os efeitos danosos do etileno, reduzindo a abscisão, senescência e murchamento das flores. O STS é obtido da mistura de $AgNO_3$ com $Na_2S_2O_3$, na proporção molar de 1:4-8 (ABELEŠ et al., 1992; MIDOH et al., 1996). O STS é utilizado comercialmente como tratamento obrigatório de pré-transporte para diversas flores de corte como cravos (MOR et al., 1981), lírios (NOWAK E RUDNOCKI, 1990) e *Gypsophila paniculata* (NEWMAN et al., 1998), aplicado isoladamente ou em combinação com outras substâncias, como sacarose ou ácidos orgânicos. FINGER et al. (2001) observaram que o tratamento de flores de *Consolida ajacis*, em solução de “pulsing”, com 1,0 mM de STS aplicado isoladamente por 30 minutos, seguido ou não de tratamento com 5% de sacarose por seis horas, elevou a longevidade das flores em 22 vezes quando comparado às flores não tratadas.

Além do STS, outras substâncias com habilidade de bloquear a ação do etileno estão sendo utilizadas na preservação de flores. Os inibidores da ação do etileno, 1-metilciclopropeno (1-MCP) e norbordiene (NBD), estendem a vida de vaso de diversas flores de corte como *Phlox paniculata* (PORAT et al., 1995), orquídeas *Cymbidium* (HEYES & JOHNSTON, 1998), *Petunia hybrida* (SEREK et al., 1995) e *Portulaca* (ICHIMURA & SUTO, 1998). Essas substâncias são candidatas a substituir o STS no tratamento de flores de corte por serem menos tóxicas às plantas e ao ambiente, porém como somente são efetivas na forma gasosa, há necessidade de se implementar câmaras de acondicionamento especiais para o uso adequado.

PORAT et al. (1995) avaliaram a influência da polinização sobre o aumento da sensibilidade ao etileno e a influência do 1-MCP e do STS sobre murchamento das pétalas de orquídeas *Phalaenopsis*. As flores tiveram a sensibilidade ao etileno aumentada após quatro horas da polinização e indução da produção autocatalítica de etileno entre nove e dez horas após a polinização (Figura 3). O aumento da produção de etileno, em *Phalaenopsis*, é disparado pela maior sensibilidade das pétalas ao próprio etileno, estimulado pela polinização da flor. O pré-tratamento das flores com 250 $nl L^{-1}$ de 1-MCP por seis horas ou pela manutenção destas em solução de vaso contendo 0,5 mM de STS inibiu a produção autocatalítica de etileno das flores polinizadas (Figura 5), bloqueando efetivamente a ação do hormônio. Em flores de cravo, a elevação da produção de etileno foi responsável pela indução transitória da síntese de mRNAs da sintase do ACC e oxidase do ACC (JONES & WOODSON, 1997). A ausência de polinização, o pré-tratamento com 1-MCP ou a manutenção das flores em vaso com 0,5 mM de STS elevou o número de dias necessários para o murchamento de 50% das pétalas (Tabela 2). Nos tratamentos testados, o 1-MCP foi mais eficiente que o STS em prolongar a longevidade das flores de *Phalaenopsis*, embora tanto o 1-MCP como o STS tenham sido igualmente efetivos em

inibir a produção climatérica de etileno (Figura 5).

6. OUTROS FITORMÔNIOS ENVOLVIDOS NA SENESCÊNCIA FLORAL

A maioria dos produtos utilizados para prolongar a vida das flores possui fitormônios. O mais utilizado e estudado é o ácido giberélico este, além de ter importante papel no controle do crescimento e desenvolvimento de plantas, contribui para retardar o amarelecimento das folhas de hastes florais cortadas (JORDI, 1995; SONG et al., 1996). Estudos realizados com *Alstroemeria* revelaram que aplicações de giberelina efetivamente retardam a senescência foliar (KAPPPERS et al., 1997). Trabalhos recentes corroboram com esta hipótese, nestes a adição de 50 ppm de GA à solução de “pulsing” retardou a senescência foliar em lírio e áster (DIAS-TAGLIACCOZZO et al., 2003b; DIAS-TAGLIACCOZZO & CASTRO, 2001a).

