

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Conservação pós-colheita de inflorescências de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cv. Flare Deep Rose

Cristiane Calaboni

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutora em Ciências. Área de concentração:
Fisiologia e Bioquímica de Plantas

Piracicaba
2019

Cristiane Calaboni
Bacharel em Ciências Biológicas

**Conservação pós-colheita de inflorescências de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*)
cv. Flare Deep Rose**

Orientador:
Prof. Dr. **RICARDO ALFREDO KLUGE**

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutora em Ciências. Área de concentração:
Fisiologia e Bioquímica de Plantas

Piracicaba
2019

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos...

Ao meu marido William Chiarini Deliberali por todo amor, compreensão, companheirismo e apoio nos momentos de dificuldade.

Aos meus pais e irmãos, Sérgio Carlos Calaboni, Sirlei Delatorre Calaboni, Adriane Calaboni e Rodrigo Calaboni por todo amor, carinho e compreensão.

Aos demais familiares e amigos por todo suporte e compreensão pelos momentos de ausência para condução dos experimentos.

Ao Prof. Ricardo Alfredo Kluge pela oportunidade de aprendizado, paciência e suporte, além da grande amizade!

À Prof^a Claudia Fabrino Machado Mattiuz por toda atenção, carinho, paciência, amizade e também pelo suporte na obtenção das inflorescências.

Ao Prof. Paulo Roberto de Camargo e Castro pelo auxílio na obtenção dos biorreguladores.

Aos queridos amigos do Laboratório de Fisiologia Pós-colheita: Ana Paula Preczenhak, Allan Patrick de Abreu Vieira, Yane Bezerra dos Anjos, Bruna Orsi, Bruna Filipin, Bruna Isadora Trennepohl, Lorena Pierina, Catherine Amorim e Magda Tesmmer. E aos amigos queridos de início de caminhada na pós-colheita: Cleucione Pessoa, Carlos Dornelles Soares, Natália Berno, Jaqueline Vizioni Tezotto Uliana, Luciane Mendes e Juliana Tauffer de Paula.

Aos queridos estagiários pelo auxílio nos experimentos e pela amizade.

À Cooperflora pelo fornecimento das inflorescências, principalmente à Monalisa Flores pela atenção e dedicação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior - brasil (capes) - código de financiamento 001.

RESUMO

Conservação pós-colheita de inflorescências de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cv. Flare Deep Rose

A produção brasileira de flores é um dos segmentos mais promissores do agronegócio atual. O lisianthus configura neste panorama como uma das principais flores de corte. As flores em geral são caracterizadas como produtos de alta perecibilidade devido aos processos fisiológicos intensos que levam à senescência e por isso são extremamente dependentes do manejo pós-colheita adequado. O desenvolvimento de soluções conservantes baseadas nas alterações fisiológicas das plantas é um dos grandes avanços no manuseio das flores de corte. Além disso, as inflorescências de lisianthus apresentam desuniformidade de coloração após a colheita, devido aos botões florais que se abrem com coloração mais clara em relação às demais flores que compõem a haste. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de solução de *pulsing* com três tipos de biorreguladores na conservação pós-colheita de lisianthus cv. Flare Deep Rose: 6-benzilaminopurina (BAP), ácido giberélico (GA_3) e ácido abscísico (ABA). Além disso, foi avaliada a associação do biorregulador mais eficaz a dois tipos de carboidratos (sacarose e glicose). O ABA foi o mais eficaz na manutenção pós-colheita, tendo mantido a turgescência e retardado a senescência das inflorescências. O GA_3 acelerou o desenvolvimento, reduzindo a vida de vaso, enquanto que o BAP não afetou a longevidade das flores. Porém, o ABA reduziu o acúmulo de antocianinas nas pétalas das flores e botões. A glicose intensificou a tonalidade das inflorescências que abriram após a colheita, enquanto que aquelas tratadas com ABA exibiram tonalidade mais clara. O ABA causou fechamento estomático e produção de superóxido nas pétalas, enquanto a sacarose provocou maior abertura estomática e inibiu a produção de espécies reativas de oxigênio. Assim, a aplicação de ABA pode induzir adaptação ao estresse, como fechamento estomático, porém reduz a coloração das pétalas. A aplicação de glicose pode auxiliar na manutenção da cor dos botões que se abrem após a colheita.

Palavras-chave: Solução de *pulsing*; Biorreguladores; Carboidratos; Qualidade; Fisiologia pós-colheita

ABSTRACT

Postharvest conservation of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cv. Flare Deep Rose

Professional brazilian floriculture is one of the most promising segments of intensive horticulture in current national agribusiness. Lisianthus is an important cut flower, due to its large inflorescences, long stems and several color of flowers. However, flowers are products of high perishability due to intense physiological processes that cause senescence and therefore require adequate postharvest techniques. Preservative solutions based on the physiological changes are one of the great advances in flower postharvest. In addition, lisianthus shows nonuniform coloration in buds that open after harvest. The aim of this work was to evaluate the effects of pulsing solutions of three types of plant bioregulators in lisianthus cv. Flare Deep Rose: 6-benzylaminopurine (BAP), gibberellic acid (GA₃) and abscisic acid (ABA). In addition, ally the most effective bioregulator to carbohydrates: glucose and sucrose. ABA was the most effective in postharvest maintenance, it delayed the senescence and turgescence loss, but reduced the accumulation of anthocyanins in flowers and buds. GA₃ accelerated development, reducing vase life, while BAP did not affect flower longevity. ABA treatments (with or without carbohydrates) caused stomatal closure and superoxide production in the petals, while sucrose showed greater stomatal opening and inhibited production of superoxide. Thus pulsing with ABA may induce adaptation to stress, such as stomatal closure, but reduce the petal color. Glucose pulsing can improve the color of the flower petals that open after harvested.

