

FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA DE *Heliconia* spp.

Adriana Andrade Guimarães

Eng^a. Agr. Doutora em Fitotecnia – UFV E-mail: adriaguima@yahoo.com.br

Fernando Luiz Finger

Ph. D. Professor – UFV E-mail: ffinger@ufv.br

Andréa Andrade Guimarães

Eng^a. Agr. Mestranda – UFERSA E-mail: andrea_agro@hotmail.com

Pahlevi Augusto de Souza

D. Sc. Professor – IFCE E-mail: pahlevi10@hotmail.com

Paulo César Ferreira Linhares

. Agr. Doutor em Fitotecnia – UFERSA E-mail: paulolinhares@ufersa.edu.br

RESUMO - O conhecimento dos fatores que afetam a longevidade pós-colheita de flores de corte são de fundamental importância, para o seguimento da cadeia de comercialização de flores. Nesse trabalho são discutidos os principais entraves na conservação pós-colheita de *Heliconia* spp., bem como os principais tratamentos utilizados para retardá-los e/ou inibi-los.

Palavras chaves: floricultura, pos colheita, plantas

POSTHARVEST PHYSIOLOGY OF *Heliconia* spp.

SUMMARY - An understanding of factors affecting the postharvest longevity of cut flowers are of fundamental importance for continuity in the supply chain of flowers. In this paper we discuss the major barriers in post-harvest preservation of *Heliconia* spp. As well as the main treatments used to slow them and / or InBio them.

Key words: floriculture, post harvest, plants

FISIOLOGÍA DE *Heliconia* spp.

RESUMEN - La comprensión de los factores que afectan la longevidad de post-cosecha de flores de corte son de importancia fundamental para la continuidad de la cadena de suministro de flores. En este trabajo se discuten los principales obstáculos en la preservación de post-cosecha de las especies de *Heliconia*. Además de los principales tratamientos utilizados para reducir los mismos y / o InBio ellos.

Palabras clave: floricultura, después de la cosecha, las plantas

INTRODUÇÃO

A atividade da floricultura mobiliza no país cerca de 4 mil produtores, numa área estimada de 5,5 mil hectares, sendo responsável por cerca de 120 mil empregos diretos e indiretos (BARROSO, 2007), segundo Santos *et. al.*, (2006) a floricultura é uma das melhores alternativas de investimento na agricultura, porque demanda pouca área e o ciclo de produção é geralmente curto, permitindo rápido retorno do capital investido

Embora o carro-chefe das exportações serem ainda flores tradicionais como rosas e crisântemos, verifica-se anualmente um aumento na comercialização de flores tropicais tanto no mercado externo quanto interno, e dentre essas flores, as helicônias são as espécies que mais têm despertado interesse, por serem detentoras de uma beleza exótica, relativa rusticidade e grande variabilidade de cores, formas, tamanhos podendo ser utilizadas tanto como flores de jardim quanto de corte (CASTRO, 1993).

Mesmo apresentando potencial para crescimento no mercado floricultor, informações sobre o manejo pós-

colheita de helicônias são ainda reduzidas; embora existam relatos sobre as possíveis causas que afetam a conservação, como a baixa capacidade de absorção de água, elevada taxa transpiratória e sensibilidade à injúria pelo frio (JAROENKIT E PAULL, 2003).

Diante do exposto verifica-se que as informações sobre o manejo pós-colheita de helicônias são bastante restritos, tornando necessário investigar quais são de fato os principais entraves na vida pós-colheita dessas espécies.

PROBLEMAS PÓS-COLHEITA DAS HELICÔNIAS OCLUSÃO DOS VASOS XILEMÁTICOS

O decréscimo na absorção de água pode, dependendo da espécie, ser devido a uma série de fatores, os quais podem ser classificados como inerentes à haste, também chamados de bloqueio fisiológico, bloqueio devido ao crescimento microbiano e bloqueio ocasionado por formação de bolhas de ar (embolia) (HE *et al.*, 2006; VAN DOORN, 1999a).

O bloqueio fisiológico ocorre como resposta ao estresse imposta pela colheita, através da deposição de materiais da superfície do corte, que dependendo de sua composição, são chamados de látex, goma, mucilagem ou resina. Outro tipo de bloqueio fisiológico pode ser ocasionado pela formação de tiloses, que é definida como o crescimento desordenado das células que se sobressaem dentro do lúmen dos vasos xilemáticos, cuja forma se assemelha à de um balão. Esses “balões” podem não ocorrer em adequado número para explicar o bloqueio, mas sua formação é acompanhada pela produção de substâncias de alto peso molecular, que pode ocasionar a falta de fluidez da água nas hastes (VAN DOORN, 1999a).

As substâncias depositadas na superfície do corte, assim como as tiloses, podem migrar para dentro dos vasos do xilema, servindo como barreira à entrada de microrganismos, ao mesmo tempo em que ocasionam sua obstrução, impedindo a absorção de água. A formação de tais substâncias, segundo Vaslier e Van Doorn (2003), provavelmente está envolvida com a síntese de etileno e ação de enzimas peroxidase (POD), fenilalanina amônia liase (PAL) e catecol oxidase (Polifenoloxidasas - PPO).

As enzimas peroxidase e polifenoloxidase estão envolvidas no bloqueio vascular de algumas espécies de flores, através da oxidação dos álcoois ρ -cumaril, coniferil e sinapil que são precursores da lignina. A lignina é um composto que faz parte do metabolismo secundário das plantas e, apesar de dar sustentação e estrutura no transporte de água pelo xilema, pode, em caso de estresse, funcionar como mecanismo de proteção contra ataque de patógenos se depositando na superfície do corte impedindo, também, a entrada de água nos vasos (BOERJAN *et al.*, 2003).

O bloqueio fisiológico é encontrado em algumas espécies de flores, por exemplo, em crisântemos cv.

Viking. Nessa cultivar Van Doorn e Cruz (2000) pesquisaram o envolvimento de bactérias, cavitação e resposta fisiológica ao corte, concluindo que o bloqueio não foi causado por bactérias devido estas se encontrarem, durante todo o armazenamento, em níveis abaixo do crítico, o mesmo ocorrendo em relação à embolia, uma vez o ar aspirado na superfície do corte cessou antes da redução da taxa de consumo de água. Assim, devido ao atraso no murchamento das folhas tratadas com antioxidantes, bem como à presença de material na superfície do corte, os autores verificaram que o bloqueio xilemático dessa espécie foi de natureza fisiológica.

Semelhantemente, em hastes florais de grevillea cv. Crimson Yul-lo, o bloqueio vascular foi aparentemente de natureza fisiológica envolvendo a síntese de fenólicos e oxidação, possivelmente com formação de suberina (HE *et al.*, 2006).

Loubaud e Van Doorn (2004) também concluíram que o bloqueio em hastes de *Astilbe* foi de natureza fisiológica envolvendo a atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase, uma vez que a oclusão se desenvolveu tanto nas flores que foram armazenadas úmidas quanto no armazenamento á seco, por outro lado, em rosas da cv. Red One e em *Viburnum opulus* cv. *Roseum*, o bloqueio observado nessas hastes foi aparentemente relacionado à presença de bactéria no xilema.

Segundo Van Doorn (1990) o bloqueio promovido pela entrada de ar pode ocorrer quando hastes florais são removidas de uma planta que se encontrava em estado de estresse hídrico, pois a coluna de água presente pode encontrar-se sob tensão e atrair bolhas de ar para o interior dos vasos xilemáticos.

Alguns fatores podem interferir na predisposição ao bloqueio promovido pelo ar, como cultivar, tempo de exposição, diâmetro dos vasos xilemáticos e quantidade de água perdida durante o período de exposição ao ar.

A presença de ar em *Rosa hybrida* L., cv. Sonia não foi uma barreira ao subsequente consumo de água após transferência para vasos contendo água. Por outro lado, a exposição relativamente prolongada ao ar resultou no bloqueio da parte mais baixa dessas hastes (VAN DOORN, 1990).