Outro fitormônio com crescente utilização é a citocinina. As aplicações de citocinina não inibem totalmente o processo de senescência, mas consegue retardá-lo por meio da inibição da expressão de determinados genes envolvidos no referido processo (TAIZ, 2002). PAULL & CHANTRACHIT (2001) verificaram que o efeito da citocinina em hastes florais apresenta variações de resposta e esta é dependente da espécie, da época do ano em que ocorre a colheita e do cultivar em estudo. DIAS-TAGLIACCOZZO et al. (2003a) estudando flores de alpínia também verificaram o efeito desse fitormônio, pulverização de 200ppm de citocininas prolongou a vida de vaso dessa flor, e o uso de citocinina associado à sacarose teve efeito sinérgico, aumentando a longevidade das hastes florais quando comparado com o tratamento que utilizou somente citocinina.

Segundo Castro (1984), em 1973, os pesquisadores FRENKEL & DICK sugeriram que as auxinas poderiam atuar como fator de resistência à senescência de flores cortadas. Sabe-se que o nível de auxina é baixo em folhas em processo de senescência e que o uso de auxina previne a abscisão foliar (TAIZ, 2002). No entanto, o envolvimento das auxinas no controle da senescência floral não está totalmente esclarecido.

O ácido abscísico (ABA) tem um papel importante na regulação das relações hídricas da planta, pois este tem efeito direto no processo de abertura estomática. Plantas de crisântemo envasadas tratadas com ABA reduzem drasticamente a abertura estomática e, conseqüentemente, a perda de água e têm sua longevidade aumentada quando comparadas com plantas tratadas somente com água; similar resultado do efeito do ABA na abertura estomática foi obtido com rosas cortadas, no entanto nesse caso o ABA acelerou a senescência da flor (SEREK & REID, 1997).

7. ESTÁDIO DE DESENVOLVIMENTO E ÉPOCA DE COLHEITA

O estágio de desenvolvimento comercial de flores de corte varia entre as diferentes espécies, sendo influenciado por condições ambientais, estação do ano, distância do mercado e preferência específica do consumidor. Geral-

mente, as flores são cortadas antes do seu pleno desenvolvimento, quando a total abertura e a manutenção da qualidade estão asseguradas (DIAS-TAGLIACOZZO & CASTRO, 2002)

CASTRO (1988) descreve que existem plantas cujo ponto de colheita ideal é aquele em que os botões começam a abrir (rosas e gladiolos); porém, em outras flores devem estar totalmente abertos ou próximos da abertura total (crisântemo e cravos). A maturidade, portanto, é definida como o estágio em que o produto floral pode ser colhido, continuando, se necessário, o seu desenvolvimento até que o máximo de qualidade seja atingido. Inflorescências de *Heliconia aurorea*, por exemplo, podem ser colhidas antes que o máximo do desenvolvimento

floral seja atingido, nesse caso a abertura floral deve ser induzida com soluções contendo 20 % de sacarose e 200 ppm de ácido cítrico (CASTRO, 1993).

DIAS-TAGLIACOZZO et al. (2003c.), estudando pós-colheita de hastes florais de agapanto, colhidas em três estádios de desenvolvimento, verificaram que hastes contendo dois ou três botões abertos (estádio 3) apresentam maior número de botões abertos e longevidade superior quando comparadas ao das hastes colhidas com botões totalmente fechados (Figura 6). Entretanto, hastes florais de *Strelitzia reginae* apresentam maior longevidade quando são colhidas com os botões totalmente fechados, em comparação com as colhidas com o primeiro florete começando a abrir (DIAS-TAGLIACOZZO et al. 2003d.)

Tabela 2. Influência de inibidores da ação do etileno sobre a longevidade de flores polinizadas e não-polinizadas de orquídeas *Phalaenopsis*. Flores pré-tratadas com 250 nl L⁻¹ de 1-metilciclopropeno (1-MCP) ou mantidas continuamente em 0,5 mM de tiosulfato de prata (STS). Médias de três experimentos ± erro padrão da média.

Tratamento	Tempo para murchamento de 50% das pétalas (dias)
Não-polinizadas	13,0±1,3
+ 1-MCP	15,9±0,9
+ STS	9,5±0,4
Polinizadas	2,0±0,0
+ 1-MCP	13,7±0,8
+ STS	8,9±1,5

Fonte: Porat et al. (1995).