Keywords: Pulsing solutions; Bioregulators; Carbohydrates; Quality; Postharvest physiology

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de flores é um dos mais dinâmicos e promissores segmentos do agronegócio contemporâneo, exibindo indicadores de crescimento significativos como: número de produtores, área cultivada e valor bruto de produção (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014). No Brasil existem 8.248 produtores de flores e plantas ornamentais distribuídos em 14.992 hectares, em propriedades com tamanho médio de 1,8 hectares, onde são produzidas mais de 350 espécies e mais de três mil variedades. O faturamento em 2016 foi de R\$ 6,7 bilhões, o que representa crescimento na ordem de 8% (IBRAFLOR, 2017).

A distribuição da área cultivada com flores e plantas no Brasil é de 50,4% para mudas; 13,2% para flores envasadas; 28,8% para flores de corte; 3,1 % para folhagens em vaso; 2,6% para folhagens de corte e 1,9% para outros produtos da floricultura (JUNQUEIRA; PEETZ, 2013). Dentre as principais espécies comercializadas no país no segmento de flores de corte destacam-se as rosas, crisântemos, lisianthus e gérberas. O consumo médio per capita nacional é de R\$ 26,68 , onde as plantas ornamentais direcionadas para paisagismo e jardinagem são responsáveis por 48,6% desse valor. Em seguida estão as flores de corte com 29,9%, flores e plantas envasadas com 20% e folhagens de corte com 1,5% (LIMA JUNIOR et al., 2015).

Estes índices ainda são considerados baixos em relação ao consumo per capita dos países com mercados mais desenvolvidos (JUNQUEIRA; PEETZ, 2013). Porém, nos últimos anos a floricultura brasileira cresceu em média de 8-10% ao ano e de 12-15% na quantidade de produtos ofertados no mercado (SEBRAE, 2016). O crescimento expressivo neste setor tem sido atribuído à evolução de indicadores socioeconômicos, a melhorias na cadeia de distribuição dos produtos e a expansão da cultura de consumo de flores e plantas como expoentes da qualidade de vida.

O lisianthus foi introduzido primeiramente no Japão em 1933, embora tenha sua origem nos Estados Unidos, onde foi introduzido comercialmente pela Sakata Seed Company no começo da década de 80 (HARBAUGH, 2007). No Brasil foi introduzido, também, na década de 80, porém apresentou destaque na produção nacional somente a partir da década de 90 (SALVADOR, 2000; CAMARGO et al., 2004).

Pertencente à família Gentianaceae foi catalogado nos anos 80 como *Lisianthus russellianus*, mas logo foi reclassificado cientificamente como *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn (syn. *E. andrewsii*, *E. russellianum*, *L. russellianun*) (HARBAUGH, 2007).

E. grandiflorum é uma espécie herbácea bienal quando em cultivo natural, as flores se formam no início da primavera e início do verão (LORENZI; SOUZA, 2008; BACKES, 2004). A planta apresenta inflorescência paniculada determinada, com uma única flor por pedúnculo floral (BAILEY, 1950). As flores são grandes (diâmetro entre 6 e 9 cm), em forma de sino, de pétalas simples ou dobradas, apresentam textura acetinada de coloração branca, amarela, róseas, roxas e esverdeadas, também apresentam cultivares bicolores, além de mesclas e tonalidades intermediárias, podem ser produzidas de 20 a 40 flores por planta. As cultivares destinadas ao corte devem apresentar hastes com comprimento médio entre 50 e 70 cm e folhas ovais e oblongas de coloração verde acinzentada. (BACKES, 2004; BACKES et al., 2007; MEJIA, 2009).

As flores em geral são caracterizadas como produtos de alta perecibilidade, devido à natureza efêmera dos tecidos e pelos processos fisiológicos intensos, assim, têm sua qualidade extremamente dependente do manejo pós-colheita adequado (NOWAK; RUDINICKI, 1990). Alterações bioquímicas, fisiológicas e estruturais ocorrem após a colheita, levando ao processo de desorganização e desagregação dos tecidos e órgãos, tais processos promovem a senescência que é de natureza irreversível (FINGER et al., 2003).

A senescência compreende os processos que dão sequência à maturidade fisiológica levando a morte da planta como um todo, órgão ou tecido a um nível macroscópico, envolvendo a expressão de genes altamente regulados e a presença de mecanismos combinados de degradação celular (YAMADA et al., 2007; SHAHRI; TAHIR, 2014). Mayak (1987) sugere a seguinte sequência de eventos, que ocorrem durante a senescência: alterações nas membranas celulares; elevação da produção de etileno; aumento da respiração; perda de permeabilidade e como consequência, o extravasamento de íons e redução da massa fresca devido à grande perda de água.