Em flores de crisântemos, embora os autores tenham verificado a presença de ar nos vasos xilemáticos após o corte, tal fato por si só não foi um sério obstáculo para a fluidez da água, pois os autores concluíram que a oclusão encontrada nessas flores foi de natureza fisiológica, induzida pelo dano ocasionado pelo corte na colheita pela atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase (VAN DOORN E VASLIER, 2002).

Van Doorn e Reid (1995), trabalhando com quatro cultivares de rosas, verificaram que durante a exposição ao ar o decréscimo na taxa transpiratória, peso fresco, abertura estomatal e potencial hídrico foram semelhantes nas cvs. Sonia, Madelon, Cara Mia e Frisco, porém, essa última perdeu menos água e apresentou menor transpiração em relação às demais cultivares.

Uma descrição física da restauração do processo de embolia dos vasos do xilema, próximo à base do corte de uma flor, prediz que dentro de poucas horas depois de colocadas em água, somente uma parte dos vasos pode ser completamente preenchido com água e outros vasos incompletamente (VAN IEPEREN *et al.*, 2002). O que vai depender de fatores como: cultivar, tempo de exposição, diâmetro dos vasos e quantidade de água perdida durante o período de exposição ao ar.

Outra causa do bloqueio dos vasos xilemáticos é devido à presença de bactérias na água, em decorrência da deposição de polissacarídeos extracelulares produzidos, bem como de produtos oriundos de bactérias mortas e macromoléculas que são formadas sobre a degradação dessas bactérias os quais podem cobrir a superfície cortada da haste. Análogamente, a superfície do corte pode conter substratos para crescimento da bactéria, como substâncias açucaradas que podem fluir por algum tempo para fora das células do floema aberto e embora a oclusão bacteriana ocorra em todas as flores, espécies e até mesmo cultivares podem responder diferentemente (VAN DOORN, 1999a).

Algumas espécies de flores apresentam bloqueio devido à presença de bactérias como verificado por Loubaud e Van Doorn (2004), onde a inclusão de antibactericidas na água de vaso de rosas (*Rosa hybrida*) da cv. Red One e *Viburnum opulus* cv. Roseum retardou o bloqueio xilemático dessas flores.

Semelhantemente, em rosas da cv. Ruimeva a presença de bactérias na água influenciou a vida de vaso dessas flores. Inflorescências de *Dendrobium* cv. Jew Yuay Tew apresentaram aumento na vida de vaso quando mantidas em água esterilizada indicando que a presença de bactérias afetou a longevidade dessas flores (RATTANAWISALANON *et al.*, 2003). Elevados conteúdos de bactérias na água de vaso reduziram também a longevidade de cravos (*Dianthus caryophyllus*) das cvs. Scania e White Sim.

Um ou mais tipos de bloqueio pode existir em uma mesma espécie (VAN MEETEREN *et al.*, 2006), onde a grande variabilidade entre espécies, e até mesmo cultivares, de flores ao bloqueio dos vasos xilemáticos não são completamente esclarecidas; contudo, podem estar relacionadas, a taxa transpiratória, superfície do produto e abertura estomatal. Outros fatores como anatômicos, condições na pré e pós-colheita podem também determinar se uma espécie ou mesmo uma cultivar pode ou não ser passível de bloqueio.

De acordo com Van Doorn (1999b) hastes de diversas espécies de helicônias não são sensíveis a problemas hídricos. No entanto, nessa mesma pesquisa com *Heliconia psittacorum*, quando transportadas a seco observou-se taxas de consumo de água muito baixas já no primeiro dia após a colheita; resultados igualmente verificados nas inflorescências transportadas úmidas, concluindo assim que o enrolamento prematuro das folhas e descoloração das brácteas resultou na oclusão vascular, sendo esta de natureza desconhecida.

INJÚRIA PELO FRIO OU CHILLING

A utilização de temperatura baixa durante o armazenamento atrasa a senescência de flores e folhas prolongando o período de armazenamento. No entanto, a maioria das flores originárias de clima tropical requer armazenamento na faixa de temperatura entre 7 a 15 °C visto que temperaturas baixas causam injúria por frio; os sintomas da injúria incluem, dentre outros, descoloração das flores, lesões necróticas sobre pétalas e folhas e atraso no desenvolvimento de botões (NOWAK & RUDNICKI, 1990).

As helicônias são sensíveis à injúria por frio. De acordo com Jaroenkit e Paull (2003) são facilmente danificadas quando armazenadas e/ou transportadas em temperaturas abaixo de 8 a 10 °C em que manifestam sintomas de escurecimento das brácteas quando mantidas a 10 °C por um período de dois dias.

Injúria por frio ou *chilling* é o termo utilizado para descrever o distúrbio fisiológico que ocorre em muitas plantas e produtos hortícolas como resultado da exposição a temperaturas relativamente baixas, mas acima do ponto de congelamento (PARKIN *et al.*, 1989). Os sintomas variam de espécie para espécie sendo mais comumente verificado o escurecimento e descoloração dos tecidos que reduzem a aparência visual diminuindo a vida de vaso (JOYCE *et al.*, 2000).

Esse distúrbio fisiológico foi inicialmente dividido por Lyons e Raison em 1970 em duas fases. A primeira foi denominada de Teoria de Transição de Fases, que se caracterizou pela mudança de estado dos lipídeos que compõe as membranas, os quais passam de “gel líquido” para “gel sólido”; isso ocorre em função de plantas sensíveis à injúria por frio apresentarem menor percentagem de ácidos graxos saturados em relação a plantas resistentes, e os ácidos graxos dessa natureza tendem a se solidificar em temperaturas relativamente baixas (MARKHART, 1986). Nessa fase não há manifestação de sintomas externos. Na segunda fase ocorre a manifestação de alguns sintomas, dentre esses o escurecimento dos tecidos, ocasionado principalmente pela oxidação dos compostos fenólicos (ABREU, 1998), onde as enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) podem estar envolvidas (HERSHKOVITZ *et al.*, 2005), além disso, ocorrem murcha, depressões e descolorações, dentre outros.

O escurecimento dos tecidos ocorre em consequência da desestruturação das membranas, pois os compostos fenólicos que se encontravam armazenados nos vacúolos são liberados ou alternativamente são depositados nas paredes celulares, entrando em contato com as enzimas oxidativas peroxidase e polifenoloxidase (NGUYEN *et al.*, 2003).

A polifenoloxidase (PPO) (catecol oxidase EC 1.14.18.1) é uma oxidase terminal de grande ocorrência em plantas; cataliza a oxidação de fenólicos, resultando no

escurecimento de tecidos de produtos hortícolas através da conversão de monofenóis a difenóis (atividade da monofenoloxidase) e oxidação desses últimos (atividade da difenoloxidase), (ZHANG E QUANTICK, 1997). É requerida em pelo menos duas reações que irão conduzir o escurecimento, a primeira é a conversão de dipacroma a 5,6-dihidroindol, que logo após será convertido em indol-5,6-quinona caracterizando a segunda reação.

As peroxidases (POD, EC. 1.11.17) são enzimas que catalisam reação redox em vegetais usando tanto o peróxido de hidrogênio como o oxigênio como aceptores de hidrogênio. Atuam na catálise de reações oxidativas, peroxidativas e de hidroxilação. Oxidam diferentes doadores de hidrogênio, tais como: fenólicos, amins, leucobases e compostos heterocíclicos. São encontrados no citoplasma (forma solúvel), na parede celular (forma insolúvel), membranas e organelas. Participam de várias etapas da oxidação do álcool cinamil, que é o precursor da lignina a qual pode ser depositada no local do corte da haste evitando a entrada de microrganismos; ao mesmo tempo impede a entrada de água via vasos xilemáticos (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

Porém, apesar dos compostos fenólicos serem considerados como um dos fatores causais de escurecimento em produtos hortícolas, eles apresentam também função de proteção contra Espécies Reativas de Oxigênio, onde estão incluídos os ânions superóxidos ($O_2^{\bullet-}$), radicais hidroxilas (OH^{\bullet}) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), que causam peroxidação dos lipídeos, danificando as organelas (DE MARTINO *et al.*, 2006). Segundo Pennycooke *et al.* (2005), essas espécies são induzidas quando as situações de estresse tornam-se severas; são espécies altamente tóxicas, podendo danificar importantes componentes como DNA, RNA, proteínas e lipídeos.