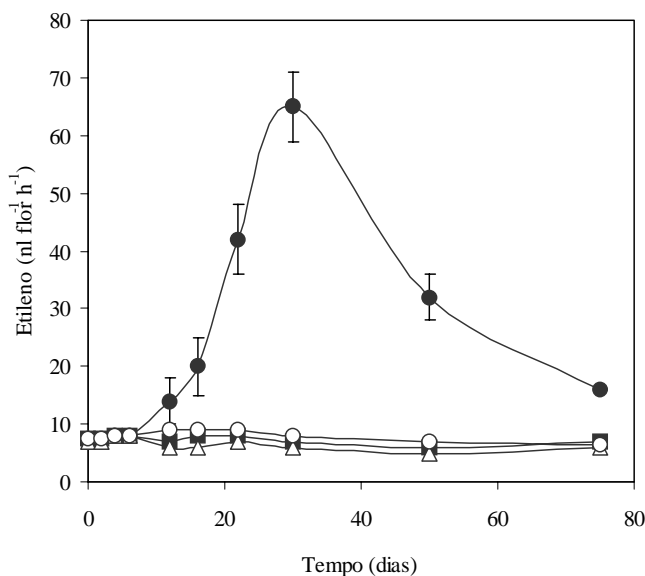


Figura 5. Efeito dos inibidores da ação do etileno STS e 1-MCP sobre a produção de etileno após a polinização de flores de *Phalaenopsis*. Flores não-polinizadas (●), polinizadas (?), flores pré-tratadas com 250 nl L⁻¹ de 1-MCP por 6 horas e polinizadas (□) ou polinizadas e mantidas em vaso com 0,5 mM de STS (○). Valores médios de 4 repetições ± erro padrão da média. Adaptado de PORAT et al. (1995).

É importante salientar que cada cultivar possui características próprias que devem ser analisadas e consideradas separadamente para se obter produtos com alta qualidade e longevidade na pós-colheita.

8. TEMPERATURA

A temperatura está entre os principais fatores que influenciam a qualidade pós-colheita de flores de corte. A

refrigeração é o método mais econômico para o armazenamento por longo período, e os demais métodos, tornam-se mais eficientes quando suplementados com tratamentos de baixas temperaturas (CASTRO, 1984). O armazenamento refrigerado proporciona aumento da longevidade pós-colheita, pois reduz a degradação de certas enzimas, taxa de respiração, produção de etileno e a perda de água, além de inibir o crescimento de microrganismos como fungos e bactérias (NOVAK & RUDNIOCKI, 1990)

O metabolismo das plantas, que está diretamente correlacionado com as taxas de senescência, cresce logaritmicamente com o aumento da temperatura; generalizando, os processos metabólicos, como a respiração, aumentam duas vezes para cada elevação de temperatura de 10°C (REID, 1991). Portanto, o recomendável é o armazenamento na menor temperatura possível. Plantas de clima temperado podem ser armazenadas a 0-2°C por longos períodos sem causar perda significativa da qualidade; já as tropicais são mais sensíveis ao frio, e por isso devem ser armazenadas em temperaturas acima de 13°C (REID, 2001). Em flores de estrelízia, plantas de origem subtropical, o armazenamento a 10°C por 7, 14 21 e 28 dias prolongou a conservação das flores armazenadas a seco, porém h

frigorificação com o aumento do período de armazenamento, sendo que nas flores com 28 dias de armazenamento houve manifestação de injúria por frio (MORAES et al, 1999).

Flores cortadas, as quais se recomendam temperaturas de 7,5 a 12,5 °C, normalmente, não mantêm qualidade quando armazenadas em temperaturas mais baixas ou não se desenvolvem satisfatoriamente quando após a remoção do armazenamento. De modo semelhante, flores nas quais a temperatura de armazenamento indicada é -1 a 0 °C, embora seu desenvolvimento ocorra normalmente, se deterioram rapidamente quando armazenadas a temperaturas mais elevadas iguais ou maiores que 7,5 °C; portanto, flutuações de temperatura no interior de câmaras frigoríficas devem ser reduzidas a um mínimo, para evitar prejuízos às flores armazenadas (CASTRO,1984).