O período entre a maturidade e a senescência é menor nas pétalas em relação às folhas, (HALEVY; MAYAK, 1979) e seus efeitos depreciam as hastes. A senescência é caracterizada principalmente pelo aumento dos níveis de ácido abscísico (ABA) e redução de giberelinas. Inicia-se nos órgãos florais assim que as flores se abrem e é um processo altamente regulado que finaliza ao atingir a morte celular programada. Além disso, são características deste processo a produção de espécies reativas de oxigênio – ROS (ROGERS, 2012) e as alterações nos níveis de antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos relacionados à eliminação de ROS (PRICE et al., 2008).

A variabilidade genética confere características próprias a cada cultura, de forma que os sintomas da senescência e a máxima duração de vida de vaso podem variar muito entre espécies e cultivares (REID, 1992; VAN DOORN; DE WITTE, 1999). De maneira geral, a longevidade das flores cortadas é influenciada por fatores ambientais e endógenos, de natureza tanto pré como pós-colheita, destacando-se o estágio de desenvolvimento da flor durante a colheita, a nutrição e a disponibilidade de carboidratos de reserva (KADER, 2002).

As perdas são reflexo, principalmente, da inadequada condução e manuseio, transporte não apropriado, deterioração causada por microrganismos, uso inadequado de embalagens e deficiência na infraestrutura. Isto, também se deve à grande fragilidade das flores, principalmente das pétalas, pois não possuem proteção suficiente de cutícula e assim estão sujeitas a perda de água (CAVASINI, 2013).

A excessiva perda de água por transpiração causa murchamento das flores e limita a longevidade das hastes (VAN DOORN; WITTE, 1991). O turgor de um órgão vegetal é resultado do balanço entre a tendência de perder água por transpiração e a capacidade de drenar a água para as células. Após a colheita, esse equilíbrio é rompido, causando déficit hídrico permanente, com perda gradual da turgidez dos tecidos e consequências drásticas na qualidade do produto (BOROCHOV et al., 1982). Por isso, o aumento da vida de vaso das flores de corte está geralmente associado com os altos níveis de hidratação dos tecidos (MUÑOZ et al., 1982).

Os diversos fatores envolvidos na senescência e no estresse levam a uma série de mudanças no metabolismo fisiológico, assim como nos processos de desorganização celular, gerando aumento na quantidade de ROS. Estas são subprodutos do metabolismo do oxigênio e causam danos oxidativos nos lipídios, proteínas, entre outros, formando produtos tóxicos que afetam severamente as membranas celulares (SHIGEOKA et al., 2002).

A produção de enzimas antioxidantes pelas plantas diminui os danos provocados pelo excesso de ROS, interagindo direta ou indiretamente em vários processos fisiológicos, catalisando a oxidação de substratos como fenóis, aminas e certos compostos heterocíclicos como ácido ascórbico na presença de H_2O_2 (SCANDALIOS, 1993; JIN et al, 2006).

As enzimas antioxidativas atuam reduzindo as espécies reativas de oxigênio. (RABABAH et al., 2011). Algumas delas estão envolvidas no processo de escurecimento, tais como a polifenoloxidase (PPO), a qual age na oxidação de

compostos fenólicos na presença de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) (TEREFE et al., 2014). Acredita-se que a PPO é um promotor da atividade da peroxidase (POD), uma vez que o peróxido é gerado como subproduto durante a oxidação dos substratos fenólicos pela PPO (TOMAS-BARBERAN; SPIN, 2001).

Os compostos fenólicos são produzidos pelo metabolismo secundário dos vegetais e têm função antioxidante devido à presença de hidroxilas e anéis aromáticos em sua estrutura química. Apesar dos compostos fenólicos apresentarem função de proteção contra as espécies reativas de oxigênio, que causam peroxidação dos lipídios, esta reação resulta em quinonas polimerizadas que propiciam o escurecimento de produtos hortícolas (DE MARTINO et al., 2006).

A aplicação de técnicas para prolongar a durabilidade das flores é de grande importância, tal como o emprego de soluções conservantes que mantêm a qualidade e prolongam a vida de vaso das hastes. Estas soluções podem fornecer substrato energético, antioxidante, hidratação dos tecidos, ação antimicrobiana, já que a colheita da flor interrompe o fornecimento de água, substratos respiratórios e outros elementos (De PIETRO, 2009).

O desenvolvimento de soluções conservantes baseadas nas alterações fisiológicas das plantas é um dos grandes avanços no manuseio das flores de corte (De PIETRO, 2009). Segundo Halevy e Mayak (1981), existem quatro tipos de soluções que podem ser utilizadas de acordo com o objetivo de seu uso: fortalecimento (*pulsing*), manutenção, indução de abertura floral e condicionamento.

As soluções de *pulsing* são consideradas um tratamento rápido antes do transporte ou armazenamento que prolonga a vida das flores, mesmo após a transferência para água ou para soluções de manutenção. O tratamento de *pulsing* é um procedimento que hidrata e nutre os tecidos florais utilizando-se, para este fim, açúcares e outros compostos químicos (HALEVY; MAYAK, 1981).

Os carboidratos são a principal fonte de carbono para as flores e a principal fonte de energia necessária para a manutenção de todos os processos bioquímicos e fisiológicos após a separação da planta mãe. Por isso a sacarose, e outros açúcares, são compostos muito utilizados para prolongar a longevidade das hastes (MATTIUZ, 2003).