A síntese de compostos fenólicos inicia-se com a desaminação da fenilalanina pela fenilalanina amônia-liase (PAL EC 4.3.1.5) produzindo trans-cinamato, um monofenol. Independentemente, a polifenoloxidase (PPO catecol oxidase; EC 1.14.18.1) converte monofenóis a difenóis (atividade da difenoloxidase), que inicia uma cascata de eventos levando a formação de pigmentos marrons e, em seguida, cataliza a oxidação de dopacromo a quinonas (CHOEHOM *et al.*, 2004).

Plantas submetidas a condições de estresse pelo frio apresentam um excedente nos processos metabólicos degradativos das células (catabolismo) em relação aos processos de manutenção da integridade celular (anabolismo) sendo estes mais severos quanto menor for o sistema antioxidante presente (FRANCK *et al.*, 2007).

Esse sistema oxidante, composto por lipídeos solúveis antioxidantes (α -tocoferol e β -caroteno), redutores solúveis em água (ascorbato e glutatona), e enzimas como superóxido dismutase (SOD, EC. 1.15.1.1.), catalase (CAT, EC 1.11.1.6), ascorbato peroxidase (APX, EC. 1.11.1.11) e glutatona redutase (GR, EC 1.6.4.2.), protege as células vegetais contra os efeitos das espécies reativas ao oxigênio. A atividade deve-se, principalmente, às propriedades redox, que têm a

capacidade de absorver e neutralizar radicais livres, sequestrando o oxigênio singlete e tripleto ou decompondo peróxidos.

Durante o armazenamento, além da temperatura e presença de um sistema antioxidante funcional, outro fator que interfere na intensidade da injúria por frio é o estágio de maturação, onde os produtos hortícolas imaturos são mais susceptíveis, além do período de permanência do produto sob condições de temperaturas relativamente baixas.

Contudo os mecanismos de tolerância à injúria por frio são complexos. Podem agir juntamente com outros mecanismos bioquímicos e fisiológicos para manter as funções fisiológicas normais sob situações de estresse ou promovido pela injúria por frio (PENNYCOOKE *et al.*, 2005).

TRANSPIRAÇÃO

Transpiração é o processo de transferência de massa, no qual o vapor d'água se move do interior do órgão vegetal, por meio da sua superfície, para o ambiente externo. É um fenômeno de superfície como consequência do déficit de pressão de vapor (DVP) e do coeficiente de transpiração (perda de umidade pelo produto em uma unidade de tempo por déficit de pressão de vapor) (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

A intensidade da transpiração é controlada pela temperatura, umidade relativa e velocidade do ar, sendo diretamente proporcional à temperatura e inversamente proporcional a umidade relativa. O nível de perda de água que as flores suportam varia de espécie para espécie, no entanto, qualquer flor que venha perder de 10 a 15% do seu peso em água por causa da transpiração, certamente perderá qualidade e diminuirá sua longevidade (OLIVEIRA, 1996).

Quando a taxa transpiratória é maior que a taxa de consumo de água, ocorre um déficit hídrico. A magnitude da perda de água pela transpiração é maior em flores com área foliar relativamente grande, como em lírios e rosas, quando comparada às que apresentam área foliar relativamente pequena, como cravos (VAN DOORN, 1997).

TRATAMENTOS PÓS-COLHEITA INIBIDORES ENZIMÁTICOS E CORTE DA BASE DA HASTE

Segundo Van Ieperen *et al.* (2002) a formação do bloqueio xilemático depende de fatores como altura da água no vaso, diâmetro dos vasos xilemáticos, duração da exposição das hastes, situação de estresse (VAN DOORN E JONES, 1994) e altura do corte da base da haste (VAN DOORN, 1994), além de fatores genéticos.

A localização do bloqueio xilemático em flores de corte, segundo Van Meeteren *et al.* (2006) e Van Ieperen *et al.* (2002), difere em relação a sua natureza, ou

seja, se for por entrada de ar ou presença de bactérias geralmente resulta em uma pequena resistência aos vasos, sendo comumente localizado nos primeiros 2,0 cm da base da haste. Por outro lado, quando o bloqueio é de natureza fisiológica, resulta em alta resistência, se inicia na base da haste, movendo-se para cima, sendo mais freqüentemente verificado nos 5,0 cm da base da haste.

Dessa forma, a utilização do corte da base da haste é um tratamento que tem apresentado efeitos positivos em várias espécies de flores, como em *Grevillea* da cv. Crimson Yul-lo (HE *et al.*, 2006), crisântemos (VAN DOORN E VASLIER, 2002), *Zínia elegans* (CARNEIRO *et al.*, 2002) e *Strelitzia reginae* (CAMPANHA *et al.*, 1997). Semelhantemente, em flores de *Bouvardia*, Vaslier e Van Doorn (2003) verificaram que o bloqueio dessas hastes localizou-se nos 5,0 cm mais baixos e foi de natureza fisiológica envolvendo a atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase.

Outros tratamentos visando reduzir o bloqueio dos vasos xilemáticos têm sido realizados através da utilização de inibidores enzimáticos, onde Van Meeteren *et al.* (2006) verificaram que hastes de crisântemo cv. Cassa, tratadas com solução de tropolone (inibidor enzimático), apresentaram maior percentagem de recuperação do peso inicial após período de armazenamento à seco, quando comparada ao controle (*pulsing* com água), provavelmente por agir na atividade das enzimas lacases.

Alguns inibidores enzimáticos podem ser responsáveis ainda pela diminuição na tensão de superfície, como é o caso do hexilresorcinol e agral-LN, conforme relatado por Vaslier e Van Doorn (2003) em flores de bouvardia. Nesse caso os resultados positivos no prolongamento da vida de vaso podem ter sido confundidos se foi devido à inibição da atividade enzimática ou a diminuição da tensão superficial da solução.

Outra questão a ser considerada com o uso de inibidores enzimáticos, é que alguns têm a capacidade de baixar o pH para valores abaixo de 5 em determinadas concentrações, como no caso do 2-mercaptoetanol, que segundo Vaslier e Van Doorn (2003), pode confundir se os resultados foram devidos á acidez da solução ou a inibição de enzimas propriamente dita.

REFRIGERAÇÃO

O mais importante fator na manutenção da qualidade e prolongamento da vida de prateleira dos produtos hortícolas após a colheita é a temperatura, uma vez que a maioria das reações física, bioquímicas, microbiológicas e fisiológicas, as quais são responsáveis pela deterioração dos produtos, é influenciada pela temperatura (TANO *et al.*, 2007).

A refrigeração também possibilita estender o período de conservação, transporte e distribuição (MORAES *et al.*, 1999) e, desse modo, é um dos mais importantes fatores de sucesso no armazenamento de

flores de corte e plantas herbáceas (VAN DOORN E CRUZ, 2000).

De um modo geral, temperaturas entre 0 e 1 °C são mais efetivas em manter a qualidade de muitas flores de corte. No entanto, algumas espécies, especialmente de origem tropical e subtropical, podem sofrer injúria por frio quando submetidas a faixa de temperatura entre 0 e 15 °C (JOYCE *et al.*, 2000), porém, a faixa de temperatura ótima para o armazenamento varia de espécie para espécie e até mesmo cultivar. Contudo, esses autores verificaram que flores de *Grevillea* cv. Sylvania, embora de origem subtropical, manteve qualidade comercial acima de 12 dias de armazenamento na temperatura de 0 °C.