REID (2001) descreve que o uso de temperaturas inadequadas, durante o transporte e armazenamento de flores, é o grande responsável pela perda de qualidade e redução da vida de vaso das flores de corte. No processo de armazenamento a refrigeração é essencial para manter a qualidade final do produto; no entanto, como descrito anteriormente, a temperatura ideal de refrigeração varia de

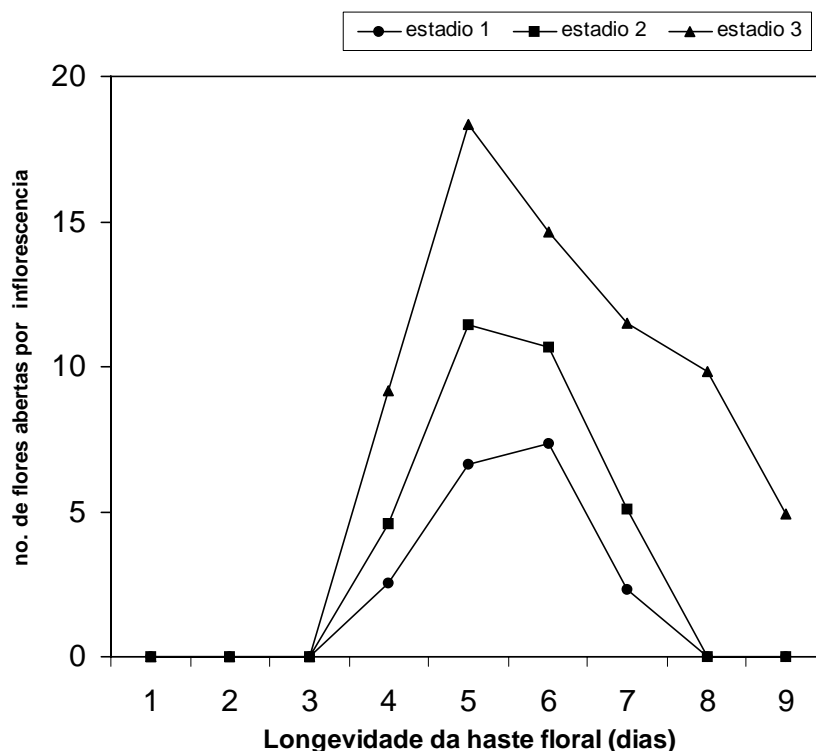


Figura 6. Número de flores abertas por inflorescência e longevidade de hastes florais de agapanto, em três estádios de desenvolvimento (estádio 1- botões fechados, estágio 2 - botões fechados começando a mostrar coloração, estágio 3- dois ou três botões abertos) (DIAS-TAGLIACOZZO et al., 2003c.)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELES, F.B., MORGAN, P.W., SALTVEIT, M.E. **Ethylene in plant biology**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1992. 414 pp.

BOROCHOV, A., SPIEGELSTEIN, H., PHILOSOPH-

HADAS, S. Ethylene and flower petal senescence: Interrelationship with membrane lipid catabolism. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.100, p. 606-612, 1997.

CAMPANHA, M.M., FINGER, F.L., CECON, P.R., BARBOSA, J.G. Water relations of cut bird-of-paradise (*Strelitzia reginae* Ait.) inflorescences. **Revista Brasileira de**

Horticultura Ornamental, Campinas, v. 3, n. 1, 27-31, 1997.

CARNEIRO, T.F.; FINGER, F.L.; SANTOS, V.R. DOS; NEVES, L. L. M. Influência da sacarose e do corte da haste na longevidade de inflorescências de *Zinnia elegans*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n. 8: 1065-1070, 2002.

CASTRO, C.E.F. Armazenamento de flores de corte. **O Agrônomo**, Campinas, v.36, n.2, p. 193-211, 1984.

CASTRO, C.E.F.; LUCHESE, A.A.; CASTRO, J.V. & NAGAI, V. Manutenção da qualidade pós-colheita de cravo 'Scania Red Sim' I Efeitos da Sacarose e da 6-Benzil-Aminopurina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 6., Campinas, 1987. **Anais ...**, IAC, 1987, p.144-157.

CASTRO, C.E.F. **Diagnóstico técnico científico da floricultura no Brasil**. Piracicaba, ESALQ, USP, 1988. p. 63p.

CASTRO, C.E.F. Helicônias como flores de corte: adequação de espécies e tecnologia pós-colheita. Piracicaba: **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.**, 1993. 191p. ilus. Tese de Doutorado.