Os açúcares possuem funções muito importantes como: redução do ponto de congelamento e sensibilidade dos tecidos às injúrias ao frio; auxílio no fechamento estomático (HALEVY; MAYAK, 1981); retardo da degradação de proteínas, lipídios, ácidos nucleicos; manutenção da integridade das membranas, da estrutura e função

mitocondrial; inibição da produção e ação do etileno; e manutenção do balanço hídrico (NOWAK et al., 1991). O principal efeito da sacarose é atuar como substrato respiratório, mantendo o nível de carboidratos e reduzindo ou evitando a proteólise (MAROUSKY, 1972). Assim, o conteúdo desses substratos respiratórios pode indicar a vida potencial da flor cortada a uma determinada temperatura (NICHOLS, 1973). Apesar de vários trabalhos evidenciarem os resultados benéficos do uso de sacarose em soluções conservantes para flores de corte, em *lisianthus* altas concentrações causaram clorose nas folhas e necrose próximo às nervuras (SHIMIZU-YUMOTO; ICHIMURA 2007, 2009).

A aplicação de biorreguladores na pós-colheita de flores têm se tornado alternativa eficaz na manutenção das hastes, devido aos seus efeitos no metabolismo, os quais auxiliam na longevidade das inflorescências. A citocinina sintética 6-benzilaminopurina (BAP) retardou a senescência de flores cortadas de dália e mostrou ser mais eficiente que o 1-metilciclopropeno (1-MCP), um inibidor da ação do etileno (SHIMIZU-YUMOTO; ICHIMURA, 2013). O papel da citocinina no retardo da senescência ainda não está totalmente elucidado, é provável que esta possua um papel complexo no retardo da senescência, provavelmente agindo em diferentes processos (HUANG; CHEN, 2002) como alterações fisiológicas, bioquímicas e estruturais que ocorrem após a colheita (FINGER et al., 2003).

As giberelinas (GAs) desempenham funções importantes no metabolismo das flores, pois atuam desde a transição para o florescimento até o desenvolvimento floral. Entretanto, a giberelina mais importante é o ácido giberélico (GA₃), sendo este produzido e aplicado comercialmente (TAIZ; ZEIGER, 2013). O tratamento com GA₃ apresentou retardo de senescência em flores cortadas de *Gladiolus* (SING et al., 2008). Em *gérbera*, o GA₃ aumentou a quantidade de açúcares redutores nas flores e caules, reduzindo o potencial osmótico, o que contribuiu para absorção de água e manutenção da turgescência das hastes, além de reduzir a transpiração (EMONGOR, 2004). Em *lisianthus*, a interação sinérgica entre BAP e GA₃ retardou a senescência relacionada ao estresse hídrico, manifestado através do *bent-neck* e murchamento de pétalas (MUSEMBI et al., 2015).

O ABA, embora seja um biorregulador vegetal relacionado à senescência, pode ser utilizado na conservação de flores de corte quando utilizado em baixas concentrações. Associado à sacarose através de solução de *pulsing* causou efeito preservativo em hastes cortadas de lírio ‘Sorbonne’, aliviou os sintomas de clorose e

aumentou significativamente o peso fresco das hastes (GENG et al., 2015a; GENG et al., 2015b). Segundo Geng et al. (2015a), o ABA atrasou a degradação de proteínas e promoveu a atividade de enzimas antioxidantes, diminuindo os danos celulares causados pelas espécies reativas de oxigênio.

Efeitos benéficos da aplicação conjunta de sacarose e ABA foram observados na qualidade pós-colheita de *lisianthus* cv. Mira Coral, houve atraso no murchamento das folhas, redução de danos foliares e aumento da longevidade floral (SHIMIZU-YUMOTO; ICHIMURA, 2009; SHIMIZU-YUMOTO et al., 2010) . Os autores relatam que a redução da transpiração foi resultante do efeito do ABA na abertura estomática e o aumento da longevidade das hastes foi devido à translocação de carboidratos endógenos para as flores e botões de *lisianthus*. Segundo Shimizu-Yumoto e Ichimura (2009), hastes de *lisianthus* ‘Mira Coral’ tratadas com solução de pulsing, contendo ABA associado à sacarose, apresentaram atraso no murchamento das folhas e redução nos danos foliares.

Após a colheita de flores, os processos fisiológicos e os fatores ambientais adversos aceleram sua deterioração. Entretanto, o aumento da vida útil pode ser obtido com a utilização adequada de tecnologias de conservação (SONEGO; BRACKMANN, 1995). Embora o *lisianthus* apresente importante posição no mercado de flores brasileiro, os estudos pós-colheita desta espécie ainda são incipientes, tornando-se necessário o desenvolvimento de técnicas de conservação que possibilitem a manutenção da qualidade das flores.

Diante desses aspectos, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes tratamentos pós-colheita para manutenção da qualidade e da longevidade *lisianthus* ‘Flare Deep Rose’, Assim, os objetivos específicos foram avaliar a influência dos biorreguladores na conservação e fisiologia pós-colheita de inflorescências de *lisianthus*. Avaliar o efeito do biorregulador mais eficaz conjuntamente a dois tipos de carboidratos (glicose e sacarose).