Temperaturas relativamente baixas podem também causar outros efeitos adversos à longevidade de flores, como o estímulo à síntese de etileno, fato esse ocorrido em rosas, as quais apresentaram aceleração da senescência quando transferidas para a temperatura de 22 °C, após um período de exposição a 2 °C (FARAGHER E MAYAK, 1984). Nesse caso, os autores atribuíram essa aceleração da senescência ao avanço e estímulo do pico da produção de etileno devido a temperatura mais baixa. Similarmente em cravos (*Dianthus caryophyllus*) a temperatura de armazenamento de 0 °C por 4 ou 5 semanas causou um pico na produção de etileno (PAULIN *et al.*, 1985).

A temperatura ideal para o armazenamento de flores varia entre espécies e até mesmo dentro de cada espécie; contudo, algumas flores tropicais como *Anthurium andraeanum* André, cvs. Nitta, Kaumana, Ozaki tem sua longevidade prolongada quando armazenadas na faixa de temperatura entre 14 e 17 °C (PAULL, 1987). Já inflorescências de *Strelitzia reginae* Ait., segundo Moraes *et al.* (1999), se mantém com excelente qualidade até os 14 dias de armazenamento a 10 °C sem manifestar nenhum sintoma de injúria por frio.

Flores de *Narcissus tazetta* L., cv. Paper White e *Narcissus pseudonarcissus* L., cv. Geranium envasadas apresentaram o dobro da longevidade pós-produção quando armazenadas a 0 °C, comparada às flores mantidas a 12,5 °C (CEVALLOS E REID, 2000), indicando uma correlação inversa entre a taxa respiratória e a vida de vaso dessas flores.

Armazenando flores de *Leucocoryne coquimbensis* a 2 °C por 3 ou 7 dias, Elgar *et al.* (2003) verificou que a longevidade foi de 8 a 9 dias, porém, quando mantidas a 12 ou 20 °C por 3 dias, apresentaram longevidade apenas de 5 a 7 dias.

Kelley *et al.* (2003) trabalhando com flores comestíveis verificaram que *Viola tricolor* L. cv. Helen Mount; *Viola x wittrockiana* L., cv. Accord Clear Mixture e *Tropaeolum majus* L. cv. Jewel Mix, podem ser armazenadas a 0 e 2,5 °C por duas semanas, com perfeita qualidade visual. Por esse mesmo período, flores de *Borago officinalis* L. podem ser armazenadas a -2,5 °C com qualidade aceitável; já as flores de *Phaseolus coccineus* L., cv. Dwarf Bees não exibiram qualidade

satisfatória durante duas semanas de armazenamento em nenhuma das temperaturas estudadas (-2,5; 0; 2,5; 5; 10 e 20 °C), exibindo necroses, mofo e colapso dos tecidos.

Joyce e Shorter (2000) verificaram que a faixa de temperatura de segurança para o armazenamento de flores de *Anigozanthos spp.*, cvs. H1 e Bush Dawn é entre 2 e 5 °C, pois quando mantidas a 0 °C apresentaram injúria por frio, cujos sintomas foram o murchamento e descoloração das pétalas.

Em *Gerbera jamesonii* cv. Vesuvio e *Helianthus annuus* L. (ÇELIKEL E REID, 2002) verificaram que é possível armazená-las em temperaturas próximas a de congelamento sem exibir nenhum sintoma de injúria por frio.

Temperaturas relativamente baixas podem também causar outros efeitos adversos à longevidade de flores, como o estímulo à síntese de etileno, fato esse ocorrido e rosas, as quais apresentaram aceleração da senescência quando transferidas para a temperatura de 22 °C, após um período de exposição a 2 °C, onde Faragher e Mayak (1984) atribuíram o avanço e estímulo do pico da produção de etileno a temperatura mais baixa. Similantemente em cravos (*Dianthus caryophyllus*) o armazenamento a 0 °C por 4 ou 5 semanas, causou um pico na produção de etileno (PAULIN *et al.* 1985).

ATMOSFERA MODIFICADA

A perda de água e o murchamento de produtos hortícolas ocasionados pela elevada taxa respiratória e transpiratória durante o armazenamento, podem ser minimizados pela modificação da atmosfera ao redor do produto, cujo princípio básico baseia-se em reduzir a capacidade do ar circundante em absorver vapor de água da sua superfície. Essa modificação pode ser adquirida pela redução da temperatura, elevação da umidade do ar e adição de barreiras protetoras, tais como, filmes plásticos ou substâncias como ceras e emulsões, dentre outros (LANA E FINGER, 2000).

Contudo, a crescente preocupação em reduzir o volume do lixo e a dificuldade em reciclar a maioria das embalagens, tem incentivado pesquisas no sentido de buscar materiais extraídos de plantas que possuam a capacidade de formar géis com propriedades semelhantes às obtidas nos revestimentos comerciais, ou seja, formar barreira protetora contra perda de água e passagem de O₂ e CO₂ criando, dessa forma, uma atmosfera modificada ao redor do produto; apresenta ainda as vantagens de não agredir o meio ambiente e possuir baixo custo em comparação às formulações ou embalagens encontradas no mercado (MAFTOONAZAD E RAMASWAMY, 2005).

Esses revestimentos podem ser fabricados a base de lipídeos e polissacarídeos extraídos de sementes, folhas e/ou frutos, como é o caso de películas fabricadas à base de sementes de *Caesalpinia pulcherrima*, arbusto da

família leguminosae, cujas sementes são ricas em polissacarídeos tipo galactomananas, hidrofóbicas e insolúveis em solventes orgânicos.

A eficiência dos revestimentos biodegradáveis é dependente da permeabilidade desses e da taxa respiratória do produto, que por sua vez podem ser afetados pela temperatura de armazenamento (MAFTOONAZAD E RAMASWAMY, 2005).

Contudo, os revestimentos a base de polissacarídeos apresentam controvérsia em relação à permeabilidade aos gases O₂ e CO₂ e ao vapor d'água. Baldwin *et al.* (1999) citam que os revestimentos a base de polissacarídeos são menos permeáveis aos gases O₂ e CO₂ e mais permeáveis ao vapor d'água; já Ribeiro *et al.* (2007), enfatizam que esses possuem igualmente alta seletividade aos gases e vapor d'água.

Por outro lado, cerejas revestidas com películas à base de polissacarídeos extraídos de *Aloe vera* L., apresentaram perdas reduzidas de massa sem a incorporação de lipídeos em sua composição (MARTINEZ-ROMERO *et al.*, 2006).

Outra consideração em relação aos revestimentos biodegradáveis é em relação ao uso dos plasticizantes Viña *et al.* (2007), citam que a adição de glicerol (agente plasticizante) ao filme de PVC (Cloro de Polivinil), apesar de promover integridade física, reduzir a permeabilidade ao vapor d'água e aos gases O₂ e CO₂, promoveu perda de massa acima do limite recomendável para repolho (*Brassica oleracea*).

Outros trabalhos utilizando revestimentos biodegradáveis em frutos e hortaliças são encontrados na literatura. A exemplo, cita-se películas à base de metilcelulose em frutos de abacate que se mostrou benéfica em retardar o amadurecimento, agindo como barreira física a troca de gás entre o fruto e o ambiente; diminuiu a taxa de catabolismo do substrato e habilidade em gerar energia requerida para conduzir as reações bioquímicas associadas ao amadurecimento, além de influenciar favoravelmente diversas propriedades do fruto durante o amadurecimento (MAFTOONAZAD E RAMASWAMY, 2005).