CHO, M.-S., CELIKEL, F., DODGE, L., REID, M. Sucrose enhances the postharvest quality of cut flowers of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. **Acta Horticulturae.**, Leuven, v. 543, 305-315. 2001.

DE PASCALE, S., VIGGIANI, S. Water relations and gas exchanges of cut *Godetia* flowers during vase life. **Advanced Horticultural Science.**, Firenze, v.12, 153-157, 1998.

DIAS-TAGLIACOZZO, G.M.; CHANOFT, M.; CASTRO, C.E.F. Prolongamento da longevidade pós-colheita de angelica. In: 12º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais. Jaboticabal. **Resumos**. Jaboticabal, 1999a, p.28.

DIAS-TAGLIACOZZO, G.M.; CASTRO, C.E.F. Manutenção da qualidade pós-colheita de inflorescências de agapanto. In: 12º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais. Jaboticabal. **Resumos**. Jaboticabal, 1999b, p.27.

DIAS-TAGLIACOZZO, G.M.; CASTRO, C.E.F. Caracterização física e conservação pós-colheita de inflorescências de alstroemeria. In: 12º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais. Jaboticabal. **Resumos**. Jaboticabal, 1999c, p.29.

DIAS-TAGLIACOZZO, G.M.; CASTRO, C.E.F. Tratamento pós-colheita de áster. In: 13º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais. São Paulo. **Resumos**. Campinas, 2001a, p.29.

DIAS-TAGLIACOZZO, G.M.; CASTRO, C.E.F. Prolongamento da longevidade pós-colheita de falenopse. In: 13º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais. São Paulo. **Resumos**. Campinas, 2001b, p.27.

DIAS-TAGLIACOZZO, G.M.; CASTRO, C.E.F. Manutenção da qualidade pós-colheita de antúrio. In: 13º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais. São Paulo. **Resumos**. Campinas, 2001c, p.30.

DIAS-TAGLIACOZZO, G.M.; ZULLO, M.A.; CASTRO, C.E.F. Caracterização física e conservação pós-colheita de alpinia e gengibre ornamental. In: 13º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais. São Paulo. **Resumos**. Campinas, 2001, p.28.

DIAS-TAGLIACOZZO, G.M. & CASTRO, C.E.F. FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA DE ESPÉCIES ORNAMENTAIS IN: WACHOWICZ, C.M. & CARVALHO, R.I.N. (org) - **Fisiologia Vegetal: Produção e Pós-Colheita**, Curitiba: Champagnat, 2002, p. 359-382.

DIAS-TAGLIACOZZO, G.M.; ZULLO, M.A.; CASTRO, C.E.F. Caracterização física e conservação pós-colheita de alpinia (*Alpinia purpurata*. Vieill Schum.) **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 9, n. 1, 27-31, 2003a.

DIAS-TAGLIACOZZO, G.M.; GONÇALVES, C.; CASTRO, C.E.F. Manutenção da qualidade pós-colheita de lírio In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLOGIA VEGETAL. Atibaia. **Resumos. Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v.15 (suplemento), p.254, 2003b.

DIAS-TAGLIACOZZO, G.M.; GONÇALVES, C.; CASTRO, C.E.F. Postharvest handling methods for *Agapanthus africanus* Hoffm. (Liliaceae). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NEW FLORICULTURAL CROPS, 5. Foz Iguacu. **Resumos**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2003c, p.25.

DIAS-TAGLIACOZZO, G.M.; REIS, S.F.; CASTRO, C.E.F.; GONÇALVES, C. Manutenção da qualidade pós-colheita de *Strelitzia reginae* Art. In: 14º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais. Lavras. **Resumos**. Lavras, 2003d, p.30.

EASON, J.R., DE VRÉ, L. Ethylene-insensitive floral senescence in *Sandersonia aurantiaca* (Hook.). **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Henderson, v. 23, p. 447-454, 1995.

FINGER, F.L., CAMPANHA, M.M., BARBOSA J.G., FONTES, P.C.R. Influence of ethephon, silver thiosulfate and sucrose pulsing on bird-of-paradise vase life. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.11, p.119-122, 1999.