CONCLUSÃO

Em suma, o tratamento com *pulsing* de glicose é o mais eficaz na manutenção da coloração de *lisianthus* cv. Flare Deep Rose, sendo esta uma alternativa viável para a manutenção da cor dos botões que se abrem após a colheita. O ABA causa fechamento estomático nas inflorescências de *lisianthus*, mas interfere na coloração dos botões que se abrem após a colheita, dando origem à inflorescências com pétalas mais claras.

Referências

- ALI, H.M.; SIDDIQUI, M.H.; BASALAH, M.O.; ALI-WHAIBI, M.H.; SAKRAN, A.M.; AL-AMRI, A. Effects of gibberellic acid on growth and photosynthetic pigments of *Hibiscus sabdariffa* L. under salt stress. **African Journal of Biotechnology**, v.11, n.4, p.800-804, 2012.
- ALTAEY, D. K. A. The role of GA and organic matter to reduce the salinity effect on growth and leaves contents of elements and antioxidant in pepper. **Plant Archives**, v. 18, n. 1, p. 479-488, 2018.
- BACKES, F. A. A. L. **Cultivo de lisianto (*Eustoma grandiflorum* (raf.) shiners) para corte de flor em sistemas convencional e hidropônico**. 2004. 118p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- BACKES, F. A.; BARBOSA, J.G.; CECON, P. R.; G, J. A.; BACKES, R. L., FINGER, F. L.. Cultivo hidropônico de lisianto para flor de corte em sistema de fluxo laminar de nutrientes. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v. 42, n. 11, p. 1561 – 1566, 2007.
- BAILEY, L. H. 1950. *Eustoma*. In: Bailey, L. H. **The standard encyclopedia of horticulture**. New York: Macmillan. 1950, p. 1176.
- BASKAR, V.; VENKATESH, R.; RAMALINGAM, S. **Flavonoids (antioxidants systems) in higher plants and their response to stresses**. In: Antioxidants and antioxidant enzymes in higher plants. Springer, p. 253-268, 2018.
- BOROCHOV, A.; MAYAK, S.; BROUN, R. The involvement of water stress and ethylene of cut carnation flowers. **Journal of Experimental Botany**, v.33, n.137, p.1202-1209, 1982.
- BOROHOV, A.T.; TIROSH, T.; HALEVY, A.H. Abscisic acid content of senescing petals on cut rose flowers as affected by sucrose and water stress. **Plant Physiology**, v.58, n.2, p.175-178, 1976.
- BRACKMANN, A.; BELLÉ, R.A.; FREITAS, S.T.; MELLO, A.M. Qualidade pós-colheita de crisântemos (*Dendranthema grandiflora*) mantidos em soluções de ácido giberélico. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1451-1455, 2005.
- CAMARGO, M.S.; SHIMIZU, L.K.; SAITO, M.A.; KAMEOKA, C.H.; MELLO, S.C.; CARMELLO, Q.A.C. Crescimento e absorção de nutrientes pelo lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cultivado em solo. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.143-146, 2004.

- CAVASINI, R. Inibidores de etileno na pós-colheita de lisianthus. 2013. 93f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2013.
- CHO, M.S.; CELIKEL, F.; DODGE, L. Sucrose enhances the postharvest quality of cut flowers of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. **In. VII International Symposium on Postharvest Physiology of Ornamental Plants**, v. 543, p. 305-315, 1999.
- CHOUHURY, F.K.; RIVERO, R.M.; BLUMWALD, E.; MITTLER, R. Reactive oxygen species, abiotic stress and stress combination. **The Plant Journal**, v.90, p.856-867, 2017.
- CHOUHAN, S.; SHARMA, K.; ZHA, J.; GULERIA, S.; KOFFAS, M.A.G. Recent advances in the recombinant biosynthesis of polyphenols. **Frontiers in Microbiology**, v.8, p.2259, 2107.
- DANAEE, E.; MOSTOFI, Y.; MORADI, P. Effect of GA₃ and BA on postharvest quality and vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. Good Timing) cut flowers. **Horticulture, Environmental, and Biotechnology**, v.53, n.2, p.140-144, 2011.
- DAS, P.K.; SHIN D.H.; CHOI, S.B.; YOO, S.D.; CHOI, G.; PARK, Y.I. Cytokinins enhance sugar-induced anthocyanin biosynthesis in Arabidopsis. **Molecules and Cell**, v.34, n.1, p.93-101, 2012.
- DAS, P.K.; SHIN, D.H.; CHOI, S. B.; PARK, Y.I. Sugar-hormone cross-talk in anthocyanin biosynthesis. **Molecules and Cells**, v.34, p.501-507, 2012.
- DE MARTINO, G.; VIZOVITS, K.; BOTONDI, R.; BELLINCONTRO, A.; MENCARELI, F. 1-MCP controls ripening induced by impact injury on apricots by affecting SOD and POX activity. **Postharvest and Biology Technology**, v. 39, n.1, p.38-47, 2006.
- DE PIETRO, J. de. **Fisiologia pós-colheita de rosas cortadas cv. Vega**. 2009. 125 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- EMONGOR, V.E. Effects of gibberellic acid on postharvest quality and vase life of gerbera cut flowers (*Gerbera jamesonii*). **Journal of Agronomy**, v.3, p.191-195, 2004.
- FINGER, F.L.; BARBOSA, J.G.; GROSSI, J.A.S.; MORAES, P.J. **Colheita, classificação e armazenamento de inflorescência**. In: BARBOSA, J.G. (Ed.). **Crisântemos**. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2003, p. 123-140.