Películas a base de cactus, contendo ou não glicerol como agente plasticizante, foram testadas em morango (*Fragaria ananassa*). Nesse caso, Del-Vale *et al.* (2005) verificaram que, após nove dias de armazenamento, o revestimento contendo glicerol proporcionou melhor sabor e maiores notas pelos jogadores; porém, a melhor aparência visual e brilho foram verificados nos frutos revestidos com a película sem adição do glicerol.

O uso de películas à base de babosa (*Aloe vera*) em cereja (*Prunus avium*) promoveu retardo na perda de umidade e mudança de coloração, reduziu o amolecimento dos frutos, taxa respiratória, perda de massa e acidez titulável (MARTINEZ-ROMERO *et al.*, 2006). Yaman e Bayoindirli (2002) trabalhando com cerejas, revestidas com película comestível SemprefreshTM (composto de ésteres de sacarose de ácidos graxos, carboximetil-

celulose de sódio e monodiglicerídeos de ácidos graxos), observaram que houve retardo nas mudanças de vários parâmetros de amadurecimento como perda de massa, firmeza da polpa e coloração da casca nos frutos revestidos.

Em tomates o revestimento a base de quitosana induziu reações de defesa nos frutos e melhorou a resistência contra o mofo cinzento (LIU *et al.*, 2007). Scanavaca Júnior *et al.* (2007) utilizou película à base de fécula de mandioca (*Manihot esculentum*) em mangas (*Mangifera indica* L.), cv. Surpresa, onde verificaram que o revestimento propiciou redução na perda de massa, menor incidência de antracnose, retardo na mudança de coloração da casca prolongando, dessa forma, a vida de prateleira desses frutos.

Outro efeito benéfico com o uso da atmosfera modificada, além dos citados, é a capacidade de retardar ou minimizar os efeitos de injúria por frio. Ao que tudo indica, esse é decorrente da elevação da umidade no interior do produto, dos níveis de CO₂ e diminuição de O₂. Esse último é citado como principal fator atuante na redução dos sintomas de injúria por frio, já que as enzimas oxidativas peroxidase, polifenoloxidase e fenilalanina amônia-liase, causadoras do escurecimento dos tecidos, possuem baixa afinidade pelo oxigênio.

Alguns trabalhos relatam os efeitos da atmosfera modificada e/ou controlada sobre o retardo e/ou redução nos sintomas de injúria por frio. Por exemplo: em bananas o filme de polietileno não perfurado proporcionou redução nos sintomas de injúria por frio durante o armazenamento a 10 °C (NGUYEN *et al.*, 2004); em pêras (*Punus persica* L.) a atmosfera controlada associada ao tratamento térmico após o pré-armazenamento foi eficaz em retardar os sintomas de injúria por frio, proporcionando ótima qualidade aos frutos após 3 a 4 semanas (MURRAY *et al.*, 2007); em pepinos (*Cucumis sativus*) filmes selados ou perfurados promoveram retardo nos sintomas de injúria por frio, ao passo que os não embalados exibiram esses sintomas já no sexto dia de armazenamento (WANG E QI, 1997).

REGULADORES VEGETAIS

Hormônios vegetais são definidos por Castro *et al.* (2005) como compostos orgânicos de ocorrência natural, produzidos pelas plantas, que em baixas concentrações promove, inibe ou modifica processos morfológicos e fisiológicos do vegetal.

Vários pesquisadores, visando retardar o processo de senescência têm utilizado substâncias sintéticas que possuem propriedades semelhantes a dos hormônios vegetais os quais são conhecidos como reguladores de crescimento ou reguladores vegetais. Esses reguladores são utilizados em preservativos florais, podendo ser aplicados de forma isolada, em conjunto com outras substâncias reguladoras de crescimento ou em

junção com antagonistas dos hormônios vegetais (NOWAK E RUDNICKI, 1990).

O aumento na longevidade de flores tratadas com citocininas é o resultado da somatória de muitos efeitos fisiológicos diferentes desse hormônio nos tecidos florais. Podem atuar na manutenção da permeabilidade das membranas, balanço hídrico e no metabolismo de proteínas e de ácidos nucleicos, além de reduzir a produção de etileno (CASTRO, 1993).

As citocininas também são descritas como estabilizadores da respiração e inibidoras da degradação da clorofila (CASTRO, 1993). Esse retardo na degradação da clorofila foi verificado em *Brassica oleraceae* L., onde os floretes tratados com benzilaminopurina (BAP), um regulador vegetal com propriedades semelhantes às das citocininas naturais, manteve a cor verde por até 4 dias, ao passo que os tratados com ethefon apresentaram descoloração já no segundo dia de armazenamento (COSTA *et al.*, 2005).

Outro regulador de crescimento com funções semelhantes ao das citocininas naturais é a benziladenina (BA) que além de promover aumento no conteúdo de clorofila, acarretou em menor perda de massa em folhas de Crisântemos (*Dendranthema grandiflora*) cv. Reagan White (PETRIDOU *et al.*, 2001). Já em olivas (*Olea europaeae*) esse regulador de crescimento foi responsável pela diminuição da taxa respiratória (TSANTILI E PONTIKIS, 2004).

Em *Heliconia latispatha* tratada com 100, 200 e 300 mg L⁻¹ de benziladenina (BA), Moraes *et al.* (2005) verificaram que a vida de vaso foi diretamente proporcional ao aumento das doses. Semelhantemente a vida de vaso de helicônias cvs. Andrômeda e Sexy Pink tratadas com 200 mg L⁻¹ de benziladenina aumentou 2,4 vezes em relação a testemunha, além disso, o tratamento com BA promoveu atraso no escurecimento e na abscisão das brácteas (PAULL E CHANTRACHIT, 2001).

Flores de *Hemerocallis fulva* cv. Royal Crown tratadas com benzilaminopurina (BAP) e cinetina (ambas citocininas) apresentaram maior longevidade, elevado peso fresco, além de maior conteúdo de água nos tecidos (GULZAR *et al.*, 2005).

Assim como as citocininas, outro fitormônio que tem apresentado resultados positivos em prolongar a vida de vaso de flores e plantas ornamentais são as giberelinas, os quais são considerados hormônios da juvenilidade por retardarem os processos de senescência de produtos hortícolas, através do retardo da degradação da clorofila, elevação da síntese de carotenóides, redução da perda de firmeza dos tecidos e, a exemplo das citocininas, também promovem a síntese de ácidos nucleicos e proteínas (CHITARRA E CHITARRA, 2005). Esses resultados foram observados em crisântemos por Flórez-Roncancio (1996).

Outros efeitos benéficos, com o uso desse regulador vegetal, podem ser citados como prevenção do escurecimento e aborto dos botões florais em lírios orientais e asiáticos, verificados por Ranwala e Miller

(2005) e alongamento dos pedúnculos de hastes de *Zantedeschia ellottiana* (W. Wats) citados por Janowska e Jerzy (2004).

Em Rosa x híbrida, cv. Mercedes, o ácido giberélico suprimiu o desenvolvimento de do fungo *Botrytis blight* quando aplicados diretamente na base das pétalas; porém, quando o tratamento foi realizado através de pulverizações, necessitou um aumento de 17 vezes na concentração para produzir efeito. Em *Cactus pea* esse regulador reduziu a incidência de doenças após 45 dias de armazenamento refrigerado, porém, não foi efetivo quando os frutos foram mantidos por quatro dias adicionais a 20 °C (SCHIRRA *et al.*, 1999).

Por outro lado, resultados depreciativos na longevidade de flores utilizando ácido giberélico foram verificados em crisântemos, onde a aceleração da senescência foi promovida à medida que aumentou as concentrações desse regulador, tanto em flores como folhas. Segundo Brackmann *et al.* (2005), isso pode ter sido atribuído à nutrição deficiente veiculada pela solução conservante e intensidade luminosa, que foram capazes de suprimir os assimilados, causando a aceleração dos processos de senescência.