FINGER, F.L., SANTOS, V.R., MORAES, P.J., BARBOSA, J.G. Pulsing with sucrose and silver thiosulfate extended the vase life of *Consolida ajacis*. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 543, p.63-67, 2001.

HALEVY, A.H. & MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers- part 2. In: JANICK, J. (ed.). **Horticultural Reviews**. AVI Publishing, Westport, v. 3, p. 59-143, 1981.

- HARDERBURG, R.E., WATADA, A.E. & WANG, C.Y. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florists and Nursey Stocks. **USDA, Agricultural Research Service. Whashington**, Agricultural Handbook, Number 66, 1990. 130p.
- HEYES, J.A., JOHNSTON, J.W. 1-methylcyclopropene extends *Cymbidium* orchid vase life and prevents damaged pollinia from accelerating senescence **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Henderson, v. 26, p.319-324, 1998.
- ICHIMURA, K., SUTO K. Role of ethylene in acceleration of flower senescence by filament wounding in *Portulaca* hybrid. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.104, p. 603-607, 1998.
- JONES, M.L., WOODSON, W.R. Pollination-induced ethylene in carnation. **Plant Physiology**, Lancaster, v.115, p. 205-212, 1997.
- JORDI, W.; STOOPEN, G.M.; KELOPOURIS, K., VANDER KRIEKEN, V.M. Gibberellin-induced delay of leaf senescence of *Alstroemeria* cut flowering stems is not caused by an increase in the endogenous cytokin content. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v.14, p.121-127, 1995.
- KAPPERS, I.F.; JORDI, W.; MAAS, F.M. & VAN DER PLAS, L.H. Gibberelins in leaves of *Alstroemeria hybrida*: identification and quantification in relation to leaf age. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v.16, p.219-225, 1997.
- KENZA, M., UMIEL, N., BOROCHOV, A. The involvement of ethylene in the senescence of ranunculus flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.19, p. 287-290, 2000.
- KETSA, S., NARKBUA, N. Effect of aminoxyacetic acid and sucrose on vase life of cut roses. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 543, p. 227-234, 2001.
- KIYUNA, K.; ANGELO, J.A.; COELHO, P.J. Perspectivas no mercado externo. **Revista de Agronegócios da FGV**, São Paulo, p.26-27, 2005
- KNEE, M. Copper reverses silver inhibition of flower senescence in *Petunia hybrida*. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 6, p.121-128, 1995.
- MARKHART, A.H., HARPER, M.S. Deleterious effects of sucrose in preservative solutions on leaves of cut roses. **HortScience**, Alexandria, v.30, p. 1429-1432, 1995.
- MIDOH, N., SAIJOU, Y.S., MATSUMOTO, K., IWATA, M. Effects of 1,1-dimetil-4-(fenilsulfonil)semicarbazida (DPSS) on carnation flower longevity. **Plant Growth Regulation**, Amsterdam, v. 20, p.195-199, 1996.
- MOR, Y., HARDENBURG, R.E., KOFRANEK, A.M., REID, M.S. Effect of silver-thiosulfate pretreatment on vase life of cut standard carnation, spray carnations, and gladiolus, after a transcontinental truck shipment. **HortScience**, Alexandria, v.16, p. 766-768, 1981.
- MORAES, P.J.; CECON, P.R.; FINGER, F.L., BARBOSA, J.G & ALVARES, V.S. 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.
- NEWMAN, J.P., DOGDE, L.L., REID, M.S. Evaluation of ethylene inhibitors for postharvest treatment of *Gypsophila paniculata* L. **HortTechnology**, Alexandria, v. 8, p. 58-63, 1998.
- NOWAK, J., RUDNICKI, R.M. **Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants**. Portland: Timber Press, 1990. 210 pp.
- PAULL, R.E. & CHANTRACHIT, T. Benziladenine and the vase life of tropical ornamentals. **Postharvest Biology and Technology**, v.21. p.303-310, 2001
- PORAT, R., BOROCHOV, A., HALEVY, A.H., O'NEIL, S.D. Pollination-induced senescence of *Phalaenopsis* petals. **Plant Growth Regulation**, Amsterdam, v.15, p.129-136, 1994.
- PORAT, R., HALEVY, A.H., SEREK, M., BOROCHOV, A. An increase in ethylene sensitivity following pollination is the initial event triggering an increase in ethylene production and enhanced senescence of *Phalaenopsis* orchid flowers. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 93, p. 778-784., 1995.
- REID, A.; SEATON, K. Storage conditions for ornamental crops. **Information Services Agriculture Western Australia**, Bentley, N° 71, p1-4, 2001.
- REID, M.S. Effects of low temperatures on ornamental plants. **Acta Horticulturae**, Aas, Sweden, v.298, p.214-223, 1991.
- REID, M.S. Advances in shipping and handling of ornamentals. **Acta Horticulturae**, Aas, Sweden, v.543, p.277-284, 2001.
- SALISBURY, F.R. & ROSS, C.W. Hormones and Growth Regulators: Cytokinins, Ethylene, Abscisic Acid, and Other Compounds. In: ————&—————, eds. **Plant Physiology Wadsworth Publishing Company**, Belmont, California p. 382-407, 1992.
- SATOH, S., OYMADA, N., YOSHIOKA, T., MIDOH, N. 1,1-Dimetil-4-(fenilsulfonil)semicarbazida (DPSS) does not inhibit the *in vitro* activities of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) oxidase and ACC synthase obtained from senescing carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) petals. **Plant Growth Regulation**, Amsterdam, v. 23, p.191-193, 1997.
- SEREK, M.; REID, M.S.. Ethylene and postharvest performance of potted kalanchoe. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, p.43-48, 2000
- SEREK, M.; REID, M.S.. Use of Growth Regulators for Improving the Postharvest Quality of Ornamentals.