- GENG, X. M.; LI, M.; LU, L.; OKUBO, H.; OZAKI, Y. ABA improves postharvest quality of cut *Lilium* "Sorbonne" harvested in late period. **Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University**, v.60, n.1, p.81-86, 2015a.
- GENG, X. M.; LIU, J.; LI, M.; OKUBO, H.; OZAKI, Y. Pulsing treatment of abscisic acid and sucrose for improving postharvest quality of cut lily flowers. **Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University**, v.60, n.1, p.87-92, 2015b.
- GONNET, J.F. Color effects of co-pigmentation of anthocyanins revisited. A colorimetric definition using CIELAB scale. **Food Chemistry**. V. 63, p. 409-415, 1998.
- HALEVY, A.H.; KOFRANEK, A.M. Evaluation of lisianthus as a new flower crop. **HortScience**, v.19, p.845-847, 1984.
- HALEVY, A.H.; MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. **Horticultural Review**, v.1, p.204-236, 1979.
- HALEVY, A.H.; MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. **Horticultural Reviews**, v.3, p.59-143, 1981.
- HARBAUGH, B.K. Lisianthus: *Eustoma grandiflorum*. In: ANDERSON, N.O. **Flower Breeding and Genetics: Issues, challenges and Opportunities**. Netherlands: Springer, 2007, p.644-663.
- HASSANPOUR, M.A.; KARIMI, M. Efficiency of benzyladenine reduced ethylene production and extended vase life of cut *Eustoma* flower. **Plant Omics**, v.3, n.6, p.199, 2010.
- HEMEDA, H.M.; KLEIN, B.P. Effects of naturally occurring antioxidants on peroxidase activity of vegetable extracts. *Journal of Foods Science*, v.55, n.1, p.184-185, 1990.
- HUANG, K.L.; CHEN, W.S. BA and sucrose increase vase life of cut *Eustoma* flowers. **HortScience**, v.37, n.3, p.547-549, 2002.
- HUNG, K.T.; CHENG, D.G.; HSU, Y.T.; KAO, C.H. Abscisic acid-induced hydrogen peroxide is required for anthocyanin accumulation in leaves of rice seedlings. **Journal of Plant Physiology**, v.165, n.12, p.1280-1287, 2008.
- IBRAFLOR. **O mercado de flores no Brasil**. 2017. Disponível em <<http://www.ibraflor.com/site/wp-content/uploads/2017/11/release-imprensa-ibraflor-10-2017.pdf>> Acesso em: 01 dez. 2018.

- IMSABAI, W.; VAN DOORN, W.G. Effects of auxin, gibberellin and cytokinin on petal blackening and flower opening in cut lotus flowers (*Nelumbo nucifera*). **Postharvest Biology Technology**, v. 75, p. 54-57, 2013.
- JIN, J. ;SHAN, N.; MA, N.; BAI, J.; GAO, J. Regulation of ascorbate peroxidase of the transcript level is involved in tolerance to postharvest water deficit stress in the cut rose (*Rosa hybrida* L.) cv. Samantha. **Postharvest Biology and Technology**, n.40, v.3, p.236-243, 2006.
- JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.20, n.2, p.115-120, 2014.
- JUNQUEIRA, H.A.; PEETZ, M.S. **Balanço da floricultura brasileira em 2013**. Jornal Entrepósito, São Paulo, 2013. Disponível em: < <http://www.hortica.com.br>>. Acesso em: 29 nov.2018.
- KADER, A. A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. University of California Agriculture and Natural Resources, 2002. 535p.
- LAI, B.; LI, X.J.; HU, B.; QIN, Y.H.; HUANG, X.M.; WANG, H.C.; HU, G.B. LcMYB1 is a key determinant of differential anthocyanin accumulation among genotypes, tissues, developmental phases and ABA and light stimuli in *Litchi chinensis*. **Plos One**, v.9, n.1, e86293, 2014.
- LEE, D.H.; FRANCIS, F.J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **HortiScience**, v.7, n.1, p. 83-84, 1972.
- LI, Z.; CHEN, W.; ZHANG, C.; DU, C.; SHAO, G.; CUI, Y.; LUO, P. RcMYBPA2 of *Rosa chinensis* functions in proanthocyanidin biosynthesis and enhances abiotic stress tolerance in transgenic tobacco. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, p.1-14, 2019.
- LIMA JUNIOR, J.C.; NAKATANI, J.K.; NETO, L.C.M.; LIMA, L.A.C.V.; KALAKI, R.B.; CAMARGO, R.B. **Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais de Brasil**. 2015. Disponível em: < <http://www.ibraflor.com/site/wp-content/uploads/2017/10/diagnostico-do-setor.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2018.
- LORENZI, H.; SOUZA, V.C. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas do Brasil, baseado em APGII**. 2ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