Em relação à forma de aplicação do ácido giberélico, Skutnik *et al.* (2001) verificaram que a imersão de folhas em solução contendo esse regulador foi mais eficiente que o tratamento de *pulsing*, provavelmente pelo fornecimento diretamente no local de contato dos tecidos da folha com o regulador vegetal evitando o transporte, dificultado através dos pecíolos.

Porém, Castro (1993), trabalhando com *Heliconia aurorea* verificou que o ácido giberélico quando fornecido como solução de manutenção foi mais eficiente por promover maior longevidade, brilho, firmeza, menor queda das flores e maior número de inflorescências, quando comparado ao tratamento em solução de *pulsing*, o que poderia ser devido a maior permanência das hastes em contato com a solução, o que possibilitou maior absorção dos compostos, otimizando os benefícios advindo desse tratamento.

O ácido giberélico, assim como outros reguladores vegetais, pode ser utilizado isolado ou em combinação com outros reguladores, como verificado em híbridos de *Sandersonia aurantiaca* x *Littonia modesta* onde a combinação de ácido giberélico e citocinina foram mais eficientes em prevenir a clorose foliar quando comparado a utilização de ambos reguladores de forma isolada (EASON *et al.*, 2001).

A aplicação dos reguladores vegetais em flores é especialmente recomendada antes do armazenamento prolongado ou transporte (NOWAK E RUDNICKI, 1990). Contudo, as respostas à aplicação desses podem ser atribuídas a grande capacidade dos tecidos em absorvê-los ou devido aos baixos níveis desses nos tecidos (PAULL E CHANTRACHI, 2001). Porém, a explicação para os efeitos benéficos das citocininas e ácido giberélico são ainda de natureza desconhecida, porém, a teoria mais

aceita é que ambos reprimam a expressão de Gens Associados à Senescência, denominados gens SAGs.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As helicônias são espécies de flores que tem despertado grande interesse no mercado interno e externo, por apresentarem ampla diversidade de cores, forma e tamanho, podendo ser utilizadas tanto como flores de corte como plantas de jardim. No entanto, apesar de algumas espécies serem consideradas rústicas, devido o retardo nos sintomas de senescência, há registros na literatura indicando a existência de alguns entraves na conservação de algumas espécies desse gênero.

A senescência é um fenômeno complexo do ponto de vista histológico, fisiológico e genético-molecular que conduz a uma série de fatores como ativação de enzimas, degradação e síntese de pigmentos, ácidos nucléicos e proteínas. Diversos fatores interferem nesse processo dentre eles, condições pré-colheita, e, principalmente, fatores genéticos. A senescência pode ainda ser mediada por interações complexas onde estão envolvidos açúcares, enzimas hidrolíticas e hormônios vegetais. Nas espécies de flores em que a vida de vaso é reduzida por mudanças no controle hormonal, geralmente o nível da produção de etileno aumenta drasticamente, conduzindo mudanças na coloração, murchamento e abscisão de pétalas, sépalas, brácteas e folhas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ABREU, C. M. P. de; SANTOS, C. D. dos; CHAGAS, S. J. de R.; COSTA, L. Efeito da embalagem de polietileno e da refrigeração no escurecimento interno e nas atividades da peroxidase e polifenoloxidase, durante a maturação do abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merr. cv. Smooth Cayenne). *Revista Ciência e Agrotécologia*, v. 22, n. 4, p. 454-465, 1998.
- ASSIS, S. M. P.; MARIANO, R. R. L.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; MENEZES, M.; ROSA, R. C. T. da. **Doenças e pragas das helicônias**. UFRPE. Recife-PE, 120 p., 2002.
- AYALA-ZAVALA, F.; WANG, S. Y.; WANG, C. Y. GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, v. 37, p. 687-695, 2004.
- BALDWIN, E. A.; BURNS, J. K.; KAZOKAS, W.; BRECHT, J. K.; HAGENMAIER, R. D.; BENDER, R. J.; PESIS, E. Effect of two edible coatings with different

- permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 215-226, 1999.
- BOERJAN, W.; RALPH, J.; BAUCHER, M. Lignin biosynthesis. **Annu. Rev. Plant Biol.**, v. 54, p. 519-546, 2003.
- BRACKMANN, A.; BELLÉ, R. A.; FREITAS, S. T. de; MELO, A. M. de. Qualidade pós-colheita de crisântemos (*Dendrathera grandiflora*) mantidos em soluções de ácido giberélico. **Revista Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1451-1455, 2005.
- BUCHANAN, B. B.; GRUISSSEN, W.; JONES, R. L. (eds.). **Biochemistry and molecular biology of plants**. American Society of Plant Physiologists, Rockville, 2000.
- 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**, v. 3, n. 1, p. 27-31, 1997.
- CARNEIRO, T. F.; FINGER, F. L.; SANTOS, V. R. dos; NEVES, L. L. de M.; BARBOSA, J. G. Influência da sacarose e do corte da base da haste na longevidade de inflorescências de *Zinia elegans*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 8, p. 1065-1070, 2002.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. **Manual de Fisiologia Vegetal**. 1. ed. Piracicaba: CERES, 2005. 650p.
- CASTRO, C. E. F. de. **Helicônias como flores de corte: adequação de espécies e tecnologia pós-colheita**. Piracicaba: ESALQ, 1993. 191p. (Tese de Doutorado).
- CATSKY, J. Water content In: SLAVIK, B. **Methods of studying plant water relations**. Berlin, Springer-Verlag, 1974. p. 121-131.
- ÇELIKEL, F. G.; REID, M. S. Storage temperature affects the quality of cut flowers from the asteraceae. **HortScience**, v. 37, n.1, p. 148-150, 2002.
- CEVALLOS, J. C.; REID, M. S. Effects of temperatura on the respiration and vase life of Narcissus flowers. **Acta Horticulturae**, v. 517, p. 335-341, 2000.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós – colheita de frutos hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- CHOEHOM, R.; KETSA, S.; VAN DOORN, W. G. Senescent spotting of banana peel is inhibited by modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, v. 31, p. 167-175, 2004.
- COSTA, M. L.; CIVELLO, P. M.; CHAVES, A. R.; MARTÍNEZ, G. A. Effect of ethephon and 6-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzymes and a peroxidase-linked chlorophyll bleaching during post-harvest senescence of broccoli (*Brassica oleracea* L.) at 20 °C. **Postharvest Biology and Technology**, v. 35, p. 191-199, 2005.
- COUTO, A. B.; RAMOS, L. A.; CAVALHEIRA, E. T. G. Aplicação de pigmentos de flores no ensino da química. **Revista Química Nova**, v. 21, n. 2, 221-227, 1998.
- CUNHA, J. C. da. **Manejo pós-colheita de folhas de cinco espécies ornamentais: ave-do-paraíso (*Strelitzia reginae*), samambaia-paulista (*Nephrolepis pectinata*), costela-de-adão (*Monstera deliciosa*), samambaia-rabo-de-peixe (*Nephrolepis biserrata*) e palmeira-rápis (*Rhapis excelsa*)**. Viçosa: UFV, 1998. 91p. (Disseração de Mestrado).
- DEL-VALE, V.; HERNANDÉZ-MUÑOZ, P.; GUARDA, A.; GALLOTTO, M. J. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. **Food Chemistry**, v. 91, p. 751-756, 2005.
- DE MARTINS, G.; VIZOVITIS, K.; BOTONDI, R.; BELLINCONTRO, A.; MENCARELLI, A. 1-MCP controls ripening induced by impact injury on apricots by affecting SOD and POX activities. **Postharvest Biology and Technology**, v. 39, p. 38-47, 2006.
- DOWNS, C. G.; SOMERFIELD, S. D.; DAVEY, M. C. Cytokinin treatment delays senescence but not sucrose loss in harvested broccoli. **Postharvest Biology and Technology**, v. 11, p. 93-100, 1997.
- EASON, J. R. Molecular and genetic aspects of flower senescence. **Stewart Postharvest Review**, p. 1-7, 2006.
- EASON, J. R.; MORGAN, E. R.; MULLAN, A. C.; BURGE, G. K. Postharvest characteristics of santonia “Golden Lights” a new hybrid cut flower from *Sandersonia aurantiaca* X *Littonia modesta*. **Postharvest Biology and Technology**, v. 22, p. 93-97, 2001.
- EISINGER, W. Role of cytokinins in carnation flower senescence. **Plant Physiology**, v. 59, p. 707-709, 1977.
- ELGAR, H. J.; FULTON, T. A.; WALTON, E. F. Effect of harvest stage, storage and ethylene on the vase life of Leucocoryne. **Postharvest Biology and Technology**, v. 27, p. 213-217, 2003.
- FARAGHER, J. D.; MAYAK, S. Physiological responses of cut rose flowers to exposure to low temperature: changes in membrane permeability and ethylene