- Perishables Handling Quarterly Issue**, California, No. 92, p.7-9, 1997
- SEREK, M., JONES, R.B., REID, M.S. Role of ethylene in opening and senescence of *Gladiolus* sp. Flowers. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.119, p. 1014-1019, 1994.
- SEREK, M., TAMARI, G., SISLER, E.C., BOROCHOV, A. Inhibition of ethylene-induced cellular senescence symptoms by 1-methylcyclopropene a new inhibitor of ethylene action. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.94, p. 229-232, 1995.
- SONG, C.Y.; BANG, C.S.; CHUNG, S.K.; KIM, Y.J., LEE, J.S. & LEE, D.C. Effects of postharvest pretreatments and preservative solutions on vase life and flower quality of asiatic hybrid lily. **Acta Horticulturae**, Leiden, v. 414, p. 277-285, 1996.
- SUN, J., JAMESON, P.E., CLEMENS, J. Water relations and stamen abscission in cut flowers of selected Myrtaceae. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 543, p.185-189, 2001.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. Cytokinins: Regulators of cell division. In: ———&———, eds. **Plant Physiology**, Sinauer Associates, Inc, Sunderland, 3.ed., p. 493-517, 2002a.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. Auxin: The Growth Hormone. In: ———&———, eds. **Plant Physiology**, Sinauer Associates, Inc, Sunderland, 3.ed., p.423-460, 2002b.
- VAN ALTVORST, A.C., BOVY, A.G. The role of ethylene in the senescence of carnation flowers, a review. **Plant Growth Regulation**, Amsterdam, v. 16, p. 43-53, 1995.
- VAN ALTVORST, A.C., BOVY, A.G. The role of ethylene in the senescence of carnation flowers, a review. **Plant Growth Regulation**, Amsterdam, v. 16, p. 43-53, 1995.
- VAN DOORN, W.G. Water relations of cut flowers. II. Some species of tropical provenance. **Acta Horticulturae**, Aas, v. 482, p. 65-69, 1999.
- VAN DOORN, W.G. Role of soluble carbohydrates in flowers senescence: a survey. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 543, p. 179-183, 2001.
- VAN DOORN, W.G. Effect of ethylene on flower abscission: a survey. **Annals of Botany**. v. 89, p. 689-693, 2002.
- VERLINDEN, S., WOODSON, W.R. The physiological and molecular responses of carnation flowers to high temperature. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.14, p.185-192, 1998.
- WILLIAMSON, V.G., MILBURN J.A. Cavitation events in cut stems kept in water: implications for cut flower senescence. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 64, p. 219-232, 1995
- WOLTERING, E.J., VAN DOORN, W.G. Role of ethylene in senescence of petals-morphological and taxonomical relationships. **Journal Experimental Botany**, Oxford, v. 39, p.1605-1616, 1988.