- LÜ, P.; ZHANG, C.; LIU, J.; LIU, X.; JIANG, G.; JIANG, X.; KHAN, M.A.; WANG, L.; HONG, B.; GAO, J. RhHB1 mediates the antagonism of gibberellins to ABA and ethylene during rose (*Rosa hybrid*) petal senescence. **The Plant Journal**, v.78, p.578-590, 2014.
- LUO, P.; SHEN, Y.; JEN, S.; HUANG, S.; CHENG, X.; WANG, Z.; LI, P.; ZHAO, J.; BAO, M.; NING, G. Overexpression of *Rosa rugosa* anthocyanidin reductase enhances tobacco tolerance to abiotic stress through increased ROS scavenging and modulation of ABA signaling. **Plant Science**, v.245, p. 35-49, 2016.
- MAROUSKY, F.J. Influence of storage temperatures, handling and floral preservatives on postharvest quality of Gypsophila. Florida **State Horticultural Society**, v.85, p.419-422, 1972.
- MATTIUZ, C.F.M. **Fisiologia pós-colheita de inflorescências de *Alpinia purpurata* (VIEILL) K. Schum.** 2003. 124p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- MATTIUZ, C.F.M.; RODRIGUES, T.J.D.; MATTIUZ, B.H.; PIETRO, J.D.; MARTINS, R.N. Armazenamento refrigerado de inflorescências cortadas de *Oncidium varicosum* ‘Samurai’. **Ciência Rural**, v.40, n.11, p. 2288-2293, 2010.
- MAYAK, S. Senescence of cut flowers. **HortScience**, v.22, n.5, p.863-865, 1987.
- MEJIA, D. J. N. **Inducción floral em plantas ornamentales com ácido salicílico.** San Nicolás de Hidalgo: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 2009. 68p.
- MUÑOZ, C.E.; DAVIS, F.S; SHERMAN, W.B. Hydraulic conductivity and ethylene production in detached flowering peach shoots. **HortScience**, v. 71, n.5, p. 226-228, 1982.
- MUSEMBI, N.N.; HUTCHINSON, M.J; WAITAKA, K. The effects of 6-benzylaminopurine and gibberellic acid on postharvest physiology of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) flowers: I. Novel synergism improves water balance and vase life. **Acta Horticulturae**, n.1077, p.47-56, 2015.
- NICHOLS, R. **Senescence and sugar status of the cut flowers.** In: Symposium on Postharvest Physiology of cut flowers 41. 1973. p.21-30.
- NISHA, N.; TEE CHONG, S.; MAHMOOD, M. Effect of 6-Benzylaminopurine on flowering of a ‘Dendrobium’ orchid. **Australian Journal of Crop Science**, v.6, n.2, p.225, 2012.

- NOWAK, J.; RUDNICKI, R.M. **Postharvest handling and storage of cut flowers, forest greens and potted plants**. Portland: Timber Press, 1990. 210p.
- NOWAKI, J.; GOSZCZYNSKA, D.M.; RUDNICKI, R.M. Storage of cut flowers and ornamental plants: present status and future prospects. **Postharvest News and Information**, v.2, n.4, p.255 – 260, 1991.
- PEIXOTO, P.H.P., CAMBRAIA, J.; SANT'ANNA, R.; MOSQUIM, P.R.; MOREIRA, M.A. Aluminum effects on lipid peroxidation and on the activities of enzymes of oxidative metabolism in sorghum. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 11, n.3, p. 137-143, 1999.
- PHARIS, R.P.; KING, R.W. Gibberellins and reproductive development in seed plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v.36, n.1, p.517-568, 1985.
- PRICE, R.K.; WELCH, R.W.; LEE-MANION, A.M.; BRADBURY, I.; STRAIN, J.J. Total phenolics and antioxidant potential in plasma and urine of human after consumption of wheat bran. **Cereal Chemistry**, v. 85, n.2, p.152-157, 2008.
- RABABAH, T. M.; MAHASNEH, M. A.; KILANI, I.; YANG, W.; ALHAMAD, M.; EREIFEJ, K.; DATT, M. A. Effect of jam processing and storage on total phenolics, antioxidant activity and anthocyanins of different fruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, p. 1096–1102, 2011.
- REID, M. S. **Postharvest handling systems: ornamental crops**. In: Kader, A. A. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Oakland: University of California, v. 22, p. 201-209, 2002.
- ROGERS, H.; MUNNÉ-BOSCH, S. Production and scavenging of reactive oxygen species and redox signaling during leaf and flower senescence: similar but different. **Plant Physiology**, v.171, n.3, p.1560-1568, 2016.
- ROGERS, H.J. Is there an important role for reactive oxygen species and redox regulation during floral senescence? **Plant, Cell & Environment**, v.35, p.217-233, 2012.
- RUNKLE, E.S.; WOOLARD, D.; CAMPBELL, C.A.; BLANCHARD, M.G.; NEWTON, L.A. Exogenous applications of abscisic acid improved the postharvest drought tolerance of several annual bedding plants. In *International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals*, 755, p.127-133, 2007.
- SALVADOR, E.D. **Caracterização física e formulação de substrato de algumas espécies ornamentais**. 2000. 148f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