- production. **Journal of Experimental Botany**, v. 35, n. 156, p. 965-974, 1984.
- FINGER, F. L.; VIEIRA, G.; LEDSHAM, L. R. Maturity standard and pericarp browning of litchi fruit. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 9, n. 1, p. 15-18, 1997.
- FLÓREZ-RONCANCIO, V. J.; CASTRO, C. E. F. de; DEMATTÊ, M. E. S. P. Manutenção da qualidade e aumento da longevidade floral de crisântemo cv. White Polaris. **Bragantia**, v. 55, n. 2, p. 299-307, 1996.
- GULZAR, S.; TAHIR, I.; AMIN, I.; FAROOQ, S.; SULTAN, S. M. Effect of cytokinins on the senescent and longevity of isolated flowers of Day Lily (*Hemerocallis fulva*) cv. Royal Crown sprayed with cycloheximide. *Acta Horticulturae*, v. 669, p. 395-403. In: **Proc. VIIIth IS Postharvest Phys. Ornamentals**, 2005.
- HE, S.; JOYCE, D. C.; IRVING, D. E.; FARAGHER, J. D. Stem end blockage in cut *Grevillea* "Crimson Yul-lo" inflorescences. **Postharvest Biology and Technology**, v.41, p. 78-84, 2006.
- HERSHKOVITZ, V.; SAGUY, S. I.; PESIS, E. Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, v. 37, p. 252-264, 2005.
- JANOWSKA, B.; JERZY, M. Effect of gibberellic on the quality of cut flowers of *Zantedeschia elliottiana* (W. Wats.) Engl. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities**, v. 7, issue 2, Series Horticulturae, 2004.
- JAROENKIT, T.; PAULL, R. E. Postharvest handling of heliconia, red ginger, and bird-of-paradise. **HortTechnology**, v. 13, n. 2, p. 259-266, 2003.
- JOYCE, D. C.; MEARA, S. A.; HETHERINGTON, S. E.; JONES, P. Effects of cold storage on cut *Grevillea* "Sylvia" inflorescences. **Postharvest Biology and Technology**, v. 18, p. 49-56, 2000.
- JOYCE, D. C.; SHORTER, A. J. Long term, low temperature storage injures kangaroo paw cut flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, p. 203-206, 2000.
- LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera Modificada e Controlada: Aplicação na Conservação de Produtos Hortícolas**. Brasília, DF: Embrapa, 2000. 34p. (Comunicação para Transferência de Tecnologia).
- LEGNANI, G.; WATKINS, C. B.; MILLER, W. B. Low oxygen affects the quality of Asiatic hybrid lily bulbs during simulated dry-sale storage and subsequent forcing. **Postharvest Biology and Technology**, v. 32, p. 223-233, 2004.
- LI, X.; LI, S.; LIN, J. Effect of GA₃ spraying on lignin and auxin contents and the correlated enzyme activities in bayberry (*Myrica rubra* Bieb.) during flower-bud induction. **Plant Science**, v. 164, p. 549-556, 2003.
- LIU, J.; TIAN, S.; MENG, X.; XU, Y. Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 44, p. 300-306, 2007.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2001. 3^a ed. 1088 p.
- LOUBAUD, M.; VAN DOORN, W. G. Wound-induced and bacteria-induced xylem blockage in roses, *Astilbe*, and *Viburnum*. **Postharvest Biology and Technology**, v. 32, p. 281-288, 2004.
- LYONS, J. M.; RAISON, J. K. Oxidative activity of mitochondria isolated from plant tissues sensitive and resistant to chilling injury. **Plant Physiology**, v. 45, p. 193-197. 1970.
- MAFTOONAZAD, N.; RAMASWAMY, H.S. Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. **LWT**, v. 38, p. 617-624, 2005.
- MARKHART, A. H. Chilling injury: a review of possible causes. **HortScience**, v. 21, n. 6, dez. 1986.
- MARKAKIS, P. **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. p. 181-207.
- MARTÍNEZ-ROMERO, D.; ALBURQUERQUE, N.; VALVERDE, J. M.; GUILLÉN, F.; CASTILLO, S.; VALERO, D.; SERRANO, M. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: A new edible coating. **Postharvest Biology and Technology**, v. 39, p. 93-100, 2006.
- MATSUNO, H.; URITANI, I. Physiological behavior of peroxidase isozymes in sweet potato root tissue injured by cutting or with black rot. **Plant and Cell Physiology**, Tokio, v. 13, p. 1091-1101, 1972.
- MAYAK, S.; HALEVI, A. H.; KATZ, M. Correlativ changes in phytohormones in relation to senescence in rose petals. **Physiol. Plant.**, v. 27, p. 1-4, 1972.
- MENSUALI-SODI, A.; FERRANTE, A. Physiological changes during postharvest life of cut sunflowers. *Acta Horticulturae*, v. 669, p. 219-224. In: **Proc. VIIIth IS Postharvest Phys. Ornamentals**, 2005.

- MOK, D. W. S.; MOCK, M.C. Cytokinins, chemistry, activity and function. Boca Raton, CRC Press, 1994.
- MORAES, P. J. de; FINGER, F. L.; BARBOSA, J. G.; CECON, P. R. Influence of benzyladenine on longevity of *Heliconia latispatha* Benth. Acta Horticulturae, v. 683. In: **Prov. Vth IS on New Flor.** Crops, p.369-373, 2005.
- MORAES, P. J. de; CECON, P. R.; FINGER, F. L.; BARBOSA, J. G.; ALVARES, V. de S. Efeito da refrigeração e do condicionamento em sacarose sobre a longevidade de inflorescências de *Strelitzia reginae* Ait. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 5, n. 2, p. 151-156, 1999.
- MURRAY, R.; LUCANGELI, C.; POLENTA, G.; BUDDE, C. Combined pre-storage heat treatment and controlled atmosphere storage reduced internal breakdown of 'Flavorcrest' peach. **Postharvest Biology and Technology**, v. xxx, p.xxx-xxx, 2007.
- NERES, C. R. L.; VIEIRA, G.; DINIZ, E. R.; MOTA, W. F. da; PUIATTI, M. Conservação do jiló em função da temperatura de armazenamento e do filme de polietileno de baixa densidade. **Revista Bragantia**, Campinas, v.63, n.3, p.431-438, 2004.
- NGUYEN, T. B. T.; KETSA, S.; VAN DOORN, W. G. Effect of modified atmosphere packaging on chilling-induced peel browning in banana. **Postharvest Biology and Technology**, v. 31, p. 313-317, 2004.
- NGUYEN, T. B. T.; KETSA, S.; VAN DOORN, W. G. Relationship between browning and the activities of polyphenol oxidase and phenylalanine ammonia lyase in banana peel during low temperature storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 30, p. 187-193, 2003.
- NOWAK, J.; RUDNICKI, R. M. **Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens and potted plants.** Portland, Timber Press, 210 p., 1990.
- OLIVEIRA, M. J. G. de. **Tecnologia pós-colheita de *Heliconia spp.*** Campinas: UNICAMP, 1996, 211 p. (Tese de Doutorado).
- OREN-SHAMIR, M.; SHAKED-SACHRAY, L.; NISSIM-LEVI, A.; ECKER, R. Anthocyanin pigmentation of lisianthus flower petals. **Plant Science**, V. 140, p. 99-106, 1999.
- PARKIN, K. L.; MARANGONI, A.; JACKMAN, R. L.; YADA, R. Y.; STANLEY, D. W. Chilling injury. A Review of possible mechanisms. **Journal of Food Biochemistry**, v. 13, p. 127-153, 1989.
- PAULL, R. E. Effect of storage duration and temperature on cut anthurium flowers. **HortScience**, v. 22, n. 3, p. 459-460, 1987.
- PAULL, R. E.; CHANTRACHIT, T. Benzyladenine and vase life of tropical ornamentals. **Postharvest Biology and Technology**, v. 21, p. 303-310, 2001.
- PAULIN, A. **Postcosecha de las flores cortadas bases fisiológicas.** Ediciones HortiTecnica LTDA, segunda edição, Santa Fé de Bogotá, Colômbia, 1997.
- PAULIN, A.; KERHARDY, F.; MAESTRI, B. Effect of drought and prolonged refrigeration on senescence in cut carnation (*Dianthus caryophyllus*). **Physiol. Plant**, v. 64, p. 535-540, 1985.
- PENNYCOOKE, J. C.; COX, S.; STUSHNOFF, C. Relationship of cold acclimation, total phenolic content and antioxidant capacity with chilling tolerance in petunia (*Petunia x hybrid*). **Environmental and Experimental Botany**, v. 53, p. 225-232, 2005.
- PETRIDOU, M.; VOYIATZI, C.; VOYIATZI, D. Methanol, ethanol and other compounds retard leaf senescence and improve the vase life and quality of cut chrysanthemum flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 23, p. 79-83, 2001.
- RATTANAWISALANON, C.; KETSA, S.; VAN DOORN, W. G. Effect of aminooxyacetic acid and sugars on the vase life of Dendrobium flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 29, p. 93-100, 2003.
- RIBEIRO, C.; VICENTE A. A.; TEIXEIRA, J. A.; MIRANDA, C. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. **Postharvest Biology and Technology**, v. xxx , p. xxx-xxx, 2007.
- SCAVANACA JÚNIOR, L.; FONSECA, N.; PEREIRA, M. E. C. Uso de fécula de mandioca na pós-colheita de manga "surpresa". **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n.1, p. 67-71, 2007.
- SCHIRRA, M.; D'HALLEWIN, G.; INGLESE, P.; LA MANTIA, T. Epicuticular changes and storage potencial of cactus pear [*Opuntia ficus-indica* Miller (L.)] fruit following gibberellic acid preharvest sprays and postharvest heat treatment. **Postharvest Biology and Technology**, v. 17, p. 79-88, 1999.
- 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**, v. 94, p. 229-232, 1995.

- SHANKHLA, N.; MACKAY, W. A.; DAVIS, T. D. Effects of thidiazuron on senescence of flowers in cut inflorescences of *Lupinus densiflorus* Benth. *Acta Horticulturae*, v. 669, p. 239-243. In: **Proc. VIIIth IS Postharvest Phys. Ornamentals**, 2005.
- SKUTNIK, E.; LUKASZEWSKA, A.; SEREK, M.; RABIZA, J. Effect of growth regulators on postharvest characteristics of *Zantedeschia aethiopica*. **Postharvest Biology and Technology**, v. 21, p. 241-246, 2001.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Editora Artmed: Porto Alegre-RS, 3^a edição, 2004, 719 p.
- TSANTILI, E.; PONTIKIS, C. Response to ethylene and its interactive effects with N⁶-benzyladenine (BA) in harvested green olives during ripening. **Postharvest Biology and Technology**, v. 33, p. 153-162, 2004.
- VAN DOORN, W. G. Aspiration of air at the cut surface of rose stems and its effect on the uptake of water. **J. Plant Physiol.**, v. 137, p. 160-164, 1990.
- VAN DOORN, W. G.; JONES, R. B. Ultrasonic acoustic emissions from excised items of two *Thryptomene species*. **Physiologia Plantarum**, v. 92, p. 431-436, 1994.
- VAN DOORN, W. G. Vascular occlusion in cut flowering rose stems exposed to air: role of the xylem wall pathway for water. **Physiologia Plantarum**, v. 90, p. 45-50, 1994.
- VAN DOORN, W. G.; REID, M. S. Vascular occlusion in stems of cut rose flowers exposed to air: role of xylem anatomy and rates of transpiration. **Physiologia Plantarum**, v. 93, p. 624-629, 1995.
- VAN DOORN, W. G. Water relations of cut flowers. **Horticultural Reviews**, v. 18, 1997.
- VAN DOORN, W. G. Vascular occlusion in cut flowers. I. General Principles and Recent Advances. *Acta Horticulturae*, v. 482. In: **Proc. of the Int. Symp. on Cut Flowers in the Tropics**, p.59-63, 1999a.
- VAN DOORN, W. G. Water relations of cut flowers. II. Some Species of tropical provenance. *Acta Horticulturae*, v. 482. In: **Proc. of the Int. Symp. on Cut Flowers in the Tropics**, p. 65-69, 1999b.
- VAN DOORN, W. G.; CRUZ, P. Evidence for a wounding-induced xylem occlusion in stems of cut chrysanthemum flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v.19, p. 73-83, 2000.
- 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**, v.26, p. 275-284, 2002.
- VAN IEPEREN, W.; MEETEREN, U. V.; NIJSSE, J. Embolism repair in cut flower items: a physical approach. **Postharvest Biology and Technology**, v.25, p. 1-14, 2002.
- VAN MEETEREN, U.; ARÉVALO-GALARZA, L.; VAN DOORN, W. G. Inhibition of water uptake after dry storage of cut flowers: role of aspired air and wound-induced processes in chrysanthemum. **Postharvest Biology and Technology**, v. 41, p. 70-77, 2006.
- VASLIER, N.; VAN DOORN, W. G. Xylem occlusion in bouvardia flowers: evidence for a role of peroxidase and catechol oxidase. **Postharvest Biology and Technology**, v.28, p. 231-237, 2003.
- VIÑA, S. Z.; MUGRIDGE, A.; GRACY, M. A.; FERREYRA, R. M.; MARTINO, M. N.; CHAVES, A. R.; ZARITZKY, N. E. Effects of polyvinylchloride films and edible starch coatings on quality aspects of refrigerated Brussels sprouts. **Food Chemistry**, v. 103, p.701-709, 2007.
- WANG, C. Y.; QI, L. Modified atmosphere packaging alleviates chilling injury in cucumbers. **Postharvest Biology and Technology**, v.10, p. 195-200, 1997.
- WEATHERLEY, P. E. Studies in water relations of cotton plant. I. The field measurement of water deficits in leaves. **New Phytology**, v. 49, p. 81-97, 1950.
- WISSEMANN, K. W.; LEE, C. Y. Polyphenoloxidase activity during grape maturation and wine production. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 31, n. 3, p. 206-211, 1980.
- WHITMAN, C. M.; HEINS, R. M.; FUNNEL, K. A. GA₄₊₇ plus benzyladenine reduce foliar chlorosis of *Lilium longiflorum*. **Scientia Horticulturae**, v. 89, p. 143-154, 2001.
- XU, J. The effect of low-temperature storage on the activity of polyphenol oxidase in *Castanea henryi* chestnuts. **Postharvest Biology and Technology**, v. 38, p. 91-98, 2005.
- YAMAN, O.; BAYOINDIRLI, L. Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol.**, v. 35, p. 146-150, 2002.

Recebido em 14/01/2010

Aceito em 22/10/2010