- SCANDALIOS, J. G. Oxygen stress and superoxide dismutases. **Plant physiology**, v. 101, n. 1, p. 7, 1993.
- SEBRAE. **O Mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais**. 2016. <www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-mercado-brasileiro-de-flores-e-plantas-ornamentais> Acesso em 14 maio 2019.
- SHAHRI, W.; TAHIR, I. Flower senescence: some molecular aspects. **Planta**, v.239, p.277-297, 2014.
- SHIGEOKA, S.; ISHIKAWA, T.; TAMOI, M.; MIYAGAWA, Y.; TAKEDA, T.; YAKUTA, Y.; YOSHIMURA, K. Regulation and function of ascorbate peroxidase isoenzymes. **Journal of Experimental Botany**, v.53, n.372, p.1305-1319, 2002.
- SHIMIZU-YUMOTO, H.; ICHIMURA, K. Abscisic acid, in combination with sucrose, is effective as a pulse treatment to suppress leaf damage and extend foliage vase-life in cut *Eustoma* flowers. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v.85, n.1, p.107-111, 2009.
- SHIMIZU-YUMOTO, H.; ICHIMURA, K. Effect of relative humidity and sucrose concentration of leaf injury and vase-life during sucrose pulse treatment in cut *Eustoma* flowers. **Horticultural Research**, v.6, p. 301-305, 2007.
- SHIMIZU-YUMOTO, H.; ICHIMURA, K. Postharvest characteristics of cut dahlia flowers on ethylene and effectiveness of 6-benzylaminopurine treatments in extending vase life. **Postharvest Biology and Technology**, v.86, p. 479-486, 2013.
- SHIMIZU-YUMOTO, H.; KONDO, M.; SANOH, Y.; OHSUMI, A.; ICHIMURA, K. Effect of abscisic acid on the distribution of exogenous carbon derived from sucrose applied to cut *Eustoma* flowers. **Journal of Horticultural Science & Technology**, v.85, n.1, p.83-87, 2010.
- SIMÕES, A.N.; DINIZ, N.D.; DA SILVA VIEIRA, M.R.; FERREIRA-LIMA, S.L.; DA SILVA, M.B; MINATEL, I.O.; LIMA, G.P.P. Impacto f GA₃ and spermine on postharvest quality of anthurium cut flowers (*Anthurium andraeanum*) cv. Arizona. **Scientia Horticulturae**, v.241, p. 178-186, 2018.
- SING, A.; KUMAR, J.; KUMAR, P. Effects of plant growth regulators and sucrose on postharvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of gladiolus. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.55, p.221-229, 2008.
- SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, n.3, p.144, 1965.

- SONEGO, G.; BRACKMANN, A. Conservação pós-colheita de flores. *Ciência Rural*, v.25, n.03, p.473-479, 1995.
- SUBHASHINI, R.M.B.; AMARATHUNGA, N.L.K.; KRISHNARAJAH, S.A.; EESWARA, J.P. Effects of benzylaminopurine, gibberellic acid, silver nitrate and silver thiosulphate, on postharvest longevity of cut leaves of dracaena. **Ceylon Journal of Science**, v.40, n.2, p.157-162, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5ª ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2013.
- TEREFE, N. S.; BUCKOW, R.; VERSTEEG, C. Quality related enzymes in fruit and vegetable products: effects of novel food processing technologies, part 1: highpressure processing. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 54, p. 24–63, 2014.
- TOMAS-BARBERAN, F.A.; ESPIN, J.C.; Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, vol. 81, pag. 853–876. 2001.
- UDDIN, A.F.M.J.; HASHIMOTO, F.; KAETANI, M.; SHIMIZU, K.; SAKATA, Y. Analysis of light and sucrose potencies on petal coloration and pigmentation of lisianthus cultivars (in vitro). **Scientia Horticulturae**, v.89, p.73-82, 2001.
- VAN DOORN, W. G.; WITTE, Y. D. Sources of the bacteria involved in vascular occlusion of cut rose flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.2, n.122, p.263-266, 1999.
- VAN DOORN, W.G.; DE WITTE, Y. Effect of dry storage on bacterial counts in stems o cu rose flowers. **HortScience**, v.26, n.12, p.1521-1522, 1991.
- WANG, F.; WANG, C.; YAN, Y.; JIA, H.; GUO, X. Overexpression of cotton *GhMPK11* decreases disease resistance throught the gibberellin signaling pathway in transgenic *Nicotiana benthamiana*. **Frontiers in Plant Science**, v.7, n.689, 2016.
- WANG, W.; XIA, M. X.; CHEN, J.; YUAN, R.; DENG, F.N.; SHEN, F.F. Gene expression characteristics and regulation mechanisms of superoxide dismutase and its physiological roles in plants under stress. **Biochemistry**, v.81, n.5, 2016.
- WEISS, D. Regulation of flower pigmentation and growth: multiple signaling pathways control anthocyanin synthesis in expanding petals. **Physiologia Plantarum**, v.110, p.152-157, 2000.
- WEISS, D.; VAN DER LUIT, A.; KNERGT, E.; VERMEER, E.; MOL, J.N.M.; KOOTER, J.M. Identification of endogenous gibberellins in petunias flowers. **Plant Physiology**, v.107, p.695-702, 1995.

YAMADA, T.; ICHIMURA, K.; KANEKATSU, M.; van DOORN, W.G. Gene expression in opening and senescing petals of morning glory (*Ipomoea nil*) flowers. **Plant Cell Reports**, v.26, p.823-835, 2007.

ZHANG, C.; FU, J.; WANG, Y.; GAO, S.; DU, D.; WU, F.; GUO, J.; DONG, L. Glucose supply improves petal coloration and anthocyanin biosynthesis in *Peonia suffruticosa* “Luoyang Hong” cut flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 101, p. 73-81, 2015.